

발 간 등 록 번 호

11-1543000-000082-01

녹색 Whole Grain의 대량생산 및 가공 유통
Mass Production, Processing and Marketing of Green Whole Grain

충남대학교

농림축산식품자료실



0017334

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “녹색 Whole Grain의 대량생산 및 가공 유통에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2013 년 4 월 일

주관연구기관명 : 충남대학교

주관연구책임자 : 구 자 형

세부연구책임자 : 구 자 형

공 동 연 구 자 : 황 용 수

세부연구책임자 : 조 진 응

세부연구책임자 : 허 재 영

세부연구책임자 : 최 규 환

세부연구책임자 : 구 본 정

세부연구책임자 : 허 윤 근

세부연구책임자 : 서 정 덕

세부연구책임자 : 이 기 택

세부연구책임자 : 남 명 수

세부연구책임자 : 성 창 근

협동연구기관명 : (주) 지엔비홀딩스

협동연구책임자 : 이 은 명

참 여 기 업 : (주) 명진

참 여 기 업 : (주) JC엔지니어링

요 약 문

I. 제 목

녹색 Whole Grain의 대량 생산 및 가공 유통

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

- 1) 건강 기능성 식품의 소비 추세는 세계적으로 크게 신장하고 있으며 더불어 Whole Grain(이하 WG)에 관한 관심이 높아지고 있다. WG 식품의 섭취는 암, 당뇨, 심장질환, 뇌졸중 등의 성인병 예방에 좋은 효과(20-40%의 경감)를 제공하기 때문에, 구미 선진국은 자국민의 건강증진을 위해 적극적으로 WG 소비를 권장하고 있다(하루 48-90g의 소비권장). 외국의 소비 추세에 비추어 우리나라는 현미나 두류의 식용을 권장하나 적극적이지 못하고 가루로 가공하여 음식을 섭취하는 외국인들에 비해 WG을 이용한 식품의 종류도 다양하지 못한 형편이다.
- 2) 외국의 경우 국가적인 섭취권장 및 홍보에도 불구하고 WG는 식미는 겨층을 포함하기 때문에 식미가 거칠어 소비가 제한적인 것으로 보고되고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 세계에서 처음으로 개발을 시도하고 있는 녹색 WG는 겨층의 조직이 경화되기 전에 수확된 알곡이므로 도정을 거치지 않고 바로 식용하여도 식감이 부드러운 특징을 가지고 있다. 밥을 위주로 먹는 우리나라 국민의 식생활에 이용하기가 적합하고 제분하였을 때도 완숙곡물에 비해 부드러운 수출품목으로도 유망성이 있어 녹색 WG 식품의 생산을 산업화 하고자 한다.
- 3) 새로운 개념의 농산물은 대량생산을 통한 산업화가 이루어 져야 국내보급은 물론 외국수출을 통하여 농가 소득을 증대시킬 수 있다. 이를 산업화하기 위해서는 우선 농가에 기술이전이 선행되어야 하고 대량생산 과정에서 수반될 수 있는 문제점들을 해결할 필요가 있다.
- 4) 녹색 WG의 산업화는 새로운 정부가 제시하고 있는 창조경제에도 잘 부합될 수 있는 농업의 개척분야로써 쇠퇴되어 가는 우리나라의 밀, 보리의 맥류 산업을 활성화시키고 국민들의 건강증진에도 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구의 필요성

- 1) 녹색 WG 생산을 위해서는 쌀, 보리, 밀을 녹색의 상태가 유지되는 호숙기에 수확하여야 하며 호숙기는 일주일 정도로 기간이 짧다. 따라서 좋은 품질의 녹색 WG를 생산하기 위해서는 노동시간을 분산하기 위해 녹색기간을 오랫동안 유지시킬 수 있는 재배법의 개발과 이에 적합한 작물의 품종 선발이 우선되어야 한다. 생산물의 녹색도, 수량, 녹색기간의 장단, 품질등에 대한 평가가 이루어져야 한다.
- 2) 기존의 곡물생산이 완숙기에 수확되어 수확-건조-도정-정선 과정을 거치는 것과는 달리 녹색 WG는 호숙기 수확-blanching-건조-탈부-정선을 거쳐야하기 때문에 대량생산을 위해서는 증숙기, 건조기, 탈부기등의 새로운 농기계의 개발이 필요하다. 본 기술개발에서는 녹색 WG 생산을 위한 일련의 과정 중 blanching, 건조, 탈부, 정선 공정을 일관하여 수행할 수 있는 시스템을 개발하고 이를 바탕으로 녹색 WG의 산업화 생산체제를 구축하는 방향을 실현하고자

하였다.

3) 우리나라는 아직 WG의 건강적 효과에 대한 인식도 대단히 부족한 실정이며 국가적 홍보도 시작되지 않고 있다. 따라서 녹색 WG의 일반 영양성분 및 생리활성 성분을 규명하고, 이를 이용한 각종 제품의 개발을 통하여 섭취를 권장하고 홍보를 확대할 필요가 있으며, 품질변화를 방지하기 위한 저장 및 유통 조건 확립 역시 구명되어야 할 분야이다. 나아가서 이러한 연구를 1차 산업인 농산물의 생산에 국한하지 않고 2차 산업인 식품가공은 물론 유통산업과 연결될 수 있도록 하기 위한 기초연구가 선행되어야 할 것이다

4) 국민 건강을 위한 WG의 소비 진작은 WG의 질병방지 효과가 뒷받침 되는 것이 시급하다. WG 식품의 성인병 방지 효과는 외국에서 대단히 많이 행해졌으나 자국민을 대상으로 한 자료는 아주 부족하다. 따라서 새롭게 개발된 녹색 WG식품을 제 2형 당뇨병 환자에게 섭취토록 하여 식품의 만족감 정도와 혈당조절 및 인슐린저항성 개선효과를 검토하여 자료를 제공할 필요가 있다.

5) 본 연구 사업은 사업화를 이루기 위한 선행 연구로써 진행되어야하기 때문에 pilot plant의 건립과 함께 농민들이 직접 참여하여 녹색 WG 생산을 위한 재배-수확-가공-저장의 모든 과정에 참여하여 배우고 습득하여야 할 필요가 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 새로운 개념의 곡물을 생산하여 농가의 수익을 증대 시키고 녹색 WG 생산 기술을 농가에 보급하여 침체되어있는 맥류 산업의 활로를 찾는 것과 동시에 비정백 식품인 WG를 홍보하고 섭취를 장려하여 국민 건강 증진을 향상시키는 것에 그 목적을 두고 있다. 녹색 WG는 본 연구진에 의해 시험생산 기술이 개발되었으나 산업화에는 부족한 부분이 많았다. 따라서 대량생산을 통한 산업화를 위하여 1) 대량생산 시스템의 구축, 2)품종선발 및 재배법 개발 3)건강기능성 구명, 4)일관 기계화시스템 개발, 5)영양성분 분석, 6) 녹색 WG 가공식품의 개발, 7)판매 유통 및 수출화 전략 수립에 중점을 두고 아래와 같은 내용을 수행하였다.

1. 대량생산 시스템의 구축 (농가 기술보급을 통한 WG 생산의 산업화)

녹색 WG 대량생산을 위하여 전북 지역을 중심으로 재배단지를 조성하고 기술 이전을 실시함과 동시에 군산시와 MOU체결을 통한 지자체와의 협력체계를 구축하였다. 이를 바탕으로 군산 지역에 녹색곡물 생산단지 및 저장·가공 시설 등을 설치하였다. 녹색 통곡물의 산업화(군산시 향토산업육성사업. (유) 어울림 설립, 2013. 3. 15)선정을 통한 지속적인 산업화가 이루어지도록 후속 사업 선정을 위하여 노력을 하였다. 수확기간 연장을 위한 활용방안을 모색하고 다양한 상품을 개발 하였다. 녹색 WG는 참여회사를 주축으로 가공·유통·판매되었으며 홍보를 위하여 국어, 영어, 일본어, 중국어 등의 다양한 언어로 브로셔를 제작하였다.

2. 벼 품종 선발 및 재배적 특성 조사

대량 생산에 맞는 벼 품종을 선발하기 위해 녹색도, 수량, 녹색기간의 장단, 품질등을 기준으로 12품종을 선발하였다. 파종 및 이앙시기와 시비량에 따른 생육특성 및 수량, 녹색기간, 수확적기 등을 조사하고 일반성분 및 아밀로오스 등을 분석을 실시하였다.

3. 보리 품종 선발 및 재배적 특성 조사

녹색 WG 로 가능한 보리 품종 및 자원을 선발하기 위해 15 품종을 중심으로 결과에 따라 재공시하여 사용하였다. 높은 품질의 녹색보리를 생산하기에 적합한 수확시기를 구명하고 녹색기간을 오래 동안 유지시키기 위해 재배적인 측면에서 시험을 수행하였다. 파종시기와 시비량에 따른 생육과 품질 조사를 실시하였다.

4. 밀 품종 선발 및 재배적 특성 조사

녹색 WG 용 밀 재배기술을 확립하기 위하여 20종의 품종을 이용하여 알곡이 녹색을 띠면서 수량성이 가장 높은 시기를 설정하였다. 녹색통밀의 품질과 수량을 기준으로 적정한 품종을 선발하였다. 그리고 수확시기를 분산시키기 위하여 파종시기별 품질과 수량성을 검토하였다.

5. 당뇨병환자에서 녹색 WG 섭취가 혈당 및 대사 조절에 미치는 효과구명

대상 환자에게 조사 전 신체계측·혈액검사 및 설문조사와 함께 섭취 전 식사내용과 조리방법, 섭취량 등에 대한 영양교육을 실시한 후 녹색 WG이 30% 섞인 혼합식을 주식으로 12주간 섭취한 후 신체검사와 혈액검사 및 설문조사를 다시 시행하여 여러 가지 지표의 변화를 비교 분석하였다.

6. Blanching 및 탈부 시스템 개발

Blanching, 건조, 탈부, 제현, 선별, 저장 일 작업기계 모델을 선정하여 모든 공정에서 자동화 시스템을 이루고자 하였다. 범용형의 대용량 blanching 기계를 개발하기 위하여 시작품을 제작 가동시키면서 Blanching 특성 및 최적 조건을 분석하고 보완을 실시하였다. 기존 탈부시스템의 작업 성능을 향상 시키고 모든 공정의 일관기계화 시스템을 개발하였다.

7. 건조 및 정선 시스템 개발

녹색 WG 고유의 특성, 즉 녹색의 곡물 표면을 유지할 수 있는 건조 특성을 분석하고 이를 고려한 녹색 WG 원료 건조시스템을 개발하고 녹색 WG의 크기, 파쇄미, 동할미 발생 정도를 분석하여 적합한 정선시스템을 개발하였다.

8. 녹색 WG 가공식품의 개발

녹색 WG의 일반 영양성분 및 생리활성성분의 작용 특성을 고려한 기능성 식품 생산기술을 개발하기 위하여 녹색 WG(밀, 보리)의 이화학적 성분(수분, 조지방, 지방산, β -Carotene, Phytosterol, Tocopherol, 환원당, 비타민 B1, B2, B6, 나이아신, 비타민 C, 회분, 단백질, 무기질(Ca, Fe, Na, K, P, Cu), 식이섬유, 구성아미노산, 당조성) 을 분석하였다. 또한 녹색 WG를 이용하여 식빵, 머핀, 쿠키를 제조하고 물리적 특성을 분석하고 관능검사를 실시하였다.

9. 우유를 이용한 가공 식품개발

녹색 WG에서 단백질을 분리하여 RBL-2H3 세포를 이용한 알러지 저해인자 기능 평가를 실시하였다. 또한 녹색 WG를 이용한 발효유, 쥬스, 쿠키, 면류, 시폰케익, 식빵, 토르티야를 제조하여 물리적 특성을 분석하고 관능검사를 실시하여 녹색 WG의 적합한 배합비율을 조사하였다.

10. 유통 중 품질 및 성분변화 연구와 수출화 전략수립

녹색 WG(밀)는 입자별로 분쇄하여 수제비와 영양바를 제조하여 Macronutrient(수분, 조단백질, 조지방, 회분, 탄수화물, 조섬유)와 Micronutrients(비타민C, 비타민B1, 나이아신칼륨베타카로틴)분석을 실시하고 포장재에 따른 미생물학적 특성을 조사하였다. 습식용 원료는 소금물에 처리하여 파우치와 통조림 형태로 저장 및 유통 중 품질에 대하여 조사하였다. 또한 유통 및 판매에 필요한 마케팅에 대하여 조사하고 그 전략을 수립하였다.

IV. 연구개발 결과

새로운 개념의 곡물인 녹색 WG의 산업화를 위하여 대량 생산 체계 구축을 완료하였으며 적합한 품종 선발 및 재배법을 개발하고 건강기능성에 대한 연구를 실시하였다. 대량 생산에 필요한 일관 기계화 시스템을 개발함과 동시에 영양성분 분석을 통한 기능성 식품을 연구하였다. 유통 및 저장 시 발생하는 문제점을 해결하고 수출화를 위한 전략을 수립하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 군산시와 녹색 WG 생산·가공·유통 등에 필요한 기반 조성 구축을 MOU를 체결하고 (2010, 12. 24) 녹색곡물 생산단지 및 저장·가공 시설 등을 설치하였다. 충남대 산업협력단과 (유)새만금홀그레인(지역영농단체)는 녹색 WG의 대량생산 및 가공방법(출원번호: 10-2011-0025776)에 대한 기술이전 계약을 완료(2011.11.11)하고 기술이전료 28,000,000원을 징수하였다. 또한, 향토산업육성사업(사업명 : 녹색 WG의 산업화 2012. 12) 선정으로 지속적 생산과 함께 전국적인 농업인의 참여를 확대시킬 수 있는 가능성을 확보하였다. 사업기간동안 녹색 WG 보리와 WG쌀은 각각 34,870kg, 63,638kg 생산하여 그 판매금액은 134,562,000원과 230,111,400원이었다. 녹색 WG밀은 보리와 쌀과는 달리 생산이 어려워 소량 생산후 연구용으로 이용되었다.

2. 지적 재산권 확보 및 판매를 위하여 온알곡으로 상표를 출원하였으며(제5류, 제 29류, 제 30류) 본 사업단 연구와 관련하여 국내 3개(곡물 겨를 이용한 고섬유소 누룽지 및 그 제조방법 10-2011-0117614, 녹색 WG 가공을 위한 연속 순환식 건조 시스템 및 그 건조방법 10-2011-0048280, 전곡립을 첨가한 발효유의 제조방법 10-2011-0101707)와 해외특허(녹색 통곡물의 가공 및 대량생산 방법 미국(출원번호 : 13/425885), 일본(출원번호 : 2011-256268)를 출원 중에 있다. 홍보를 위하여 국문, 영문, 일문, 중문 브로셔를 제작하여 전시회 등에 배포하였다.

3. 녹색 WG쌀을 생산하기 위한 벼 품종들의 적정 수확시기는 일반적으로 출수 후 15일~25일 경이 가장 적당하였다. 벼 품종별 한계 수확시기인 출수 후 25일경 수량은 찰벼 품종으로는 신선찰벼가 가장 많았으며 메벼 품종은 칠보벼가 가장 많았다. 이앙시기별 녹색 WG쌀의 수량은 일반적으로 5월30일 이앙이 6월 20일 이앙보다 많았으며 수확시기인 출수 후 15-25일 수량은 품종에 따라 다양하였다. 녹색 WG쌀에 적합한 벼 품종은 찰벼는 5월30일 이앙재배일 경우 동진찰벼, 생동찰벼, 보석찰벼, 신선찰벼가 적합하고 6월 20일 이앙재배는 보석찰벼, 백옥찰벼, 신선찰벼가 적합하다. 메벼일 경우 5월 30일 이앙재배는 삼광벼, 눈보라, 칠보벼가 적합하고 6월 20일 이앙재배일 경우 황금노을, 호품벼, 칠보벼가 적합하였다.

4. 수량은 질소함량이 많을 때 호품벼는 수량의 증가를 볼 수 있었고 운광벼, 신선찰벼는 감소하는 경향을 보였다. 이앙시기가 늦어짐에 따라서 호품벼와 신선찰벼는 수량이 증가되었지만 운광벼는 감소하였다. 만식재배에 적절한 품종은 호품벼, 운광벼, 신선찰벼가 적절하였고 녹색 WG쌀로 이용하고자 할 때는 질소시비 수준을 높게 하여 재배해야 할 것으로 사료된다. 5월 30일 이앙하여 출수 후 25~30일 수확하여 사용할 경우 재배기간을 2주 정도 단축시킬 수 있고 6월 20일 이앙하여 수확하여 사용할 경우 재배기간을 5주 정도 단축시켜 농경지 활용에 적합하다. 녹색 WG쌀로 섭취하기 위하여 출수 후 25-30일이 적절하였고 이 시기에 건물생산량이 높고 잎과 줄기의 성분이 좋아 가축의 사료로 사용이 적합하였다.

5. 공시된 쌀보리 15품종 모두 녹색 WG보리로 생산은 가능하였다. 수량을 측정하여 1회 시험에서 수량 및 녹색보리로의 활용도가 낮은 내한쌀보리, 다송쌀보리, 다풍쌀보리, 두원찰쌀보리, 송학쌀보리 5품종은 제외시키고 10품종에 대해 재공시하여 수량을 측정하였다. 그 결과 새쌀보리, 새한찰쌀보리, 동한찰쌀보리, 광활쌀보리 순으로 가장 많았고 호반찰쌀보리, 진주찰쌀보리, 재안찰쌀보리 순으로 적었다.

6. 녹색도를 검정한 결과 출수 후 15일까지는 모든 품종의 품질이 좋았으며 출수 후 20일에는 재공시한 10품종만 녹색도를 유지하였다. 녹색 WG보리로 이용가능한 시기인 출수 후 20일에서 25일 사이의 탈부율은 새쌀보리와 호반찰쌀보리가 가장 높았다. 녹색기간을 유지하기 위한 시비방법으로는 질소 추비량을 달리하여 구명하였는데 질소를 기비 30%, 생육재생기에 추비 30%, 1차 추비 후 20일 뒤 2차 추비 40% 시비방법이 녹색도가 2~3일정도 더 유지 되었으며 탈부율도 높은 결과를 보였다.

7. 녹색 WG밀을 생산하기 위한 적정 수확시기는 금강밀을 대상으로 품질과 수량을 검토한 결과 출수 후 32일부터 35일까지 수확하는 것이 가장 좋은 것으로 판단하였다. 녹색 WG밀 용으로 적합한 품종을 선발하기 위하여 금강밀 등 20품종을 대상으로 출수 후 30일째에 수확하여 blanching 한 후 품질과 수량을 조사하여 품종을 선발한 결과, 녹색도와 수량을 기준하여 백중밀, 연백밀 2품종을 선발하였다.

8. 밀 파종시기에 따른 녹색 WG밀의 수량과 품질을 구명하기 위하여 금강밀 등 3품종을 대상으로 추파(10월 중, 하순, 11월상순)와 춘파(2월중순)를 실시한 결과 추파하였을 때 대체로 수량과 품질이 양호하였고, 출수시기는 8~15일의 차이를 보여 분산 수확이 가능하였다.

9. 제 2형 당뇨병 환자 중 중등도의 당뇨병 유병기간을 가진 폐경 후 비만 여성에게 녹색 WG섭취는 혈당 조절의 개선은 유도하지 못하였지만 식사의 만족도를 유지하였고 체중감량을 통하여 인슐린저항성의 개선을 유도할 수 있음을 보여 주었다. 특히 포만감을 유지하여 섭취량 감소와 간식 섭취를 유도할 수 있었으며 일반적인 잡곡밥과 성분 비교에서도 총 식이섬유소 뿐 아니라 항산화 비타민인 비타민 B1과 비타민 E가 높았는데 이는 대사증후군과 당뇨병 환자의 식이양상을 조사한 선행연구에서 HDL-콜레스테롤 농도와 관련이 있었고 이것은 심혈관질환의 위험을 낮추는데 효과적임을 시사하였다. 따라서 복부비만군이 정상군에 비해 HDL-콜레스테롤 농도가 낮았고 우리나라 여성에게서 폐경 후 비만을 동반하는 당뇨병환자 분포가

많음을 고려하면 녹색 WG은 당뇨병 치료와 관리 뿐 아니라 심혈관계질환 예방에도 도움이 될 것으로 기대된다.

10. 녹색 WG 생산에 있어 가장 중요한 steam blanching 시스템, 냉각, 제습 유닛을 각각 설계 제작 및 조립하여 성능 시험을 수행하고 적정 blanching 조건을 구명하였다. 생산을 함과 동시에 전 시스템의 성능을 개선하였다. 투입부-토출부 자동화 설비를 도입하면서 blanching 처리한 곡물을 건조 시스템으로 자동 이송하는 장치를 제작 연결 부착하여 일관 작업체계를 구축하였고 시스템 성능을 개선함으로써 작업인력을 줄이며 작업능률을 크게 향상시킬 수 있었다 (blanching: 3500kg/h, 제품생산시간 45h). 건조 공정까지 처리된 녹색 밀, 쌀 및 쌀보리의 탈부 시스템을 개발하여 녹색 WG의 대량생산에 필요한 기계화 시스템을 구축하여 본 사업의 핵심인 hardware system이 완료되었다.

11. 녹색 WG 생산을 위한 수확물을 blanching한 후 안정적으로 건조시키기 위하여 최종적으로 회전식강제 온풍·송풍 건조 시스템을 적용하였다. 1차 건조 시 원료에 포함된 지푸라기, 검불, 미세먼지를 80-90%이상 제거함으로써 2차 건조공정에서 사용하고 있는 순환식 건조기의 건조 하중을 줄이고 건조 소요 시간을 감소시킬 수 있었다. 이 시스템은 blanching 시간과 같은 시간으로 1차 건조를 수행할 수 있으며 2차 공정으로 도정 할 수 있는 수준(함수율 14-15%)으로 건조가 가능하였다. 대용량 처리를 위하여 10ton 규모로 2대 설치함으로써 녹색 WG의 대량생산 기반을 확보하였다. 정선 시스템은 원료가 회전식 강제 온풍·송풍 건조 시스템을 통하여 2차 건조공정까지 마친 후 도정이나 저장고 보관이 가능하게 하였으며 단위시간당 3ton의 녹색 WG 원료를 정선할 수 있도록 설계 제작 하였다.

12. 녹색 WG 시료 중 밀, 보리 성분분석의 결과 녹색을 띠는 WG 일수록 L값이 감소해서 어두워지며 a값이 (-)값이 되어 녹색임을 확인할 수 있었다. 또한 조지방과 지방산, 환원당의 함량이 녹색일수록 증가하는 것으로 나타났으며 β -carotene은 녹색 WG 시료에서만 값이 측정되었다. 녹색 WG를 첨가한 가공품의 경우 함유량이 증가할수록 녹색이 짙어졌다. 녹색 WG밀의 함유량이 증가함에 따라 머핀과 식빵은 Hardness가 증가하여 단단함을 느낄 수 있었으나 쿠키는 감소한 것을 알 수 있었다. 관능검사 결과, 식빵을 제외하고 머핀과 쿠키의 전반적인 선호도는 큰 유의적 차이가 없었다.

13. 녹색 WG쌀을 이용한 백설기는 30% 함유 했을 때 선호도가 좋았으며 일반 혹은 황숙기 비하여 호숙기(출수 후 15일)의 원료를 사용했을 때 선호도가 높았다. 찹쌀 바게트는 녹색 WG쌀을 함유 했을 경우에 선호도가 높게 나타났다. 이외에 녹색 WG보리를 첨가한 식빵의 경우 첨가량이 증가할수록 전분의 노화를 지연시키는 효과가 있었다. 녹색 WG쌀과 WG보리 미숫가루의 조리적성을 높이기 위해서는 현미를 비롯한 다른 곡물 미숫가루를 혼합하여 제조하는 것이 바람직하다고 사료되었다. 녹색 WG밀의 가루를 20% 첨가한 피자를 제조한 결과 대조군보다 두께가 얇고, 응집성과 경도가 높은 조직감을 나타내었다. 녹색 WG를 함유한 가공식품은 well-being에 입각한 소비자의 선호도를 높이며, 영양학적 부가가치가 높은 가공식품을 개발할 수 있을 것으로 판단되었다.

13. 출수 15일의 녹색 WG (삼광벼와 추청벼)을 이용하여 밥을 짓기 전과 비교했을 때 밥을 하고 난 후 L값은 높아졌으며 a, b값이 감소하는 것을 보아 녹색이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 지방산, β -carotene, phytosterol, tocopherol, 환원당의 함량은 밥을 지은 후 현저히 낮게 나타났지만 수분과 조지방 함량은 높게 측정되었다. 무기질과 구성아미노산의 함량은 출수 후 15일에서 비교적 가장 높은 함량을 함유하고 있었다. 이를 취사하면 추청쌀 밥에서 필수 아미노산인 Val, Met, Lys의 함량은 각각 215.1, 74.4, 147.1 g/100g 함유되고 있었으며, 삼광쌀 밥에서 Val 174.8 mg/100g, Met 66.2 mg/100g, Lys 118.6 mg/100g 함유되어 있었다. 따라서 녹색 WG쌀을 가공제품으로 이용시 영양학적 가치가 높을 것으로 사료되었다.

14. 습식 상태의 녹색 WG밀을 소금물로 처리하여 파우치(폴리에틸렌)에 포장하여 4℃에 저장하였다. 농도에 상관없이 저장기간이 길어짐에 따라 지방산조성, 수분함량, phytosterol 함량, 환원당 함량, 단백질 함량 등은 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면에 베타카로틴, tocopherol 함량, 비타민 C 함량은 저장 기간이 길어지면서 감소하는 경향을 나타내었다. 인체 내에서 중요한 생리활성 성분인 choline의 경우, 저장기간이 길어짐과 동시에 증가하는 경향을 보였으며, betaine은 저장기간별로 차이는 없었으며 통조림 캔에 포장된 습식 녹색 WG밀의 경우 파우치 포장과 유사한 경향을 보였다.

15. 녹색 WG의 최적 첨가율을 시험하기 위하여 4종류의 WG(쌀 2종, 보리, 밀)을 2, 4, 6%로 발효유에 첨가하여 배양하였고, 그 결과 보리와 밀을 첨가한 발효유가 pH 4.5에 도달시간이 배양 12시간으로 다른 첨가구에 비하여 가장 빠르고 높은 점도를 보였다. 관능검사 결과는 대체적으로 2% 첨가한 발효유가 좋은 기호성을 나타냈으며, 액상발효유와 호상발효유에서도 대조구에 비하여 산생성과 유산균수의 증가, 점도도 월등히 높은 결과를 나타내었다. 고형분의 첨가가 높아짐에 따라 좋은 식감을 나타냈으며, 특히 찹쌀과 멥쌀을 첨가한 발효유는 대조구에 비하여 유사하거나 높게 나타나 향후 상업용으로 제품화될 경우 좋은 기능성 발효유가 될 것으로 기대된다.

16. 녹색 WG밀과 WG보리를 각각 10% 첨가하여 만든 찰빵은 중력분과 강력분만으로 만든 찰빵과 비교했을 때, 글루텐 형성과 발효, 색, 맛, 광택, 단면의 기공에서 거의 차이를 나타내지 않았으나 첨가율이 늘어날수록 수분부족 현상이 심해졌다. 그러나 찢을 경우 식감은 더욱 쫄깃하게 느껴졌으며 밀보다 보리가 색과 광택, 향에서 더 좋았다. 쿠키는 버터와 쇼트닝이 충분히 들어가므로 밀, 보리, 쌀, 찹쌀 모두 30% 이상 넣어도 만드는데 무리가 없을 것으로 사료되었다.

17. 면류는 30% 첨가구는 신장도가 감소하여 면류로써 제조하기에는 다소 무리가 있는 것으로 판단된다. 우유와 함께 쌀과 보리 10%, 20% 첨가구는 면의 조직이 부드러우면서 맛도 뛰어나 산업화에 매우 좋은 제품으로 생각되었다. 녹색 WG를 이용한 식빵 제조는 일반 WG보리나 쌀을 첨가했을 때보다 모두 대조구가 맛과 향이 좋았으며, 30% 처리구에서 조직감이 가장 좋았다. 녹색 WG쌀과 녹색 WG보리를 이용한 토르티아는 표면색과 맛은 30% 첨가구가 모두 좋았으며, 기호도는 녹색 WG쌀은 10%, 녹색 WG보리는 20% 첨가구에서 좋았다

18. 녹색 WG쌀, 보리, 밀의 입자 크기가 클수록 분쇄가 덜 되었다. 수제비 제조 시 밀 함량이 많을수록 반죽이 어렵고 점성이 저하되었으며 경질화 되었다. 따라서 녹색 WG를 이용할 경우 함량과 입자의 크기는 50%-500 μ m이 적당할 것으로 사료되었다. 녹색 WG 첨가 쿠키에서 조단 백질, 수분, 베타카로틴의 양이 대조구에 비하여 많았으며 조지방은 적었다. 대장균은 검출되지 않았으며 저장 10주차에서 4.7 cfu/g 수준으로 대조구에 비하여 적었다. 포장재와 저장일수에 따른 저장품질 실험에서 저장 60일 경과후 포장재 A에서 식이섬유와 베타카로틴 함량이 우수 하였으며, 미생물학 측면에서도 저장 30일까지 총균이 불검출 되었다. 따라서 녹색 WG용 제품을 위한 포장재로는 A Type(폴리에틸렌)이 적당하다고 판단되었다.

19. 습식 상태의 녹색 WG밀은 파우치 저장할 경우에 총균은 저장 25일 경과시 3% 소금물 처리구가 7.53log(cfu/g)로 가장 적었으며, 소금물의 농도가 증가함에 따라 총균수는 감소하였다. 파우치와 통조림 모든 처리구에서 대장균은 검출되지 않았다. 통조림에서는 저장 150일 경과 후에 2.43log(cfu/g)수준으로 검출되었다. 관능평가 결과 3% 소금물 처리구가 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도면에서 모두 우수한 점수를 받았다. 따라서 습식상태의 녹색 WG의 처리는 3%처리 소금물이 적합할 것으로 사료되었다.

20. 녹색 WG는 기존에 확립된 유통체계를 가지고 있지 않기 때문에 더욱 새롭고 매우 통찰력이 있는 혁신방안이 모색되어야 한다. 마케팅 최우선 순서는 국내외 바이어를 만나기 위하여 식품박람회 등을 통한 전시회에 참여라고 사료된다. 녹색 WG는 인간식생활의 밀바탕이 되는 에너지 공급원인 기존의 밀이나 쌀 감자 등에 속하는 전분질이다. 그러나 일반적인 전분질의 원료로서 시장에 공급을 할 경우 시장에서의 경쟁력을 가지고 소비를 창출한다고 보기에는 매우 어렵다. 따라서, 전시회에서는 찾아온 바이더에게 녹색 WG의 영양적인 특성, 즉 영양학적인 또는 기능적인 면을 적극 홍보하고 구체적인 자료를 공급하여 구매가 이뤄지도록 하여야 할 것이다.

V. 연구 성과 및 성과활용 계획

1. 연구 성과

가. 녹색 WG 생산의 산업화

지역영농단체(새만금홀그레인)을 대상으로 기술이전(기술이전료: 28,000,000원)을 실시하였으며, 군산시의 협력하에 생산·가공·유통 등에 필요한 생산단지 및 저장 가공 시설 등을 설치함으로써 기반 조성 구축을 완료하였다. 또한 군산시 향토산업육성사업(사업명: 녹색 통곡물의 산업화) 선정으로 녹색 WG의 지속적 생산과 함께 전국적인 농업인의 참여를 확대시킬 수 있는 가능성을 확보하였다. 사업기간 동안 녹색 WG(보리)와 WG(쌀)은 각각 34,870kg, 63,638kg 생산하여 그 판매금액은 134,562,000원과 230,111,400원이었다. 녹색 WG(밀)은 WG(보리)와 WG(쌀)과는 달리 생산이 어려워 소량 생산 후 연구용으로 이용되었다.

나. 벼 품종선발

녹색 WG로 이용하기 위한 벼 품종선발에서 적정 수확시기는 일반적으로 출수 후 15일~25

일 경이 가장 적당한 것으로 밝혀졌으며, 이앙시기에 따라 5월30일 이앙재배일 경우 동진찰벼, 생동찰벼, 보석찰벼, 신선찰벼, 삼광벼, 눈보라, 칠보벼를 선발하고, 6월 20일 이앙재배는 보석찰벼, 백옥찰벼, 신선찰벼황금노을, 호품벼, 칠보벼를 선발하였다. 이앙시기에 따라 재배기간을 2-5주 단축 시킬 수 있어 농경지 활용에 적합한 것으로 나타났다. 또한 녹색 WG용 벼 품종선발 및 재배특성을 통하여 국내외 관련학회에 6편의 학술발표를 하였으며 이를 종합하여 한국작물학회등의 관련학회에 논문을 작성 투고 중에 있다.

다. 보리 품종선발

공시품종(15종) 모두 녹색 WG로 이용 가능하였으며, 그 중에서 남부지방에서 재배할 경우 수량성이 높고 탈부율이 높아 대량 생산이 가능한 품종은 새쌀보리와 호반찰쌀보리였다. 시비 시 30%-30%-40% 비율로 준비하는 것이 녹색기간이 기존 방법보다 3-4일 정도 더 유지되었고, 탈부율이 높아 향후 대량생산을 할 경우 높은 수율을 얻을 것으로 기대되었다.

라. 밀 품종 선발

녹색 WG밀을 생산하기 위한 적정 수확시기는 출수 후 32-35일까지이며 적정 품종은 백중밀과 연백밀로 나타났다. 동시에 파종하여 출수기 차이를 이용하여 7일정도 수확시기를 분산시킬 수 있었고, 수량성 또한 우수하였으며, 춘파재배보다 추파재배를 하였을 때 수량과 품질이 양호하였고, 10월 중·하순에 파종하는 것이 가장 우수하였다.

마. 녹색 WG의 건강기능성 구명

당뇨병 환자에게 녹색 WG섭취는 혈당조절의 개선은 유도하지 못하였지만, 식사의 만족도 및 포만감을 유지하게 해주어 인슐린저항성의 개선을 유도할 수 있음을 밝혀냈다. 특히 녹색 WG를 이용한 식사는 타 잡곡밥에 비하여 식이섬유소와 비타민 B1, E가 높아 선행연구결과에 비교하였을 경우 당뇨병의 치료 및 관리와 함께 심혈관질환의 위험을 낮추는데 효과적임을 시사하였다.

바. Blanching 및 탈부 시스템 개발

Steam blanching 시스템을 개발하고 자동화 설비 도입과 가공된 곡물을 건조시스템으로 자동 이송하는 장치를 개발하여 일관 작업체계를 구축하였다. 또한 시스템의 성능을 개선 (blanching: 3500kg/hr, 제품생산시간 45h)하고 탈부 시스템을 개발함으로써 대량생산에 필요한 시스템 구축을 완료하였다.

사. 건조 및 정선 시스템 개발

녹색 WG를 안정적으로 건조시키기 위하여 회전식 강제온풍·송풍 건조시스템을 적용하여 건조 소요시간을 감소시키고 도정 가능한 수준(함수율 14-15%)으로 건조가 가능하였다. 그리고 단위시간 당 3 ton의 녹색 WG 원료를 정선할 수 있도록 설계, 제작 하였다.

아. 건강 기능성 식품 개발

조지방과 지방산, 환원당의 함량이 높게 나타났으며 β -carotene은 녹색 WG에서만 검출되었다. 식빵, 머핀, 쿠키, 백설기 등을 만들어 선호도 조사를 한 결과 녹색 WG를 함유한 가공식

품은 well-being에 입각한 소비자의 선호도를 높이며, 영양학적 부가가치가 높은 가공식품을 개발할 수 있을 것으로 사료된다. 그 중 녹색 WG(쌀)을 가공제품으로 이용시 영양학적 가치가 높을 것으로 밝혀졌다. 또한 습식 상태의 녹색 WG는 저장기간에 따라 기능성 성분의 함량이 감소하는 것을 알 수 있었다.

자. 녹색 WG 가공식품 개발

녹색 WG를 첨가한 발효유는 좋은 식감을 나타냈으며 향후 상업용 제품화 될 경우 좋은 기능성 발효유가 될 것으로 생각된다. 면제품에서 우유와 함께 가공할 경우 부드러우며 맛이 뛰어나 산업화에 유리 할 것으로 판단되었다. 그 외에도 식빵과 토르티아 제조에 적합한 배합비율을 알아내었다.

차. 유통 중 품질 및 성분변화 연구와 수출화 전략수립

녹색 WG 포장재로는 A Type(폴리에틸렌)이 적당한 것으로 나타났으며 습식 상태의 녹색 WG(밀)를 가공 시 소금물 3% 처리가 적당한 것으로 조사되었다. 녹색 WG는 기존에 확립된 유통체계를 가지고 있지 않기 때문에 다양한 전시회 참여와 함께 녹색 WG의 영양적인 특성 또는 기능적인 면을 적극 홍보하고 구체적인 자료를 공급하여 구매가 이루어지도록 할 것으로 사료되었다.

카. 지적재산권 확보

온알곡으로 상표를 출원하였으며(제5류, 제 29류, 제 30류) 본 사업단 연구와 관련하여 국내 3개(곡물 겨를 이용한 고섬유소 누룽지 및 그 제조방법 10-2011-0117614, 녹색통곡물 가공을 위한 연속순환식 건조 시스템 및 그 건조방법 10-2011-0048280, 전곡립을 첨가한 발효유의 제조방법 10-2011-0101707)와 해외특허 (녹색 통곡물의 가공 및 대량생산 방법, 미국출원번호 : 13/425885, 일본출원번호: 2011-256268)를 출원하였다.

타. 학술발표

(1) 국제 논문 발표

(가) Comparison of nutritional compounds in premature green and mature yellow whole wheat in Korea. Cereal Chemistry. 2012, 89(6), p285-289.

(나) Nutritional evaluation of immature grains in two Korean rice cultivars during maturation. Food Science and Technology. 2013. 01. Accepted.

(2) 국내 학술등재지 논문 발표

(가) 녹색밀을 첨가한 베이커리 제품의 품질 특성, 한국식품조리과학회지, 1st reviewing 상태.

(나) 호숙기와 황숙기 멥쌀을 첨가한 백설기의 품질 특성, 한국식품조리과학회지, 2013.03.25. 투고예정.

(3) 국내외 학술대회 발표성과

본 사업단과 관련하여 밝혀진 연구결과를 토대로 학술대회에 17회 발표를 실시하였다.

파. 홍보 및 판매 자료

녹색 WG의 우수성을 알리기 위하여 브로셔(국문, 영문, 일문, 중문)를 제작하였다. 또한 녹색 WG(쌀, 보리, 밀)의 원곡물 판매용 포장지와 치즈쿠기, 영양바, 통조림, 파우치 등에 대한 포장지 시안을 제작하였다.

2. 활용 계획

가. WG 식품의 보급 및 홍보

본 사업의 확장은 WG 식품에 대한 건강지식이 전혀 보급되지 않고 있는 우리나라에서도 식습관에 새로운 바람을 불러일으킬 수 있을 것으로 기대된다. 최근 들어 건강기능성 식품과 관련하여 WG 제품의 관심고조로 시장규모(글로벌 마켓기준 2017년도 예상규모 276억 달러)가 크게 증가하고 아시아-태평양 지역의 WG 관련 제품은 연평균 성장률이 6.82%로 수요가 급증할 것으로 예상되고 있다. 기존 WG과 비교하여 우수한 녹색 WG의 판매는 국내 및 해외에서도 산업경쟁력이 충분이 클 것으로 파악되고 있다. 부가가치가 높은 새로운 형태의 곡물생산 기술의 선점은 자국의 곡물수출을 증대시킬 수 있고, 해외에서의 생산을 유도하여 새로운 일자리 창출에도 도움을 줄 것이다. 녹색 WG의 대량생산은 이를 원료로 하는 새로운 식품개발을 위한 가공산업이 후속적으로 발전될 수 있는 모티브를 제공할 것으로 기대된다.

나. WG 소비에 의한 국민건강 증진

WG의 섭취는 계속 늘어만 가는 의료비 지출을 크게 줄여줄 것이다. 국내의 경우 2010년도 국민의료비 지출이 73조원(GDP 수준 6.9%)에 달하고 있어 이의 증가를 막기 위해서는 예방적 차원에서의 국민건강 증진이 필수적이다. WG 식품의 섭취로 20-40%의 성인병 발생을 감소시킬 수 있다는 근거가 제시되고 있음을 감안할 때, 의료비지출 감소방안의 하나로 녹색 WG의 보급은 물론 일반 WG의 섭취권장은 선진국의 경우와 같이 필수사항이 될 것이 예상된다.

다. 우리나라 국민을 위한 WG의 권장소비량의 결정

그러나 WG 섭취를 통한 해외의 건강증진 사례(하루 권장섭취량 WG 48g)와는 다르게 국내의 WG 식품의 건강효과에 대한 데이터 축적이 아주 부족한 실정이다. 국민건강에 관련된 각 기관들이 협조하여 WG의 섭취효과는 물론 우리국민의 식생활에 부합하는 적정섭취량의 결정이 과학적 근거를 바탕으로 시급히 마련되어야 할 것이다.

라. WG의 전국적 생산망 구축

본 연구팀은 2011년까지의 연구결과를 통해 개발된 녹색 WG 생산가공기술을 성공적으로 군산지역 시범 재배농가에 이전하여 수익을 창출하기 시작하였다. 특히 군산시 향토산업 육성사업에 선정됨에 따라 “군산 통곡물 산업화 사업단”이 발족되어 본 연구사업이 끝나는 2013년부터 본격적 생산추진이 가능하도록 하다. 이를 바탕으로 타 지자체 및 영농단체의 참여를 유도하여 전국적인 확대가 이루어질 수 있을 것이다.

마. 맥류산업 활성화를 통한 농가 소득증대

본 과제를 통하여 얻어진 연구결과들을 토대로 생리활성 성분을 다량 함유하고 있는 녹색

WG를 최대한 활용한 기능성 식품의 개발과 더불어 WG의 소비가 확대될 것으로 기대된다. 아울러 기존의 WG 뿐만 아니라 영양적으로 더욱 강화된 녹색 WG류 식품의 개발은 곡류 소비촉진 및 우리 곡류의 고품질화를 유도하고, 이에 따른 국민 소비만족도를 증진시킬 수 있을 것이다. 또한, 이들 기능성 식품소재의 발굴에 맞추어 바이오 식품산업에 유용한 소재로의 다각적 이용이 가능할 것으로 예측된다. 특히 WG 보리와 밀의 소비증가는 맥류산업의 활성화와 함께 농가의 소득의 증대로 이어질 수 있을 것이다.

SUMMARY

Mass Production, Processing and Marketing of Green Whole Grain

The purpose of this study is to develop the agricultural technology to produce a new kind of Green Whole Grain (GWG), to distribute it to farmers and increase their profits, to seek a way to increase the production and consumption of wheat and barley and other whole grains, and therefore improve the health of people. The technology for the test cultivation of GWG was developed in a previous study, however it was inadequate for full scale adoption in the agricultural industry. Thus, for the industrialization of GWG, we studied 1)the large scale production systems of GWG, 2)new varieties of GWGs and cultivation technologies, 3)the health enhancing properties of GWG, 4)the development of a consistent mechanized system of production, 5)the nutritional content, 6)development of functional foods with GWGs and 7)marketing strategies and export possibilities. The following is a summarization of this study.

1. An MOU has been signed with Gunsan-si for the production, processing and distribution of GWG (Dec. 24th, 2010). The GWG farming complex and the storage and processing facility have been constructed. The industry-university cooperation group of Chungnam National University has signed a contract to transfer the technology (Patent No.10-2011-0025776) for mass production and processing of the GWG with Saemangeum Whole Grain, Ltd.(a local agricultural corporation) and collected the fee of 28,000,000 KRW. It was also selected as one of the government projects for promoting rural industries(Project name : Industrialization of Green Whole Grain(Dec. 12th, 2012)), thus securing the possibility of participation of country-wide agricultural households. During the project period, the GWG, barley and rice production were 34,870kg and 63,638kg, respectively and the sales were 134,562,000 KRW and 230,111,400 KRW, respectively. Only a small amount GWG was produced, due to the difficulty of production compared to rice and barley, and was used for research purposes.

2. For the purpose of protecting intellectual property rights and sales promotion, the trademark "On-Al-Gok" has been submitted for (category 5, 29 and 30) and three(3) domestic patents, "Making of nurungii with bran rich in dietary fiber" (patent no. 10-2011-0117614), "A continuous circulation drying system for processing whole grain" (patent no. 10-2011-0048280) and "Making of fermented milk with added whole grain" (patent no. 10-2011-0101707) and two(2) foreign patents, "Mass production and processing technology of green whole grain" (USA: patent no. 13/425885 and Japan: patent no. 2011-256268). For export promotion, GWG brochures written in Korean, English, Japanese,

and Chinese were printed and distributed at various food exhibitions.

3. The optimum harvest time for GWG rice was 15-25 days after the earing period. By limiting the harvest time to 25 days after earing, 'Sinsun' yielded the most among the glutinous rice species and 'Chilbo' among the common non-glutinous rice species. The time of transplantation also affect the production. The transplantation on May 25th yielded more than that of June 20th. The yield varies for species when harvested 15 days after the earing. Cultivars suitable for GWG rice, assuming that the transplantation is on May 25th, are 'Dongjin', 'Saengdong', 'Boseok' and 'Sinsun' among the glutinous species. Assuming a June 20th transplantation, suitable glutinous cultivars are 'Boseok', 'Baekok' and 'Sinsun'. Among the common non-glutinous cultivars, they are 'Samkwang', 'Nunbora' and 'Chilbo' for May 25th transplantation and 'Hwanggunnoul', 'Hopum' and 'Chilbo' for June 20th transplantation.

4. When the soil is rich in nitrogen, 'Hopum' has shown increased yield. However, glutinous cultivars such as 'Unkwang' and 'Sinsun' have shown reduced production. Purposefully delaying transplantation resulted in higher yields for 'Hopum' and 'Sinsun', and lesser yields for 'Unkwang'. 'Hopum', 'Unkwang' and 'Sinsun' were decided as suitable as late planting cultures. It is recommended that fertilizer with higher than average nitrogen content be used when growing GWG rice. Cultivation time was shortened by two(2) weeks, compared to ordinary rice, if one opts for May 25th transplantation and harvests 25-30 days after the earing. It was five(5) weeks less than when one opts for June 20th transplantation and harvests 25-30 days after the earing. Thus, growing GWG helps more effective utilization of land. GWG rice harvested after 25-30 days was most suitable for eating, produced more dried end product and the by-products, leaves and stems, were rich in nutrition and suitable as livestock feed.

5. Fifteen(15) naked barley(Sal-bo-ri) cultivars were tested for GWG. The first test cultivation eliminated five(5) cultivars, 'Naehan-Salbori', 'Dasong-Salbori', 'Dapoon-Salbori', 'Doowon-Chalsalbori' and Songhak-Salbori because they were not very suitable for GWG. The remaining ten(10) species were test cultivated again and the products were measured. The highest-yielding cultivars were 'Sae-Salbori' and 'Saehan-Chalsalbori', 'Donghan-Chalsalbori' and Kwanghwal-Salbori progressively yielded less. The lowest-yielding cultivars were 'Hoban-Chalsalbori', 'Jinju-Chalsalbori', and 'JaeAn-Chalsalbori'.

6. Whole grains harvested 15 days after earing time showed all green color. However, of those harvested 20 days after earing, only ten(10) cultivars re-cultivated maintained a green color. At the optimum harvest time of 20-25 days after earing, "Sae-Salbori' and 'Hoban-Chalsalbori' showed the best hulling efficiency. To extend the period of

green-ness, the optimum nitrogen fertilization was investigated. The scheme of 30% nitrogen basal fertilization, 30% additional fertilization at the initial growing period and 40% fertilization added 20 days after the first additional fertilization resulted in a 2-3 day extension of the green period and better hulling efficiency.

7. The optimum harvest time for producing the GWG wheat was 32-35 days after earing as investigated for yield and quality with the 'Gumkang' wheat cultivars. We test cultivated 20 cultivars of wheat, harvested 30 days after earing and tested for yield and quality for each cultivar. We selected two(2) cultivars, 'Baekjung' and 'Yonbaek' after considering the green-ness and the quantity of the produced GWG.

8. To investigate the production quantity and the quality of the GWG wheat depending on the seeding time, we tested autumn seeding(mid to late October) and spring seeding(mid February) with three(3) species including the 'Gumkang'. Autumn seeding showed higher yield and quality in general, and, also the earing time of the species was spread over 8-15 days so that it was possible to control the harvest time.

9. In terms of type II diabetes, for a group of obese woman after menopause who suffered medium term diabetes, the consumption of GWG had no positive effect on lowering blood sugar, however it gave the feeling of a satisfactory meal and led to an improvement on insulin resistant diabetes by weight loss. The ability to maintain the feeling of full and satisfied was very good so that actual meal size was reduced. Compared to the ordinary multigrain rice, it has higher total dietary fiber, vitamin B1 and vitamin E, which are typical antioxidative agents. These substances were shown to be related to the HDL cholesterol level, by the precedent study on the diet aspect of metabolic syndrome and diabetic patients and, thus, suggest that consumption of GWG may reduce the risk of cardiovascular disease. As the abdominal obese group has lower HDL cholesterol level than the normal ones and considering that many Korean women, after menopause, often suffer with obesity and diabetes, GWG is expected to be helpful for the cure and control of diabetes and, also for preventing cardiovascular disease.

10. A steam blanching system, the most important machine for producing GWG, cooling unit, and dehydration units were developed, manufactured and assembled for the performance test of the whole system. As a result of the performance test, the optimal blanching conditions were determined. Improvements on system performance were carried out during the production stage. The input and discharge of grain was automated and an automatic feeding system was added for transferring grain from the blanching system to the dehydration system. The overall performance of the system was vastly improved and the man-power needed for the production of GWG was reduced (blanching rate : 3500 kg/hr and the total processing time required for the GWG product : 45 hr). The fully

automated integrated drying and hulling system for the production of rice, wheat and barley GWG was developed. thus enabling the mass production of GWG. The development of such a hardware system was a major part of this project.

11. To dehydrate GWG after blanching, a rotating drum machine was adopted with a warm air circulation system. More than 80% of hay, leaves, chaff and dust were removed from raw GWG during the 1st dehydration period and thus can reduce the load and required time for the 2nd stage circulation dehydration system. The 1st stage dehydration process takes about the same time required for the blanching. The moisture content of raw GWG becomes 14-15% after 2nd stage dehydration, which is suitable for the hulling process. We installed two(2) 10 ton capacity automated systems to establish a foundation for large scale GWG production.

The grain selection system is capable of processing raw grain at 3 ton/hr. The system processes raw GWG, after 2nd stage dehydration, for further polishing by pounding or for the storage.

12. As we analysed the components of wheat and barley GWG, the one which has darker green color has lower L and negative(-) a values. Also, we confirmed higher crude fat, fatty acid and reducing sugar content in grains with darker green color and β -carotene components was found only in green grains. For processed foods with added GWG, the green color becomes darker as GWG content increase. Bread and muffins become harder when more GWG is added while cookies become softer. In sensory tests of food containing GWG, there was not much preference over the foods without GWG except for the bread.

13. For rice cakes (Baekseolgi) using GWG rice, 30% GWG content was preferred by many people. Dough-ripe stage(15 days after earing) GWG was preferred over the common or yellow ripe stage GWG. For barley GWG bread, the delaying of the starch aging effect become greater with increased GWG content. It was found that mixing brown rice and other grains is advisable for producing better and readily cookable GWG rice and/or barley powder. When 20% of GWG was added to pizza, the pizza was thinner and harder compared to one without any GWG. There will be enough potential for developing highly nutritious and profitable processed foods with GWG, preferred by health-conscious consumers.

13. When testing cooked GWG rice 'Samkwang', harvested 15 days after earing, compared to uncooked rice, we found that the L value was higher, a and b values were lower. Hence, it was confirmed that the green color become lighter with cooking. Also, fatty acids, β -carotene, phytosterol, tocopherol and reducing sugar content become much lower after cooking. However, moisture and crude fat content were determined to be much higher. The mineral content and protein composition amino acids were highest with GWG

harvested 15 days after earing. The cooked GWG rice, 'Chuchung', has essential amino acids of 215 mg valine, 74.4 mg methionine and 147.1 mg lysine per 100g. The 'Samkwang' contains 174.8 mg, 66.2 mg and 118.6 mg per 100g, respectively. It is safe to conclude that the nutritional value of GWG processed food is very high.

14. GWG wheat before the dehydration was prepared with salt water, put into a polyethylene pouch and kept in storage at 4°C. Fatty acid, moisture, phytosterol, reducing sugar, protein contents showed no noticeable change regardless of storage period. However, β -carotene, tocopherol, vitamin C contents become less as the storage time. The important bioactive substance, choline showed tendency to increase with the storage time. However, betaine showed no such tendency. Canned GWG wheat, without dehydration, showed about the same properties as the pouched one.

15. The optimal mixing ratio of GWG determined by experimenting with four(4) kind of rice, two(2) barley and two(2) wheat GWGs. 2, 4 and 6% of the above GWG were added to fermented milk and cultured. The ones with added barley and wheat showed shorter culturing time of 12 hours for reaching pH 4.5 and they are also thicker(higher viscosity) than the others. Sensory test showed that 2% added ones are more tasteful. They also showed better acid production, greater numbers of lactic acid bacteria, and higher viscosity than the comparison group for both yoghurt beverage and fermented milk. The increase of solid content led to better texture, and the fermented milk containing glutinous rice and common rice was preferred over the comparison group. This is highly promising for developing commercially viable fermented milk products.

16. Steamed buns with 10% GWG wheat and barley content showed no noticeable changes in gluten formation, color, taste, surface texture and porosity formation. As the content increased, the buns became drier. However, the steamed texture was very chewy and the one with barley content was better than the one with wheat content in many aspects such as color, surface texture and aroma. As a sufficient amount of shortening and butter are added when making cookies, it is expected that 30% or more rice, barley and wheat GWG can be added without much problems.

17. When 30% of GWG was added to the noodle product, a loss of glutinous properties made the option unsuitable. Noodles with 10% and 20% rice content and barley GWG have very soft and tasteful texture and are thus suitable for commercialization. Bread with rice and barley GWG content showed less desirable taste and aroma compared to the others and the group with 30% GWG content resulted in the best texture. For tortillas with GWG rice and barley content, the 30% groups all have good taste and surface texture. The preferred content ratio was 10% in the case of GWG rice and 20% in the case of barley.

18. As the grain size increases with GWG rice, barley and wheat, grinding into flour was more difficult. As the granule content increase, kneading of dough for sujebi (clear soup with dumplings) become more difficult, less glutinous and harder. Hence, it is suggested that the GWG content be adjusted to 50% and the granule size to 500 μ m. The cookies containing GWG contained more crude protein, moisture and β -carotene, and less crude fat compared to the other groups. No colon bacillus was detected and determined to be 4.7 cfu/g after ten(10) weeks of storage, which is lower than those of comparison groups. From an experiment on packing material and storage periods, it was determined that material A was superior in preserving dietary fiber and β -carotene content after 60 days of storage. The material also showed no sign of any harmful bacillus after 30 days of storage. thus we recommend the type A material, polyethylene for packing GWG products.

19. For the wet GWG wheat products stored for 25 days in a pouch, the group with 3% salt water treatment showed the lowest total amount of bacillus, 7.53log(cfu/g) and with the increase of salt water density, the total amount of bacillus was decreased. No colon bacillus was detected for both the pouched and canned specimens. For canned specimens, colon bacillus was detected, 2.43log(cfu/g), after 150 days of storage. Sensory tests showed that 3% salt water treatment scored the best for appearance, smell, taste, texture and overall preference. Thus, we conclude that 3% salt water is the most appropriate treatment method for wet GWG products

20. GWG does not have an established distribution system and thus requires a new and innovative way of distribution with keen insight. One way is to participate in various food exhibitions to communicate with buyers both foreign and domestic. The main nutritional content of GWG is carbohydrate which is the same as rice, wheat and potato, the main source of calories. Thus, it will not be competitive in the market against such traditional food materials as a source of carbohydrates. Therefore GWG will be promoted by explaining, to the buyers, the nutritional content of GWG that differentiates it from the traditional food material and its functional properties. Supporting materials with scientific data will also be provided to the buyers for actual sales.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of the study subject	23
Section 1. Objective and necessity of the study	23
Section 2. Contents and category of study	25
Chapter 2. Present state of study in domestic and overseas	27
Section 1. Present state of study in domestic	27
Section 2. Present state of study in overseas	28
Chapter 3. Major research and results obtained	30
Section 1. Materials and methods	30
1. Background of experimental approach	30
2. Materials and methods	30
Section 2. Results and discussion	195
1. Industrialization of green whole grain through Farmer technology diffusion	195
2. Selection of rice varieties and cultivation for green whole grain	245
3. Selection of barley varieties and cultivation for green whole grain	272
4. Selection of wheat varieties and cultivation for green whole grain	306
5. Impact of green whole grain intake, blood glucose and metabolic control in patients with diabetes	319
6. Blanching and dehulling system development for green whole grain production	327
7. Dry and well-selected system development for green whole grain production	333
8. Development of functional foods using green whole grain	377
9. Development of processed foods using green whole grain and milk	441
10. Changes in the distribution of quality and composition, and establishing of the green whole grain goods	466
Chapter 4. Achivement of research purpose and its contribution to the related research field	533
Section 1. Achivement of research purpose	533
Section 2. Contribution to the related research field	540

Chapter 5. The results of research and Application plan of the results	541
Section 1. The results of research	541
Section 2. Application plan of the results	552
Chapter 6. Scientific and technological information obtained from the study process	533
Chapter 7. References	534

목 차

제 1장 연구개발 과제의 개요	23
제 1절. 연구의 목적 및 필요성	23
제 2절. 연구 내용 및 범위	25
제 2장 국내외 기술개발 현황	27
제 1절. 국내 기술개발 현황	27
제 2절. 국외 기술개발 현황	28
제 3장 연구개발 수행내용 및 결과	30
제 1절. 재료 및 방법	30
1. 실험적 접근방법	30
2. 재료 및 방법	30
제 2절. 결과 및 고찰	195
1. 농가기술보급을 통한 녹색 whole grain의 산업화	195
2. 녹색 whole grain용 쌀 생산을 위한 품종선발 및 재배	245
3. 녹색 whole grain용 보리 생산을 위한 품종선발 및 재배	272
4. 녹색 whole grain용 밀 생산을 위한 품종선발 및 재배	306
5. 당뇨병 환자에서 녹색 whole grain의 섭취가 혈당 및 대사조절에 미치는 영향	319
6. 녹색 whole grain 생산을 위한 blanching 시스템 개발 및 탈부기술 구축	327
7. 녹색 whole grain 생산을 위한 건조 시스템 개발 및 정선기술 구축	333
8. 녹색 whole grain을 이용한 기능성 식품개발	377
9. 녹색 whole grain과 우유를 이용한 가공식품 개발	441
10. 녹색 whole grain 상품류의 유통 중 품질 및 성분변화 연구와 수출화 전략수립	466
제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	533
제 1절. 목표달성도	533
제 2절. 관련분야에의 기여도	540
제 5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	541
제 1절. 연구개발 성과	541
제 2절. 성과활용 계획	552
제 6장. 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	553
제 7장 참고 문헌	554

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

최근 웰빙(well-being)붐에 따라 기능성 유색미와 Whole Grain(이하 WG)에 관한 관심이 높아지고 있으며 이들 가공제품 섭취는 성인병의 예방 등에 효과를 제공하는 이점으로 인하여 점차 소비가 증가하고 있다. 구미 선진국은 자국민의 건강증진을 위해 적극적으로 소비를 권장하고 있다(하루 48-90g의 소비권장). 우리나라의 주식인 쌀의 경우 WG과 같은 현미는 영양분이 배아(쌀눈)에 66%, 겨층·호분층·내피에 29%, 배유에 5%로 분포되어 있다. 영양분이 가장 많은 배아가 현미 상태로 있을 때에는 섭취할 수 있지만, 백미 상태에서는 떨어져나가기 때문에 현미 상태로 먹는 영양가가 높다. 유색미는 그 색깔 때문에 품질의 다양화와 가공을 위한 재료가 되는데 색깔 이외에도 단백질, 비타민, 미네랄 등에서 영양적 가치가 일반미에 비하여 높은 것으로 알려지고 있다. 외국의 추세에 비추어 우리나라는 현미의 식용을 권장하나 적극적으로 못하고 가루로 가공하여 음식을 섭취하는 외국인들에 비해 WG을 이용한 먹거리의 종류도 다양하지 못한 형편이다. 이러한 단점들을 해결하기 위한 수단으로 개발된 녹색 WG는 곡물을 호숙기에 수확하여 blanching한 후 건조 후 또는 습식으로 탈부하여 정선된 곡물이다. 녹색 WG는 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡이므로 도정을 거치지 않고 바로 식용하여도 식감이 부드러운 특징을 가지고 있어 밥을 주로 먹는 우리나라 국민의 식성에 적합하다.

본 연구는 우선 노동력 분산을 위해 쌀, 보리, 밀을 대상을 녹색기간이 긴 품종의 선발과 수확기간을 길게 할 수 있는 재배방법을 개발하고자 하였다. 다음으로 WG는 대표적인 성인병인 당뇨병, 암, 심장병, 뇌졸중 발생을 위험도를 크게 낮추어 주는 것으로 확인(Anderson 등, 2009)있다. 본 연구에서는 새롭게 개발된 녹색 WG의 건강기능성 효과를 구명하기 위해, 당뇨병 환자에게 취토록 하고 식사 만족감 정도와 혈당조절 및 인슐린저항성 개선효과를 알아보고자 하였다.

기존의 곡물생산이 완숙기에 수확되어 수확-건조-도정-정선 과정을 거치는 것과는 달리 녹색 WG는 호숙기수확-blanching-건조-탈부-정선을 거쳐야하기 때문에 대량생산을 위해서는 증숙기, 건조기, 탈부기 등의 새로운 농기계의 개발이 필요하다. 따라서 blanching, 건조, 탈부, 정선 공정을 수행할 수 있는 시스템을 개발하고 이를 바탕으로 녹색 WG의 산업화를 위한 대량 생산체제를 구축하고자 하였다. Blanching이 끝난 곡물은 대용량 건조 시스템으로 곧바로 이송되어 표면수분을 제거하고 곡물내부의 수분을 조정하는 건조과정을 거치게 된다. 건조 후 탈부와 정선 공정까지의 전 과정에 대한 일관기계 시스템 혹은 기술을 구축하여 생산의 효율을 극대화 하고자 하였다.

근래에는 곡류의 소비가 전반적으로 낮아지고 있고 식생활의 고급, 다양화로 인하여 소비자들은 식상품의 가격보다는 맛과 영양적 가치에 보다 많은 관심을 두고 있다. 특히 곡류는 도정하는 과정에 대부분의 겨와 배아가 탈락되거나 중요 영양소가 제거되어 버리게 되어 영양적 가치가 떨어지게 된다. 일반 WG는 섬유소, 비타민 B, 비타민 E, 철분, 마그네슘 등을 함유하고 있다. 특히 곡류의 호숙기는 녹색을 띄고 있고 상대적으로 수분과 각종 비타민 그리고 영양소를 골고루 함유하고 있으며 전분함량은 도정 곡물과 비교하여 적고 반대로 환원당은 상대

적으로 높으며 섬유소, 회분 등은 월등히 높아 영양학적으로 매우 우수한 것으로 알려지고 있다. 또한 WG는 식감이 떨어지고 주로 현미, 통밀, 보리, 귀리, 기장, 메밀 등을 가루로 만들어 식품재료로 이용하는 경우가 많다.

이러한 단점들을 해결하기 위해 개발된 녹색 WG의 일반영양성분 및 생리활성 성분의 작용 특성을 구명하고 이를 기반으로 기능성 식품을 개발하는 것은 수요증대를 위해 매우 중요하다. 그리고 가공 식품의 소비촉진 및 수출시장을 개척하기 위해서 유통 중의 품질 및 성분변화 연구를 통하여, 품질을 유지시키고 유통기한을 증대시켜 식품으로써의 안정성을 증대시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 요구된다.

2. 연구개발의 필요성

미국의 경우 1999년부터 WG이 51% 이상 함유된 식품에 대하여 심장병과 일부 암의 위험을 줄일 수 있다는 표시를 할 수 있도록 허용하고 있으며 다국적 곡물회사인 General Mills은 아침식사용 씨리얼을 모두 WG으로 바꾸어 생산하겠다는 방침을 2004년에 발표하기도 하였다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 정부차원의 권장에도 불구하고 WG는 거친 식미 때문에 소비가 크게 늘어나지 않고 있는 있으며, 더욱이 우리나라의 경우는 WG에 관한 인식마저도 아주 미미한 실정으로 WG산업의 개발, 확산이 매우 절실한 시점이다.

녹색 WG는 일반 WG의 단점인 거친 식미의 해결을 위해 새롭게 개발이 시도된 것으로, 작물의 호숙기에 수확하는 산물이다. 녹색 WG는 조리 후에도 녹색을 유지하며 식미가 부드러워 밥을 위주로 하는 우리나라 국민의 식성에 아주 적합한 것으로 인정된 새로운 개념의 곡물이다. 녹색 WG는 본 연구진에 의해 시험생산 기술이 개발되었으나 시장지향적인 대량생산을 통하여 유통시키기 위해서는 벼, 보리, 밀에 대한 적정품종의 선발, 녹색기간을 연장시키는 재배법의 개발, 유숙기 때 을 수확한 직후 녹색을 고정시키기 위한 범용형의 대용량 blanching 기계를 개발, 대량 건조시스템을 개발 등을 통하여 대량생산 일관기계 시스템의 구축이 선결되어야 한다.

또한 산물의 식미특성은 물론 성분분석을 통한 영양적 특성, 건강적 기능효과 등이 구명되어야 새로운 상품으로써 품질을 인정받을 수 있다. 아울러 녹색 WG는 물론, 관련 식품의 개발시에 최적의 품질을 유지할 수 있는 저장조건 및 유통조건의 확립이 필요한 실정으로 저장·유통 중 녹색 WG와 가공제품의 품질변화에 대한 연구의 필요성이 제기된다. 한편 국내 유통 및 해외 수출을 목표로 제품을 개발하기 위해서는 개발한 제품에 대한 정확하고 자세한 정보를 제공과 객관적이고 신속한 품질평가 기법의 필요성이 대두됨으로 이에 따른 유통 및 수출화 전략 수립이 필요하다.

녹색 WG의 대량생산이 가능해지면 휴경지로 전환해야하는 전국 논 면적의 30%에 해당하는 논이 녹색 WG 생산 용도로 전환하게 되며, 국내소비 창출은 물론 이미 시장이 형성되어 있는 구미지역으로의 수출도 가능하여 농가 경영소득을 증대시킬 수 있을 것으로 보인다. 또한 쌀 생산 과잉과 밀, 맥류산업의 쇠퇴라는 국내 미곡생산의 불균형을 해소하여 안정적인 식량자원을 확보하고, 이들 작물의 고부가가치화로 농촌경제를 살려 국제경쟁력을 강화할 필요성이 있다.

제 2절 연구내용 및 범위

본 연구는 새로운 개념의 곡물을 생산하여 농가의 수익을 증대 시키고 녹색 WG 생산 기술을 농가에 보급하여 침체되어있는 맥류 산업의 활로를 찾는 것과 동시에 비정맥식품인 WG를 홍보하고 섭취를 장려하여 국민 건강 증진을 향상시키는 것에 그 목적을 두고 있다. 녹색 WG는 본 연구진에 의해 시험생산 기술이 개발되었으나 산업화에는 부족한 부분이 많았다. 따라서 대량 생산을 통한 산업화를 위하여 1)대량 생산 체계 구축, 2)품종 및 재배법 개발 3)건강 기능성 구명, 4)일관 기계화시스템 개발, 5)영양성분분석, 6)기능성식품개발, 7)판매 및 수출화 전략 수립에 중점을 두고 아래와 같은 내용을 수행하였다.

1. 농가 기술 보급을 통한 WG 생산의 산업화

녹색 WG 대량생산을 위하여 전북 지역을 중심으로 재배단지를 조성하고 기술 이전을 실시함과 동시에 군산시와 MOU체결을 통한 지자체와의 협력체계를 구축하였다. 이를 바탕으로 군산 지역에 녹색곡물 생산단지 및 저장·가공 시설 등을 설치하였다. 녹색 통곡물의 산업화(군산시 향토산업육성사업)선정을 통한 지속적인 산업화가 이루어지도록 후속 사업 선정을 위하여 노력을 하였다. 수확기간 연장을 위한 활용방안을 모색하고 다양한 상품을 개발 하였다. 녹색 WG는 참여회사를 주축으로 가공·유통·판매되었으며 홍보를 위하여 다양한 언어로 브로셔를 제작하였다.

2. 벼 품종 선발 및 재배적 특성 조사

대량 생산에 맞는 벼 품종을 선발하기 위해 12품종을 선발하여 그 적합도를 알아보았다. 파종 및 이앙시기와 시비량에 따른 생육특성을 조사하고 일반성분 및 아밀로오스 분석을 실시하였다.

3. 보리 품종 선발 및 재배적 특성 조사

녹색 WG로 가능한 보리 품종 및 자원을 선발하기 위해 15 품종을 중심으로 결과에 따라 제공시켜 사용하였다. 높은 품질의 녹색보리를 생산하기에 적합한 수확적기를 구명하고 녹색기간을 오래 동안 유지시키기 위해 재배적인 측면에서 시험을 수행하였다. 파종시기와 시비량에 따른 생육과 품질 조사를 실시하였다.

4. 밀 품종 선발 및 재배적 특성 조사

녹색 WG용 밀 재배기술을 확립하기 위하여 20종의 품종을 이용하여 알곡이 녹색을 띠면서 수량성이 가장 높은 시기를 설정하였다. 녹색통밀의 품질과 수량을 기준으로 적정한 품종을 선발하였다. 그리고 수확시기를 분산시키기 위하여 파종시기별 품질과 수량성을 검토하였다.

5. 당뇨병환자에서 녹색 WG 섭취가 혈당 및 대사 조절에 미치는 효과구명

대상 환자에게 조사 전 신체계측·혈액검사 및 설문조사와 함께 섭취 전 식사내용과 조리 방법, 섭취량 등에 대한 영양교육을 실시한 후 녹색 WG이 30% 섞인 혼합식을 주식으로 12주간 섭취한 후 신체검사와 혈액검사 및 설문조사를 다시 시행하여 여러 가지 지표의 변화를 비교 분석하였다.

6. Blanching 및 탈부 시스템 개발

Blanching, 건조, 탈부, 제현, 선별, 저장 일 작업기계 모델을 선정하여 모든 공정에서 자동화 시스템을 이루고자 하였다. 범용형의 대용량 blanching 기계를 개발하기 위하여 시작품을 제작 가동시키면서 Blanching 특성 및 최적 조건을 분석하고 보완을 실시하였다. 기존 탈부 시스템의 작업 성능을 향상 시키고 모든 공정의 일관기계화 시스템을 개발하였다.

7. 건조 및 정선 시스템 개발

녹색 WG 고유의 특성, 즉 녹색의 곡물 표면을 유지할 수 있는 건조 특성을 분석하고 이를 고려한 녹색 WG 원료 건조시스템을 개발 하고 녹색 WG의 크기, 파쇄미, 동할미 발생 정도를 분석하여 적합한 정선시스템을 개발하였다.

8. 기능성 식품개발

녹색 WG의 일반 영양성분 및 생리활성성분의 작용 특성을 고려한 기능성 식품 생산기술을 개발하기 위하여 녹색 WG(밀, 보리)의 이화학적 성분(수분, 조지방, 지방산, β -Carotene, Phytosterol, Tocopherol, 환원당, 비타민 B1, B2, B6, 나이아신, 비타민 C, 회분, 단백질, 무기질(Ca, Fe, Na, K, P, Cu), 식이섬유, 구성아미노산, 당조성) 을 분석하였다. 또한 녹색 WG를 이용하여 식빵, 머핀, 쿠키를 제조하고 물리적 특성을 분석하고 관능검사를 실시하였다.

9. 우유를 이용한 가공 식품개발

녹색 WG에서 단백질을 분리하여 RBL-2H3 세포를 이용한 알러지 저해인자 기능 평가를 실시하였다. 또한 녹색 WG를 이용한 발효유, 찜빵, 쿠키, 면류, 시폰케익, 식빵, 토르티야를 제조하여 물리적 특성을 분석하고 관능검사를 실시하여 녹색 WG의 적합한 배합비율을 조사하였다.

10. 유통 중 품질 및 성분 변화 연구와 수출화 전략 수립

녹색 WG(밀)는 입자별로 분쇄하여 수제비와 영양바를 제조하여 Macronutrient(수분, 조단백질, 조지방, 회분, 탄수화물, 조섬유)와 Micronutrients(비타민C, 비타민B1, 나이아신칼륨베타카로틴)분석을 실시하고 포장재에 따른 미생물학적 특성을 조사하였다. 습식용 원료는 소금물에 처리하여 파우치와 통조림 형태로 저장 및 유통 중 품질에 대하여 조사하였다. 또한 유통 및 판매에 필요한 마케팅에 대하여 조사하고 그 전략을 수립하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내 기술개발 현황

WG의 원료인 맥류 및 벼 생산량 대비 국내 총 시장규모는 2007년 벼는 87,393억, 맥류는 약 1,372억원(농림부 홈페이지)에 이르고 있으나 대부분 정곡으로 이용되고 있으며 이들 일부는 잡곡이나 두류 등을 혼합한 건강 선식은 2002년 약 2000억원으로 추정하고 있다(유시민 의원 국정보고자료, 2004). 또한 2006년도 1인당 1일 한국인 추천 곡물량은 약 401g(한국농촌경제연구원, 2007)으로 이들 중 약 10%를 WG으로 이용할 경우 1년 소비량이 약 14.6kg이 소비될 것으로 추정되며 이를 금액으로 추정할 경우 1인당 소비금액은 116천원을 소비되어 전체 시장규모는 5,800억원대로 추정할 수 있을 것으로 예상되지만 아직까지는 국내 시장은 전무한 실정이다.

기존에 행해져온 녹색 WG쌀의 제조방법으로는 녹색성분을 추출하여 쌀에 착색시키는 방법(특허출원번호 10-1999-0032395)으로 쌀에 추출물을 흡수시켜 자체성분을 보존하는 방법이 아니라, 다른 성분을 흡수시켜 품질을 향상시키는 방법이다. 착색법과는 다른 형태의 녹색 WG와 관련된 국내 기술은 국내 기술은 충남대학교(2004)가 개발한 바 있다. 녹색 WG보리의 생산방법으로 호숙기의 보리이삭을 채취하여 뜨거운 물에 90초 정도 데친(blanching)후 50℃의 열풍기에서 건조시켜 녹색의 상태를 유지시키는 방법(특허출원번호 10-2000-0032833)이 있다. 유사한 방법으로 녹색 WG밀의 제조방법도 고안되었다. Blanching에 의하여 제조된 녹색 WG보리 및 WG밀의 생산방법은 호숙기에 채취하여 씨눈이 그대로 포함되어 있기 때문에 각종 영양성분의 함유량이 기존의 보리 및 밀에 비해 다량 함유되어 있으나 뜨거운 물에 데치는 동안 엽록소가 파괴되고 추출되어 녹색이 선명치 못한 단점이 있는 것으로 알려졌다. 녹색보리와 밀을 생산하기 위한 수확시기는 녹색정도와 수량을 동시에 고려할 경우(당해연도 기상여건에 따라 다름) 대체로 보리는 5월 20일, 밀은 5월 27일을 기준하여 전후 2일로 판단하였다. 이 시기는 황숙기에 돌입하기 직전인 호숙기로 녹색도가 높으며 많은 수량성을 나타내 황색의 낱알이 혼합되지 않은 적절한 수확기로 판단하면서 수확기간이 4-5일로 단기간임을 지적하였다. 녹색 WG보리용 품종은 새쌀보리, 흰쌀보리, 강호쌀보리, 재강쌀보리, 남호쌀보리, 동호쌀보리 등을, 녹색 WG밀 품종은 남해밀, 새올밀, 조은밀, 조품밀, 안백밀 등을 선발하였다.

Blanching 방법에서도 스팀(수증기)처리에 비해 끓는 물을 이용하여 blanching하는 경우에 녹색이 더욱 선명하고 작업도 편리하다고 판단하였다. Blanching 시간은 90초 이상이 되어야 녹색을 고장하는데 유리하고 30초와 60초 동안 처리하는 것은 엽록소 고정이 잘 일어나지 않아 건조 후에 갈색으로 변하는 경향이 많다고 하였다. 녹색 WG보리의 수확기간을 연장할 수 있는 방안으로 파종기를 늦추거나 춘파를 이용하여 10일정도 수확을 지연시켰다. 그러나 답리작 재배단지에서는 벼 이앙시기와 중복되면서 큰 의미가 없음을 지적하였다. 수확물에 대한 blanching 전 저장방법에서는 4℃에서 10일 이상, 10℃에서 5일 이상 저장할 경우 알곡이 갈색으로 변하였고, 15℃이상에서는 수확 후 2-3일부터 황변하는 현상을 보여 저온저장에 의한 가공처리시간 연장의 가능성을 확인하였고 경제적인 측면에서의 재검토를 지적하였다.

녹색 곡물의 영양성분은 황숙기의 알곡에 비하여 섬유소, 환원당, 회분 등이 월등히 많았고 호숙기간 중에 수확시기가 빠를수록 blanching 시간이 경과할수록 단백질, 지방질, SOD활성은

감소하였다. 수확이 늦어질수록 보리는 β -glucan 함량이 낮아지고 밀은 α -tochoperol의 함량이 증가하였으나 파종기에 따른 성분 함량의 변화는 크지 않다고 보고하면서 수확시기에 따라 녹색 곡물의 일부 성분의 함량이 변화됨을 밝혔다. 녹색으로 제조된 보리와 밀을 상온에서 저장하거나 광 조건하에서 냉장 저장한 경우 퇴색이 빠르게 진행되었고 냉장소에 저장하면 1년 이상 저장이 가능하다고 판단하였다. Blanching 시간이 60초 이하에는 저장기간 1-2개월, 10°C의 광 조건에서 갈변한다고 하였다. Blanching을 90초 이상하고, 4°C의 냉장소에 보관하면 1년 동안 녹색이 유지된다고 하였다. 또한 녹색 곡물은 혼반용으로 이용하고 가루형태로 다른 식품재료와 혼합하여 이용이 가능하나 가열, 제분 등의 가공과정에서 녹색이 퇴색되는 경향을 보인다고 지적하였다. 녹색 곡물을 대량 생산하기 위해서는 기존의 개발된 기계만으로는 미흡하며, 수확, blanching, 건조, 탈부, 정선에 대한 일련의 과정을 기계화할 수 있는 자동화 체계 확립이 절실하다고 강조하였다.

그 밖에도 blanching 기술을 활용하여 기능성을 높이고 가공성을 향상시키고자 하는 연구는 국내에서도 꾸준히 연구되고 있는 분야이다. 정 등(1999)은 팥콩의 품질향상을 위하여 마이크로파를 이용한 blanching 기술을 개발하고 황 등(2004)은 새송이, 이 등(2011)은 도라지, 김 등(2012)은 양상추 등을 이용하여 연구하고 있다. 현대인의 식생활이 인스턴트 화 되어 비만과 성인병의 문제가 대두되고 있고 이를 예방하기 위하여 식이섬유의 섭취에 대한 관심이 날로 증대되고 있으므로 영양과 기능성을 함유한 WG에 대한 다양한 식품의 연구와 개발이 필요하다. 이와 관련하여 WG을 이용한 연구는 유제품 중 곡류를 이용한 연구보고가 있으며 보리당화액과 탈지유와 혼합 발효에 의한 유산균 음료 개발(Yu와 Lee, 1982), 보리 당화액, 젖산균 음료 개발 및 발효유 제품에 관한 식품제조 분야에 대한 연구가 대부분으로 WG으로 적합한 품종 선발 및 재배 방법에 대한 연구는 전무한 실정이다.

제 2 절 국외 기술개발 현황

미국 식품의약국(FDA)는 WG에 대하여 가공을 거치지 않은 자연 그대로의 성분이 존재하는 곡물이라고 정의 하고 있다. 1999년부터 WG이 51% 이상 함유된 식품에 대하여 심장병과 일부 암의 위험을 줄일 수 있다는 표시(건강기능성마크)를 할 수 있도록 허용하고 있으며 다국적 곡물회사인 General Mills는 아침 식사용 곡물을 모두 WG으로 바꾸어 생산하겠다는 방침을 2004년에 발표하기도 하였다. 넓은 의미로는 최소한의 가공을 거쳤어도 곡물의 기본 성분을 다 갖추고 있을 경우에는 성분검사 등을 검사하고 WG 표시를 사용 할 수 있도록 하였다. 또한 가공된 WG도 건강기능성 마크표시를 사용 할 수 있도록 부분적으로 허용하고 있다(De Moura외 2인, 2009). 미국 농무성과 FDA(2005)의 발표에 의하면 성인 1인당 추천 WG 약 48-90g을 섭취해야 각종 성인병 예방 및 건강증진, 유지할 수 있을 것으로 공시했으며, WG은 밀, 벼, 콩, 귀리 등 다양한 상품으로 출시되고 있다. 연도별 WG 생산량은 해마다 20% 이상의 증가율을 보이고 있으므로(표 1) 그 수요량은 향후 폭발적으로 증가할 것으로 예측되며, 정확한 시장 규모는 확인되지 않고 있지만 생산량 대비 WG의 시장 규모도 폭발적으로 증가할 것으로 예측된다.

표 1. 연도별 미국의 WG 생산량과 증가율

연도	생산량(만톤)	증가율
2003	3,231	---
2004	3,877	20%
2005	4,459	15%
2006	5,610	26%
2007(추정치)	7,013	25%

출처 : Mintel Global New Products Database, 2006

WG은 통밀, 전곡보리, 현미 등이 주로 소비되고 있으며 벼의 겉겨만 제거하고 도정하지 않아 쌀겨 또는 밀기울 등의 외피와 배유, 배아가 그대로 남아 있고, 단백질, 필수지방산, 각종 비타민이 풍부하고 식이섬유함량이 도정미에 비하여 2배 정도 많아 소화를 지연하여 장내 체류시간을 늘림으로써 적게 먹고도 포만감을 줄 수 있는 저칼로리의 다이어트 효과를 볼 수 있고 보고하였다(Keogh외 4인, 2007). WG 식품에 대한 관심은 선진국을 중심으로 세계적으로 확산되고 있는 추세이며 섭취량은 일정하지 않지만, 미국의 경우 통밀가루로 만들어진 빵이나 30g 정도의 홀그레인을 1일 6-11 servings(시리얼 30g, 1 serving = 70cal)를 섭취할 것을 권장하고 있다. 호주에서는 식품 포장이나 광고에 있어서 건강 기능성 마크 사용을 허용하지 않지만 공식 지침이 존재하지 않는 경우에는 곡물의 포장에 소비자들을 위하여 WG의 매일 최소 섭취량(슬라이스 형태의 곡물(WG) 빵을 1 serving 당 2개씩 4회)을 권장량을 표시하도록 하고 있다(Griffiths, 2010).

미국 내 일부 청소년과 젊은 성인을 대상으로 WG 섭취 패턴을 조사한 결과 외식을 자주 접하는 나이의 청소년과 젊은 성인들은 WG를 접하는 빈도수가 적었으며 먹는 경우에도 맛이 없어 선호하지 않는 것으로 나타났다. 즉, 가정뿐만 아니라 레스토랑 등에서 WG 식품을 사용량을 늘리고 WG 제품을 소비촉진 등을 위해서는 맛 등을 개선해야 한다고 보고했다(Larson 외 3인, 2010). 이와 같은 결과를 토대로 영양사와 곡물제조업체에서 WG 소비를 촉진하기 위한 방안으로 WG식품 관련 레시피나 상품개발의 필요성을 주장하고 있다. 이밖에도 다양한 소비 촉진을 위한 연구가 이루어지고 있으며 맛있으면서도 쉽게 접할 수 있는 제품을 개발하고 있다. 하지만 녹색 WG는 세계 어느 곳에서도 유례를 찾아볼 수 없는 연구와 기술 개발이 이루어지고 있으며 그 가공품 역시 초기 연구·개발 단계에 있다. 따라서 국내뿐만 아니라 해외에서도 녹색 WG에 대한 인식은 거의 없다고 보아도 무방하며 산업화가 전무한 실정이다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절. 재료 및 방법

1. 실험적 접근방법

본 연구는 새로운 개념의 곡물을 생산하여 농가의 수익을 증대 시키고 녹색 WG 생산 기술을 농가에 보급하여 침체되어 있는 맥류산업의 활로를 찾는 것과 동시에 비정백 식품인 WG를 홍보하고 섭취를 장려하여 국민 건강증진을 향상시키는 것에 그 목적을 두고 있다. 녹색 WG를 대량 생산하기 위하여 전북 부안, 김제, 익산의 영농단을 중심으로 재배단지를 조성하고 대량생산 체계를 구축하였다. 그리고 품종에 따른 녹색기간의 차이에 대하여 조사하고 수확, blanching 및 탈부 작업이 용이한 품종 특성을 구명하고 선발하였다. 수확기간 연장 및 생산량 증가를 위한 호숙기와 완숙기 사이 곡물의 상품화 방안으로(보리, 밀, 벼) 수확기간의 연장범위 및 품질, 영양평가를 통한 활용방안을 모색하였다. 생산된 녹색 WG는 생산-유통-소비자로 연결되는 판매망을 구축하여 다양한 유통망 확보 및 상품개발을 통한 농가의 소득을 증대 시킬 수 있도록 노력하였다. 또한 당뇨병 환자들을 대상으로 하여 녹색 WG의 기능성을 연구하고 이를 토대로 홍보를 실시하였으며 다른 성인병에 대한 효과의 도출에도 유용한 기초자료로 제공될 수 있도록 하였다. 대량생산에 필요한 녹색 WG 생산 기계화 시스템을 개발하였으며 blanching-건조-탈부-정선에 이르는 일관 기계화생산 가공라인을 구축하였다. Blanching, 건조, 탈부, 정선 시스템을 개발하고 유니트를 제작하였으며 성능분석 및 보완을 실시하였다. 위와 같은 과정을 통해 생산된 녹색 WG의 이용방안을 확대하기 위하여 연령에 따른 요구량에 맞는 일반 영양성분 분석 및 생리활성 성분의 특성을 구명하고 이를 고려한 기능성 식품을 개발하였다. 또한 녹색 WG의 저장기간과 물리적, 영양 화학적 품질평가 및 식미와의 통계학적인 요인분석을 고찰함과 동시에 회귀모델 및 database 설정하여 품질평가기준을 확립하고자 노력하였다. 최종적으로 녹색 WG와 그 가공품의 시장경제성 분석을 실시하고 녹색 WG의 판매시장 구축 및 수출활성화를 방안 모색을 위하여 상품류의 유통 중 품질 및 성분 변화 연구와 수출화 전략을 수립하였다.

2. 재료 및 방법

가. WG 생산의 산업화

산업화에 필요한 pilot plant 조성과 함께 다양한 상품화 방안을 모색하고 녹색 WG 생산·판매를 위한 유통망을 구축하였다. 군사시의 한 농가를 선택하여 일관 기계화 작업을 실현하기 위해 트랙터 수확, blanching 기, 건조기, 탈부기, 정선기에 대한 처리 특성을 조사하고 이를 pilot plant화 하였다. 생산 농민과 함께 수확적기의 선택, 처리용량, 건조 시간 등을 조사하면서 시행착오에 대한 개선점을 도출하였다.

(1)재배단지조성

녹색 WG 대량생산을 위하여 전북 부안, 김제, 익산의 영농단을 중심으로 재배단지를 조성

하였다. (유)새만금홀그레인(지역영농단체)에 기술이전을 실시함과 동시에 군산시와 MOU체결을 통한 지자체와의 협력체계를 구축하였으며 녹색곡물 생산단지 및 저장·가공 시설 등을 설치하였다.

(2) 수확기간 연장

생산량 증가를 위한 호숙기와 완숙기 사이 곡물의 상품화 방안으로(보리, 밀, 벼) 수확기간의 연장범위 및 품질, 영양평가를 통한 활용방안을 모색하였다. 품종의 선택, 파종기, 시비량 등을 달리하여 수확기간의 폭을 넓일 수 있는 방안을 모색하였다.

(3) 유통조건 확립

건조 후 탈부된 녹색 WG 저장 및 유통 조건을 확립하기 위하여 시중 유통되는 포장재와 흡습재를 이용하여 다양한 조건에 따른(온도, 광도) 저장 및 유통후의 색도, 영양소, 식미 등의 변화를 관찰하였다.

(4) 상품의 다양화

습식방법에 의한 녹색 WG 생산과 저장 및 유통 조건을 조사하였으며 취반특성 및 영양 분석을 실시하고 녹색 WG를 재료로한 식품제조 특성을 조사하였으며 파우치, 통조림 등의 상품 개발을 실시하였다. 습식 개발된 녹색 WG밀과 보리는 샐러드의 이용을 시도하였다. 아울러 일반 WG 생산시에 발생하는 부산물인 미강을 이용한 누룽지를 개발하고, 녹색 WG 분말을 사용한 빵, 백설기, 쿠키, 요쿠르트, 푸딩 등의 다양한 가공품을 개발하였다.

(5) 판로확대

생산된 녹색 WG는 연구목적으로의 이용 외에도 참여회사를 주축으로 유통업체인 (합)광복농산과 유통 및 판매망을 구축하여 판매를 실시하였다. 해외전시회참관을 통한 상품의 개발을 구상하고, 국내에서 시행되는 식품전시회에 참가하였다.

(6) 홍보

녹색 WG의 우수성을 알리기 위하여 기존의 WG와 차이점을 쉽게 알아볼 수 있도록 하고 다양한 정보를 수록한 브로셔를 제작하였다. 브로셔는 국문이외에도 영문, 일문, 중문으로 제작하여 전시회 등에 사용되었다. WG의 건강기능성과 비교했을때 녹색 WG의 영양학적 성분이 우수한 것으로 밝혀졌다. 하지만 실제 건강기능성에 대한 검증은 전혀 이루어지지 않았기 때문에 그 효과 구명을 위하여 1-5세부과제를 통해 기능성을 검증하고 이 자료를 홍보 및 기초자료 구축에 사용하였다.

나. 벼 품종선발

본 실험은 충남대학교 농업생명과학대학 부속 농장 벼포장에서 실시하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 하여 수행하였다.

(1) 품종

조생종인 운광벼, 신선찰벼, 중·만생종인 호품벼, 백옥찰벼를 공시하여 사용하였다.

(2) 파종시기 및 이앙

파종시기는 4월 30일과 5월 20일에 상자당 200g씩 파종하여 약 30일간 육묘한 후 본답에 5월 30일과 6월 20일에 각각 이앙하였다. 이앙은 품종별로 주당 개체수를 3~4개로 정하여 이앙하였으며 재식거리는 15cm X 30cm 간격으로 실시하였다.

(3) 시비

시비량은 10a당 질소시비는 표준시비량인 9kg와 18kg, 인산 4.5kg, 칼륨 5.7kg를 시비하였다. 이중 질소는 기비로 50%, 분얼비 25%, 이삭비 25%씩 각각 분시하였으며, 인산은 전량 기비로 전층시비 하였고, 칼리는 기비와 수비로 70%와 30%를 분시하였다.

(4) 생육 특성

품종별로 이앙시기와 질소시비 처리에 따라서 출수 후 15일, 20일, 25일, 30일, 40일에 간장, 수장, 엽면적등 지상부 생육조사와 현미를 대상으로 천립중과 수량을 조사하였다. 성숙기 이후에 수량 및 수량구성요소를 각각 조사하였다.

(5) 색도

출수 후 15일, 25일, 40일에 겨를 제거한 수 현미를 대상으로 측정하였다. 시료를 Petri dish(35x10 mm)에 넣고 색차계(JC801, Color techno co., Japan)를 사용하여 L(Lightness), a(Redness:+, Greeness:-), b(Yellowness:+, Bluness:-)값으로 나타내었다. 각각의 시료는 3회 반복 이상 측정하여 그것의 평균값을 나타내었다.

(6) 일반성분 분석

잎과 줄기의 일반성분은 AOAC 방법에 따라 행하였다. 수분함량은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였고, 조단백질은 semi micro Kjeldahl법(Foss digester 2020 and Foss Kjeltac 2400 analyzer, Foss Tecator, Huddinge, Sweden), 조지방은 Soxhlet 추출법으로 추출하여 측정하였으며, 조섬유는 1.25% H₂SO₄ 및 NaOH 분해법, 조회분은 600°C 직접회화법으로 측정하였다. 그 외 나머지 성분은 가용성 무질소물로 나타내었다.

(7) 아밀로오스 분석

쌀가루의 아밀로오스 함량은 Williams 등(16)의 비색법에 의하여 정량하였다. 쌀가루의 20 mg을 100mL의 매스플라스크에 취하고, 0.5 N KOH용액 10 mL를 가하여 5분간 저어 시료를 분산시킨 다음 증류수로 100mL 정용한 다음 10 mL를 취하여 0.1 N HCl 5 mL와 요오드 용액 0.5 mL를 가하고 증류수를 첨가하여 50 mL로 정용한 다음 실온에서 5분 방치한 후 680 nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로오스 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 계산하였다. 아밀로오스 표준곡선은 아밀로오스, 아밀로펙틴을 일정비율로 혼합한 다음, 위의 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다.

다. 보리 품종 선발

녹색 WG보리로 이용 가능한 품종 및 자원을 선발하기 위해 가능한 많은 품종을 파종하였다. 또한 높은 품질의 녹색 WG보리를 생산하기에 적합한 수확적기를 구명하고 녹색기간을 오

래 동안 유지시키기 위해 재배적인 측면에서 시험을 수행하였다. 시험구는 난괴법 3반복을 실시하였다.

(1) 품종

(가) 녹색 WG보리 선발

경상남도농업기술원 포장에서 유망 품종으로 재배되고 있는 품종들 중에 1회 시험은 15품종(새쌀보리, 새한찰쌀보리, 광활쌀보리, 내한찰보리, 다송쌀보리, 다풍쌀보리, 동한찰쌀보리, 두원찰쌀보리, 송학쌀보리, 재안찰쌀보리, 진주찰쌀보리, 청호쌀보리, 풍산찰쌀보리, 호반찰쌀보리, 흰찰쌀보리)을 공시하였고 2회 시험은 1회 시험에서 수량과 탈부율, 녹색도의 특성이 낮은 5품종(내한찰보리, 다송쌀보리, 다풍쌀보리, 두원찰쌀보리, 송학쌀보리)을 제외시킨 나머지 10품종(새쌀보리, 새한찰쌀보리, 광활쌀보리, 동한찰쌀보리, 재안찰쌀보리, 진주찰쌀보리, 청호쌀보리, 풍산찰쌀보리, 호반찰쌀보리, 흰찰쌀보리)에 대하여 재공시하였다.

(나) 호숙기 유지 연구

재배 품종은 광 지역 적응성 품종으로 전국 쌀보리 재배지역에 적합한 우수한 품종인 새쌀보리와 두줄보리의 특징을 가지는 풍산찰쌀보리 2가지 품종을 2회 시험 모두 공시하였다.

(2) 파종시기

파종은 1, 2회 시험 모두 각각 10월 28일과 10월 31일에 파종하였으며 파종량은 표준 파종량인 16kg/10a 파종하였다. 이때 시험구의 재식거리는 각각 150 × 120cm였다.

(3) 시비

(가) 녹색 WG보리 선발

토양검정을 통해 질소-인산-加里-퇴비를 각각 7.8-6.8-3.9-1,000 kg/10a 시비하였다. 추비는 각각 3월 5일과 15일에 1회씩 추비하였다.

(나) 호숙기 유지 연구

보리의 녹색기간인 호숙기의 유지를 위해 질소질 비료 처리를 달리하였다. 처리 내용은 기비40% + 1차 추비30% + 2차 추비30%, 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%, 기비 50% + 추비 50% 3가지 처리를 하였다. 기비는 파종 전 처리하였고 1차 추비는 생육재생기에 추비하였으며 2차 추비는 1차 추비 20일 후에 처리하였다.

(4) 생육 조사

농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(2003. 11)에 따라 생육단계, 생육상황, 종실특성, 수량구성요소 및 수량, 탈부율을 조사하였다.

(5) 품질조사

수확시기별 보리쌀의 녹색상태와 blanching(끓는 물에서 90초간 처리)된 보리쌀의 녹색상태 엽록소(Chlorophyll meter SPAD-502, Minolta, Japan)를 측정 하고 색도계(Spectrophotometer CM-3500, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter Value Redness값인 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b,

yellowness)값으로 측정하였다.

라. 밀 품종 선발

녹색 WG 밀 재배기술을 확립하기 위하여 알곡이 녹색을 띠면서 수량성이 가장 높은 시기를 설정하였고 녹색 WG밀의 품질과 수량을 기준으로 적정한 품종을 선발하였다. 그리고 수확시기를 분산시키기 위하여 파종시기별 품질과 수량성을 검토하였다.

(1) 품종

(가) 적정수확시기 연구

밀의 곡립이 녹색을 유지하면서 생산수량이 최대가 되는 수확시기를 설정하기 위하여 금강밀을 파종하였다.

(나) 녹색 WG밀 선발

녹색 WG밀의 수량성이 우수하고 수확시기를 분산시킬 수 있는 작부체계를 개발하기 위하여 밀 적정품종을 선발하고자 시험을 수행하였다. 선발대상 품종은 금강밀, 조경밀, 조품밀, 은파밀 수안밀 등 20품종이었다.

(다) 적정 파종시기 구명

녹색 WG밀의 품질과 수량이 우수하고, 수확시기를 분산시킬 수 있는 작부체계를 개발하기 위하여 밀 적정 파종시기를 구명하고자 시험을 수행하였다. 시험품종은 금강밀, 조경밀, 백중밀 3품종이었다.

(2) 파종시기

10월 중순에 답리작 포장에 15kg/10a을 파종하였고, 파종방법은 휴립광산파이었다. 적정 파종 시기 구명용 은 10월 20일, 10월 30일, 11월 10일, 다음해 2월 20일에 걸쳐 파종을 실시하였다. 잡초방제를 위하여 파종 1일 후에 부타클로르(유)를 농약사용지침에 따라 살포하였다.

(3) 시비

시비량은 밀거름으로 N-P-K 4.0-7.5-4.0kg/10a을 사용하였고, 웃거름은 생육재생기인 2월 중순에 N 4.7kg/10a을 사용하였다.

(4) 생육 조사

출수소요일수는 파종일로부터 출수기까지의 일수를 산정하였다. 출수기는 이삭의 까락이 잎집에서 출현하기 시작하는 개체가 전체포장의 40%이상이 되는 시기로 판단하였고, 이때부터 20일째부터 3일 간격으로 41일째까지 8회 수확하였다. 경수는 1m×1m의 정사각형 구역을 작성하여 m²당 경수를 조사하였고 수당립수는 이삭당 알곡수로 3반복, 반복당 20이삭을 조사하였다. 녹색통밀의 수량 및 천립중을 조사하기 위하여 출수후 30일째에 이삭을 20개씩 3반복으로 수확하였다.

(5) 품질조사

수확한 이삭은 blanching하여 12시간동안 60-70℃에서 건조하여 알곡을 분리하였다. 이삭건물물은 수확직후 생체중에 대한 blanching 및 건조 후의 이삭무게를 비교하여 백분율로 표시하였다. 녹색통밀의 품질과 수량을 환산하기 위하여 알곡의 색깔을 녹색, 녹황색, 황색으로 구분하여 무게를 측정 후 녹색수량과 수량지수를 환산하였다.

(6) 색도

분리된 알곡은 색도계(CM-3500d, Minolta)를 이용하여 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 측정하였다.

(7) 분석

조사성적은 통계프로그램을 이용하여 던킨다중검정(Duncan Multiple Range Test)을 통하여 유의성을 검정하였다.

마. 건강기능성 연구

(1) 연구 대상 및 기간

본 연구는 곡물 수확 시기와 수급량의 사유로 2011년 10월과 2012년 12월로 나뉘어 실시되었고 대상자는 충남대학교병원 내분비대사내과 외래에 내원하여 제 2형 당뇨병 진단 이후 연구 등록 당시 3개월 전부터 투여 약제나 치료의 변화가 없었던 환자 중 자발적으로 연구에 동의한 총 52명이였다. 다만 다음과 같은 조건을 가진 환자는 제외되었다.

- (가) 동반질환으로 제한적인 식이요법을 시행중인 자
- (나) 위장관계 질환으로 정상식이 불가능한 자
- (다) 관급(L-tube feeding) 영양요법을 시행중인 자
- (라) 체질량지수(BMI)가 $18.5\text{kg}/\text{m}^2$ 미만으로 영양상태가 불량한 자
- (마) 식생활 습관이 불규칙하여 녹색 WG 식사가 어려운 자

본 연구는 충남대학교병원의 생명윤리 심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심사를 통과하였으며 참가자에게 사전 정보를 제공하고 동의를 구하였다.

(2) 연구 내용 및 방법

대상 환자에게 조사 전 신체계측과 혈액검사 및 설문조사와 함께 섭취 전 식사내용과 조리 방법, 섭취량 등에 대한 영양교육을 받은 후 녹색 WG가 30% 섞인 혼합식을 주식으로 12주간 섭취한 후 신체검사와 혈액검사 및 설문조사를 다시 시행하여 여러 가지 지표의 변화를 비교 분석하였다.

(가) 일반적 특성 및 신체계측

설문지를 이용하여 조사하였으며 내용은 성별, 연령, 유병기간, 치료방법, 교육 경험 유·무 등으로 구성되었고 신장과 체중은 두꺼운 걸옷을 벗어놓은 상태에서 신체 계측기와 전자저울로 측정하였다. 측정된 신장과 체중으로 체질량지수(BMI; body mass index, kg/m^2)를 산출하고 허리둘레는 직립자세에서 줄자를 이용하여 측정하였으며 혈압 측정은 10분 이상 안정을 취

한 후 디지털 혈압계를 이용하여 2번 측정하여 그 평균값으로 하였다.

(나) 혈액학적 검사

검체의 채취는 8시간 이상의 공복상태에서 시행하였고, 본원 진단검사의학과 검사실에서 위탁검사를 시행한 후 자동 폐기하였다. 혈색소 및 당화혈색소, 공복혈당, 공복 인슐린 및 C-펩티드, 혈청 지질농도, BUN, Creatinine등을 측정하고 인슐린 저항성은 공복인슐린과 공복혈당을 이용한 HOMA-IR(homeostasis model for insulin resistance)로 평가하였다. HOMA-IR을 산출하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{HOMA-IR} = [\text{공복인슐린}(\mu\text{U/mL}) \times \text{공복혈당}(\text{mmol/L})]/22.5$$

(다) 식습관 조사

설문지를 이용하여 조사하였으며, 조사 내용은 식사의 규칙성에 관한 문항과 균형식 유지 부분, 잡곡밥 섭취 여부와 잡곡의 종류와 혼합곡의 수, 외식과 간식 섭취에 관한 것이며 녹색 WG 섭취 후에는 식품에 대한 평가 부분 6문항으로 두 차례 모두 자기 기입식으로 조사 하였다.

(라) 공급량 산출과 조리방법 및 섭취요령

① 공급량 산출

대한 당뇨병학회 교육위원회의 지침에 의해 1일 열량 필요량을 정하고 영양소 비율을 고려하여 1인 주식량을 산출한 후에 백미에 녹색 WG 30% 비율로 12주간 섭취할 수 있는 량을 산출하였다. 전체 공급량에 대한 예측을 위해 중간 값을 이용하였고 총 공급량은 가족수를 포함하여 제공하였다.

② 조리방법

녹색 WG의 30% 혼합미 취반을 위해 계량 컵을 이용하여 백미 사용량의 1/2량의 녹색 WG을 혼합하여 조리하되 혼합밥의 텍스처를 좌우하는 수분 량은 평소와 동일하게 유지하도록 하였다. 아울러 섭취량에 대한 차이를 최소화 할 수 있도록 대상군에게 동일한 밥 공기를 제공하고 실제 식사량을 담은 사진을 이용해 설명되었다.

(3) 자료처리 및 통계분석

통계처리 및 분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, version 18.0)program 18.0(Chicago, IL, USA)을 이용하고 모든 수치는 평균 ± 표준편차로 나타낸다. 녹색 WG섭취 전·후의 임상적 특성을 비교하기 위해 Student' s t-test를 시행한다. 상관관계를 분석하기 위해 Pearson's correlation method를 이용하고, 이변량 상관분석 및 다변량 상관분석을 통해 확인된 변수들을 다중회귀분석(multiple linear regression)을 시행한다. 통계학적 유의 수준은 p 값 0.05미만인 경우 유의하다고 판정하였다.

바. Blanching 및 탈부 시스템 개발

(1) Blanching 시스템

녹색 WG의 시험생산 기술이 개발되었으나 시장지향적인 대량생산에서는 부적합하였다. 따라서 대량으로 유통시키기 위해서는 유숙기 때 벼, 쌀보리, 밀을 수확한 직 후 녹색을 고정시키기 위한 범용형의 대용량 blanching 기계를 개발할 필요성으로 제작 및 보완하였다.

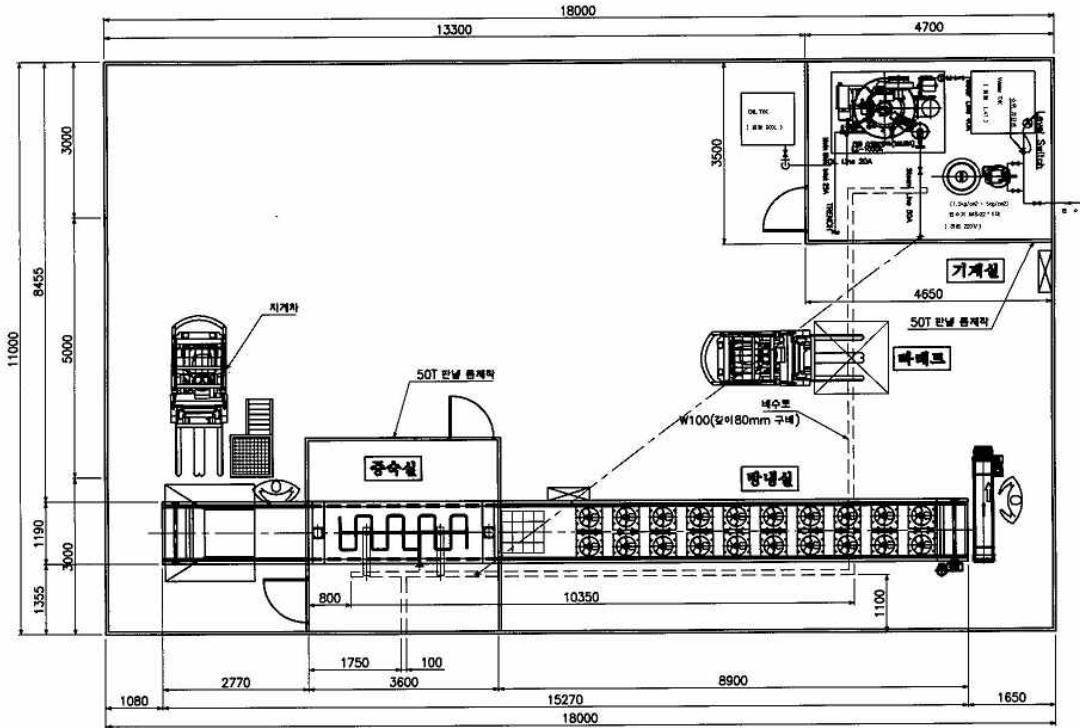


그림 1. Blanching-냉각-제습 system 설계도

(가) 조립 및 시작품 제작

① 프레임

사각파이프와 앵글을 사용하여 1,200W × 10,000L × 1,900H mm 크기로 제작하였다.

Blanching 시스템 : 1,200W × 10,000 L × 1,900H

투 입 부 : 1,200W × 2,500L × 850H

Blanching부 : 1,200W × 4,500L × 1,900H

냉 각 부 : 1,200W × 3,000L × 850H

재 료 : 스테인레스 스틸(STS304)

상부커버 : 개폐식(에어 실린더)



그림 2. Blanching 처리할 곡물 수확장면 및 수확 곡물

② 스팀공급부

스팀 보일러 용량은 1,000kg/hr, 사용압력 1MPa의 경유/등유 보일러를 사용하였고, 대량생산을 목표로 하여 1시간당 blanching용량은 최대 5 ton을 기준으로 하였다.

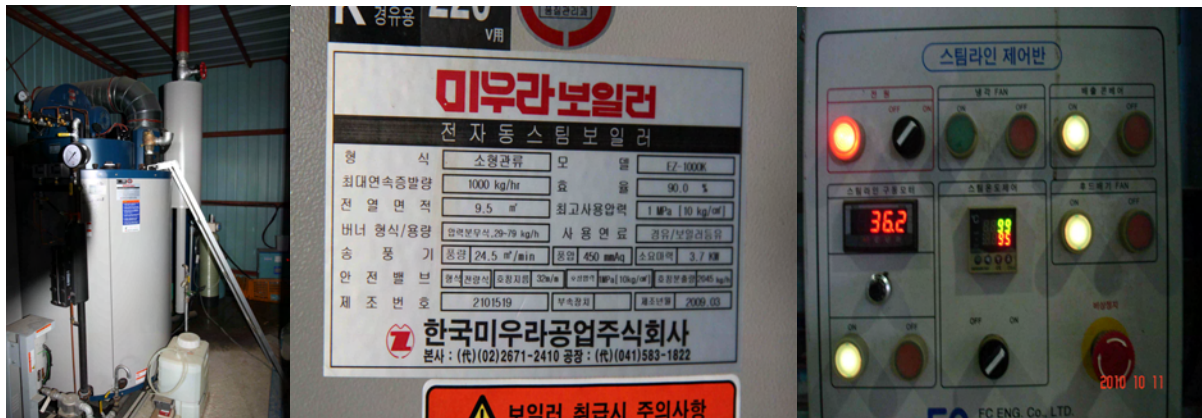


그림 3. 블렌칭 시스템의 냉각 Fan-블렌칭컨베이어-스팀온도-후드배기 제어부

③ 투입부 제작

1차년도에 투입 호퍼 하부에 곡물이송장치를 구동하는 감속모터를 부착하고, 리프트카를 이용하여 톤백에 담긴 곡물을 호퍼에 낙하투입하면 곡물이 자동으로 블렌칭부에 이송하도록 설계 제작하여 부착함.

2차년도에 경사 오거장치를 채택하여 투입부 자동화 시스템을 설계 제작한 자동 투입장치를 부착한 결과 투입작업 인력을 줄이면서 균일한 투입작업을 할 수 있었음.



그림 4. 블랜칭 시스템 투입부의 곡물이송장치



그림 5. 블랜칭 시스템 투입부 및 투입부에 곡물투입 장면



그림 6. 녹색곡물 투입작업 개선을 위한 자동 투입장치 제작 부착



그림 7. 블랜칭 스팀 누출 방지 챔버 및 배기 pipe가 부착된 블랜칭부

④ Conveyor

Conveyor는 Wire mesh(1,000 × 20,700mm)를 사용하였고, 구동은 380V 3P 12kW 전기모터를 사용하였으며, Conveyo 시스템구동을 위한 동력전달은 chain을 사용 구동하였다.



그림 8. 블랜칭시스템의 순환식 conveyor 구동부와 Wire mesh(1,000 × 20,700mm)

⑤ 냉각장치

Blanching 처리된 곡물을 급냉시키는 공정으로 blanching 과정에서 과열 곡물을 냉동터널을 통과시켜 후속공정인 건조성능을 높이고자 설치하였다.

⑥ 제습장치

제습장치는 blanching, 냉각처리된 곡물의 표면수준을 감소시키는 공정으로 blanching 과정에서 과열된 곡물을 20개의 Fan으로 구동되는 제습터널을 통과시켜 후속공정인 건조성능을 높이는 역할을 한다.



그림 9. 블랜칭시스템의 제습 냉각-제습 터널

⑦ 시스템 제어장치

시스템 내부의 온도를 약 100℃로 유지하기 위해 설치된 센서가 온도를 인식하여 스팀공급장치의 열원을 제어하기 위해 설계 제작하였다. 온도 제어장치는 실시간으로 내부 온도 측정 인식하여 적정 설정온도 조건에서 blanching 처리할 수 있도록 제작하였다.



그림 10. 블랜칭 Conveyor 시스템과 Conveyor 구동속도, 스팀온도, 냉각fan, 배기fan 제어 시스템

⑧ 토출부 제작

냉각_제습 공정을 마친 곡물을 즉시 건조시스템으로 이송토록 30도 경사식 Conveyor를 제작 사용함.



(가)



(나)

(가) 곡물 토출부

(나) 토출 곡물을 건조시스템으로 이송하는 경사컨베이어 장치

그림 11. 블렌칭 곡물 토출부 및 전체 시스템

(나) 성능 분석 및 보완

① 함수율 분석

녹색 WG가 system을 통과 한 후 conveyor 이송 상태에서 sample을 채취하여 함수율을 측정하였다. Sample은 토출부와 중간, 냉풍터널 conveyor 끝단 3곳에서 채취하였다. 함수율 측정 은 105℃의 항온 blanching 기에서 48시간 건조 후 건시료 중량으로 측정하였다.

② Blanching 특성 및 최적 조건 분석

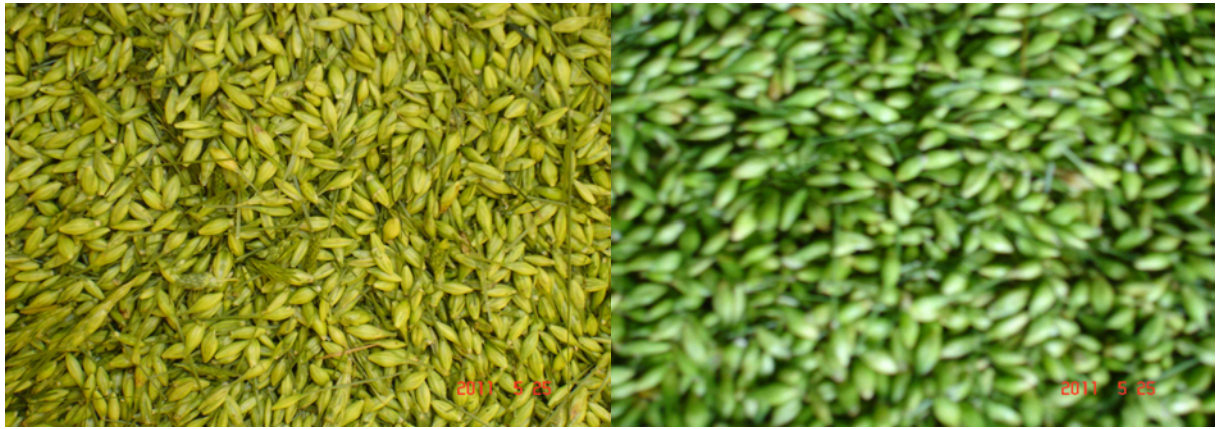
녹색보리, 녹색밀, 쌀은 완숙전 수확하였고 steam blanching으로 100℃, 2분 처리한 후 연속 공정으로 냉각처리, 제습처리 공정을 완료한 후 함수율 측정하였다.



그림 12. Blanching 온도 조절을 위한 온도센서가 부착된 Blanching부



그림 13. 이송 Conveyor위에서 Blanching 시스템 챔버내부로 이송되는 곡물



(가)

(나)

그림 14. 블랜칭 전(가)과 블랜칭 처리 후(나)의 곡물

(2) 탈부 시스템

Blanching, 건조, 탈부, 제현, 선별, 저장 일 작업기계 모델을 선정하여 모든 공정에서 일관 기계화 및 자동화 시스템을 이루고자 하였다. 녹색 WG는 Blanching을 하고 건조 후 탈부, 제현가공은 일관기계 시스템 구축에 기술적인 문제가 없는 것으로 밝혀졌다. 따라서 기존 탈부 시스템의 작업 성능을 향상 시키고 모든 공정의 일관기계화를 목표로 하였다.

(가) 탈부 시스템 제작

건조하지 않은 곡물(쌀보리)의 냉장유통 파우치 제품 개발을 염두에 두고 블랜칭 직후 건조하지 않은 상태에서 곡물의 탈부가능성 실험을 위한 충격식 탈부장치를 설계 제작하여 실험하였으나 탈부율이 현저히 낮고 곡물이 파괴되어 실용화를 위한 추가연구가 요구되었다.



그림 15. 건조하지 않은 곡물(쌀보리)의 탈부가능성 실험을 위한 충격식 탈부장치



그림 16. 건조하지 않은 쌀보리의 탈부특성 측정을 위한 기초실험 장치 제작 실험

스팀 blanching 처리 - 건조장치로 이송 - 건조처리된 녹색WG의 연속 처리를 위한 제한 및 탈부 시스템을 개발하여 녹색미 생산 전 공정이 병목현상 없이 가동되도록 탈부 시스템을 설계하고 제작하였다. 시스템의 탈부 작업 능율은 2,000kg/day이었다.



그림 17. 블랜칭 후 건조 곡물 탈부시스템(좌), 제어부, 조절장치, 정선부

(나) 자동화 실현

이송장치 도입으로 blanching- 건조- 탈부 공정간 연속처리 작업공정을 실현하였다. 가공할 곡물 투입 후 steam blanching 처리 - 컨베이어 이송장치를 사용한 건조장치로 이송 - 건조 처리 - 오거형 이송장치를 사용한 제현/탈부기로 이송 - 제현 및 탈부 - 포장에 이르는 연속 공정 실현으로 일관 시스템을 구축하였다.

사. 건조 및 정선 시스템

(1) 건조 시스템

녹색 WG 원료 건조 시스템은 호숙기에 수확하는 녹색 WG 원료의 높은 함수율과 원료의 steam blanching 후 나타나는 곡물 표면의 흡습으로 인해 건조 하중이 상당히 높은 건조가 요구 되었다. 따라서 본 연구개발은 녹색 WG 고유의 특성, 즉 녹색의 곡물 표면을 유지할 수 있는 건조 특성을 분석하고 이에 적합한 녹색 WG 원료 건조 시스템 개발을 목표로 하였다.

(가) 조립 및 시작품 제작

① 건조 시스템 제작

이동순환식 건조시스템의 프레임은 사각파이프와 앵글을 사용하여 10,000 × 3358 × 3400 mm 크기로 제작하였다.

② Conveyor unit

이동 순환식 건조시스템은 다단 Conveyor, Bucket elevator, 2대의 모터, 송풍장치, 제습냉풍 공급장치, 폐열 재순환 덕트, 제어장치 등으로 구성 된다. Conveyor는 Wire mesh를 사용하고 구동은 5HP 전기모터를 사용하였으며, 동력전달은 chain을 이용하였다.

③ 투입부 제작

④ Bucket elevator unit

Bucket elevator의 구동은 3HP 전기모터를 사용 하였다.

⑤ 송풍장치

제습 냉풍 공급 장치는 이동순환식 건조시스템의 외부에 별도의 유닛으로 제작 설치하였다.

⑥ 제습 냉풍 공급 장치

초기 건조시스템에 적용한 이동순환식 건조시스템은 순수 대기환경(온도, 습도, 통풍 등)에 의존하여 steam blanching된 녹색곡물을 건조하도록 설계 제작였다.

⑦ 제어장치

녹색 WG원료 건조시스템 내부의 건조 온도를 약 45℃로 유지하기위해 건조시스템 내부에 설치된 온도센서의 온도를 인식하여 제습냉풍공급장치의 열원을 제어하도록 설계 제작하였다.

⑧ 폐열재순환 덕트

폐열재순환덕트는 이동순환식건조시스템에서 배출되는 더운 공기를 제습냉풍공급장치에 재 공급하여 제습 후 재 가열하여 사용할 수 있도록 설치하였다.

(나) 시스템 성능 분석 및 보완

녹색 WG 고유의 특성, 즉 녹색의 곡물 표면을 유지할 수 있는 건조 특성을 분석하고 초기 설계 제작한 건조시스템의 성능을 분석하고 보완하여 녹색 WG 원료 건조시스템 개발을 완료 하였다.

① 함수율 분석

녹색 WG 원료가 Steam blanching system을 통과 한 후 conveyor 이송 상태에서 sample을 채취하여 함수율 측정하였다. steam blanching system의 토출부와 냉풍터널 conveyor 끝단 2 곳에서 채취하였으며 함수율 측정은 105℃의 항온건조기에서 48시간 건조 후 건시료 중량으로 측정하였다.

② 건조 특성 및 최적 조건 분석

녹색보리, 녹색밀 등은 5월 초 완숙전에 추수하여 steam blanching system에 100℃, 1분 통과시킨 후 개발 된 건조시스템에 약 1ton을 투입하여 자연 통풍 건조한 후 함수율을 측정하였다. 녹색 통쌀의 경우 6월 말 경 같은 방법으로 처리한 후 개발 된 건조시스템에 약 1ton을 투입한 후 건조한 후 함수율을 측정하였다.

③ 성능 분석 및 보완

최종적으로 회전식 강제 온풍·송풍건조 시스템을 적용하여 녹색 WG 건조시스템을 전면 보완하였다. 회전식 강제 온풍·송풍건조 시스템은 회전강관 드럼(tunnel; 직경 1 m × 길이 10m), 열교환기(블로어(blower), 버너(burner; 20,000 kcal/h; 연료소비량 2 liter/h)), 동력전달장치, 로울러, hopper 및 screw (1 ton, 속도조절 인버터), 평이송 콘베이어 벨트(500 × 6,000 mm), screw 콘베이어 벨트(200 × 4,000 mm), 콘트롤박스(속도조절 인버터) 등으로 구성되어있다.

(2) 정선 시스템

녹색 WG 원료 정선시스템은 연구개발 제안 시 기존의 정선시스템을 보정하여 녹색 WG의 크기, 파쇄미, 동할미 발생 정도를 분석하여 녹색 WG 원료 정선에 적합한 정선시스템의 개발을 목표로 하였으나, 연구개발 수행 중 녹색 WG 원료의 건조 소요시간이 과도하게 요구되는 현상이 발생하여 녹색 WG생산성이 현저히 저하되어 이를 해결하고자 녹색 WG 원료의 건조 소요시간을 단축하는 방향으로 정선시스템의 구축 목표를 수정 하였다.

(가) 시제품 제작

① 정선 시스템 제작

크기는 1250 x 850 x 1850 mm로 소용동력은 2마력으로 선정 하였다. a.분산기, b.공급롤러, c.공급량조절장치, d.경사체(고정), e.원통형 회전체, f.체 클리너, g. 경사체(요동), h체 클리너 등으로 구성하였다.

② 이물질 제거

곡물 정선시스템(grain cleaner)은 공기와 스크린(air and screen)을 사용하여 곡물을 제외한 이물질을 제거 하였다. 정선시스템에 투입된 곡물이 스크린 위로 낙하하는 동안 공기가 이물질을 끌어내어 정선하는 기술을 사용하였다.

③ 곡물의 고른 흐름 유도

정선 시스템에서 중요한 기술은 투입되는 곡물의 고른 흐름(even flow of grain)이 이물질을 제거하는 정선시스템의 주요 기술이며, 고른 흐름을 유지하기 위해 스크린을 요동하도록 하는 기술이 대부분 적용 된다. 정선하고자하는 곡물의 특성에 따라 공급되는 공기량을 조절하여 이물질을 제거하는 정도 즉 정선성능을 결정 하였다.

(나) 시스템 성능 분석 및 보완

원료 특성에 따른 정선시스템 운용 방법 구축과 최적 운전 조건 분석하고 보완 설계 및 정선 시스템 보완 개선을 실시하였다. 특히 이물질(지푸라기, 검불, 쪽정어, 흙, 잔돌, 잡초씨 등) 정선성능 분석 결과를 바탕으로 정선효율 향상을 위한 정선시스템의 보완 개선을 하였다. 또한 단위시간 당 투입 양, 공기 속도, 스크린 사이즈, 요동(진동) 빈도와 정선 효율과의 관계를 분석 한 후 녹색통곡미의 정선 최적 조건을 선정하였다.

① 정선성능 분석

정선성능은 피건조물의 전체 중량에서 제거된 이물질의 중량을 측정하여 정선성능 분석 - 정선효율(%), 즉 원료내의 제거되어야 할 이물질의 단위 무게 당 제거 된 이물질의 양을 분석정선효율 즉 단위시간 당 원료 정선 분석과 단위시간 당 투입 양, 공기 속도, 스크린 사이즈, 요동(진동) 특성과 정선 효율의 상관관계 분석을 실시하였다.

아. 기능성 식품개발

녹색 WG의 일반 영양성분 및 생리활성성분의 작용 특성을 고려한 기능성 식품 및 이용 증대를 위한 생산기술을 개발하기 위하여 녹색 WG(밀, 보리, 쌀)의 이화학적 성분을 분석하였다.

(1) 공시재료

밀은 도정한 녹색 WG(조품밀)과 쪽정어만 제거한 황색 조품밀을 이용하였다. 보리는 도정한 녹색 WG(새찰쌀보리)와 도정하지 않은 황색 새찰쌀보리와 도정한 황색 새찰쌀보리, 녹색 WG쌀, 습식 상태의 녹색 WG밀 등의 일반성분분석을 실시하였다.

(2) 색도

시료를 곡물과 powder의 형태로 나누어 Peteri dish(35×10 mm)에 넣은 후 색차계(JC801, Color techno Co., Japan)를 사용하여 L(Lightness), a(Redness:+, Greenness:-), b(Yellowness:+, Blueness:-), ΔE 값으로 나타내었다. 한 시료 당 3회 반복 실험하여 평균값을 취하였으며 사용한 표준 백판의 L값은 92.09, a값은 -0.15, b값은 3.04 이었다.

(3) 수분함량

수분은 상압가열건조법을 이용하여 분석하였다. 시료가 곡물이므로 110℃에서 진행하였으며 빈 칭량접시의 무게를 잰 후 시료 10 g을 담고 110℃의 dry oven에서 50여시간 방치 후 데시케이터를 이용해 30분간 방냉하였다. 방냉 후 칭량접시의 무게를 재어 항량이 될 때 까지 이를 반복하였다. 각 시료는 3회 반복 실험하여 평균값을 취하였다.

(4) 조지방 함량

조지방 함량은 Soxhlet 법을 이용하여 분석하였다. 실험 전 105℃의 dry oven에서 시료를 15시간 건조 후 사용하였다. Thimble에 Powder형태의 시료 5g을 취하고 빠져나오지 않도록 탈지면으로 막았으며 추출용매로는 hexane(200ml)을 이용하였다. 항온수조의 온도는 70(여름)~80℃(겨울), 냉각순환기를 이용하였다. 5시간 추출 후에 감압농축기를 이용하여 용매(hexane)를 제거하고 질소를 이용해 항량이 될 때까지 이를 반복하여 구하였다.

(5) 지방산 분석

지방산은 gas chromatography(GC)를 이용하여 분석하였다. 시료 1g을 취한 후 산화방지를 위해 pyrogallol acid in ethanol(50 mg/ml)을 1ml 넣었다. 그 후 TG internal standard solution 1 ml 첨가하였다. IS(Internal standard)로는 C_{11:0} triundecanoin 3 mg/ml in isooctane을 사용하였다. 8.3M HCl을 5 ml 첨가하여 산 가수분해를 진행하기 위해 water bath에서 80℃(100rpm)으로 1시간동안 shaking해 주었다. 상온(20~25℃)에서 식힌 후 diethyl ether를 7 ml 첨가하여 분리된 상층만을 취하여 sodium sulfate anhydrous를 넣은 syringe에 넣었다. 그 후 petroleum ether를 7 ml 첨가하여 앞서 시행한 것과 같이 반복한 다음 N₂ flushing해서 용매를 전부 제거한 후 methylation을 시행하였다. Methylation은 먼저 0.5N methanolic NaOH 1.5 ml을 넣은 후 100℃의 water bath에 5분동안 가열한 후 냉각하여 BF₃-methanol을 2 ml 첨가하였다. 100℃의 water bath에 3분동안 가열한 후 냉각하여 추출용매인 iso octane 2 ml과 층 분리를 시켜주는 saturated NaCl 1ml을 가했다. 층이 분리되면 그 상층만을 취하여 sodium sulfate로 수분을 제거한 후 GC분석에 들어갔다. 각 시료는 3회 반복 실험하여 평균값을 취하였으며 GC의 분석조건은 표1 같다.

표 1. 지방산 GC 분석조건

Items	GC condition
Instruments	GC(HP 6890 series, USA)
Column	SP TM -2560(biscyanopropyl polysiloxane, 100m x 0.25mm x 0.2µm), film thickness, Supelco, USA
Detector	FID, 285℃
Carrier gas	He(0.7 ml/min)
Column Temp.	100℃ (5min) → 4℃/min → 220℃ (40min)
Injector Temp.	225℃

(6) β-Carotene 정량 분석

β-Carotene은 High Performance liquid chromatography(HPLC)를 이용하여 분석하였다. 시료 2g을 50ml vial에 취한 후 증류수를 2 ml 첨가하였다. 산화방지를 위해 10ml의 6% pyrogallol in ethanol을 가한 후 10분간 sonication하였다. 그런 다음 60% KOH 용액 5 ml 가하고 1시간 동안 80℃(100rpm)로 shaking water bath에서 비누화를 진행하였다. 이를 냉각하고 추출용매(Hexane : ethyl acetate = 85 : 15) 15 ml 첨가 후 격렬하게 혼합해 상등액(hexane층)을 분리하여 50 ml-vol flask에 옮기며 이를 3회 반복 시행하여 50 ml까지 정용하였다. 그 추출액 중 10 ml을 메스실린더를 이용하여 25ml vial에 정확히 취한 후 질소를 이용해 용매를 완전히 제거한 후 chloroform 1ml에 용해시켰다. 그 후 syringe filter(0.5µm, ADVANTEC, 13JP050AN)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 각 시료는 3회 반복 실험하여 평균값을 취하였으며 HPLC 분석조건은 표 2와 같다.

표 2. β -carotene의 HPLC 분석조건

Items	HPLC condition
Instrument	HPLC (Young-lin)
Column	Waters NovaPak®C18, 4 μ m, 3.9x150mm
UV Detector	450 nm
Flow rate	1 ml/min
Mobile phase	A(ACN:MeOH:DCM=70:10:30) B(ACN:MeOH:DCM=75:20:5)
Total run time	40 min

(7) Phytosterol 정량 분석

Phytosterol은 GC를 이용하여 분석하였다. 추출방법은 β -carotene과 동일하나 internal standard인 5 α -cholestane(2 mg/ml)을 0.5 ml을 취한 시료에 첨가하여 비누화를 수행하였다. 50 ml로 정용한 추출액 중 20ml을 메스실린더를 이용하여 25 ml vial에 정확히 취한 후 용매를 질소를 이용해 제거한 후 hexane 1 ml에 용해하였다. 그 후 membrane filter(25mm, 0.45 μ m, Whatman, 6750-2504, USA)로 여과한 후 GC로 분석하였다. 각 시료는 3회 반복 실험하여 평균값을 취하였으며 GC 분석 조건은 표 3과 같다.

표 3. Phytosterol.의 GC 분석조건

Items	GC condition
Instrument	GC(M600D, Younglin)
column	ultra-2 column(25m × 0.25mm × 0.33 μ m)
Detector	FID(Younglin)
carrier gas	N ₂
Inject Temp	300°C
Detector Temp	300°C
oven Temp	285°C
split	0.01(splitless)
total run time	30 min

(8) Tocopherol 정량 분석

Tocopherol은 normal-phase HPLC를 이용하여 분석하였다. 추출방법은 β -carotene과 동일하며 50 ml로 정용한 추출액 중 10 ml을 메스실린더를 이용하여 25 ml vial에 정확히 취한 후 용매를 질소를 이용해 제거한 후 hexane 1ml에 용해하였다. 그 후 syringe filter(0.5 μ m, ADVANTEC, 13JP050AN)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 각 시료는 3회 반복 실험하여 평균값을 취하였으며 HPLC 분석 조건은 표 4와 같다.

표 4. Tocopherol의 HPLC 분석조건

Items	HPLC condition
Instrument	HPLC(HP1100 series, USA)
Column	Varian Lichrosorb Diol, 5 μ m
UV Detector	295 nm
Flow rate	1 ml/min
Mobile phase	Hexane:acetic acid = 1000:1
Total run time	35 min

(9) 환원당

시료에서 환원당 분석을 위해 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법을 이용하였다. 이는 흡광도를 측정하는 당정량법으로 분광광도계(UV-1700, SHIMADZU, 206-55401-34, JAPAN) 546 nm에서 측정하였다. 먼저 glucose 표준 용액을 만들어서 glucose standard를 만들어 흡광도를 측정하였다. Glucose를 농도별로 취한 후 H₂O, DNS시약을 차례로 넣어서 2 ml이 되게 한 후 끓는 물 수조에 15분 반응시켰다. 20℃의 물에 15분 냉각 후 반응액에 증류수 3 ml을 넣어 희석한 후 흡광도를 측정하였다. Glucose 표준 용액을 농도별로 취한 값은 표 5와 같다.

시료 1g을 vial(50ml)에 넣고 증류수 10ml과 Pb(CH₃COO)₂·3H₂O (중성초산납용액) 0.2ml을 가한 후 격렬히 혼합 후 증류수 15 ml을 넣어서 25 ml로 정량하였다. 정량 후 원심분리를 2000 rpm(1분)에서 시행 후 상층만을 취했다. 취한 액에 Na₂C₂O₄(무수 수산나트륨)을 침전이 생기지 않을 때까지 가한 후 상층을 filter paper(125mm, Whatman, 1004 125, USA)를 이용하여 여과시켜서 당용액을 조제하였다. 당용액 1ml을 취한 후 DNS시약 1ml을 차례로 취하여 2 ml이 되게 하여 잘 섞은 후 끓는 물 수조에 15분 반응하였다. 20℃의 물에 15분 냉각 후 반응액에 증류수 3 ml을 넣어 희석한 후 흡광도를 측정하였다.

표 5. Glucose 표준용액

	0.2mg/ml	0.4mg/ml	0.6mg/ml	0.8mg/ml	1mg/ml
glucose 표준 당용액 (100mg/10ml)	20 μ L	40 μ L	60 μ L	80 μ L	100 μ L
H ₂ O	980 μ L	960 μ L	940 μ L	920 μ L	900 μ L
DNS시약	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml
Total	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml

(10) 비타민 B1, B2, B6, 나이아신, 비타민 C 분석

기기분석은 UV 검출기가 장착되어 있는 HPLC를 이용하여 분석하였으며, 분석방법은 식품의약품안전청의 식품공전(2009)에 제시한 방법에 준하였다.

(11) 회분, 단백질, 무기질(Ca, Fe, Na, K, P, Cu), 식이섬유, 구성아미노산, 당조성 분석 회분은 식품공전(2009) 에테르추출법에 의하여 분석하였으며, 단백질은 Kjeldahl법에 의하여 분석

하였다. 당조성(fructose, glucose, sucrose, maltose)은 식품공전(2009) 당질시험법에 의하여 분석하였으며, 식이섬유는 식품공전(2009) 총식이섬유시험법에 준하여 분석하였다. 무기질(Ca, Fe, Na, K, P, Cu)은 ICP-AES 측정법으로 분석하였다.

(12) 제품제조

(가) 식빵

- ① 재료 : 강력분은 (주)씨제이 제일제당 1등급 강력분(빵용밀가루)을 사용하였다. 설탕은 (주)씨제이 제일제당 백설탕 하얀설탕(100% 국내생산)을 이용하였으며 소금은 (주)씨제이 제일제당 백설탕 꽃소금을, 이스트는 (주)신세계 이마트의 이마트 이스트를 사용하였으며 유지는 (주)오뚜기 옥수수마아가린을 사용하였다. 탈지분유는 (주)매일유업의 매일탈지분유를 사용하였으며 물은 정수기 물로 미지근하게 하여 사용하였다.
- ② 도구 : 반죽기는 주)브레드가든, 후드믹서기(모델명:MS250)를 사용하였으며, 오븐은 hauzen 가정용오븐(모델명:HS-C364AB)을, 식빵틀은 가로9.5cm, 세로 21.5cm, 높이9cm로 대광교역에서 구입한 것을 사용하였다. 볼, 실리콘주걱, 밀대, 도마, 저울, 비닐(랩 또는 팩 등으로 반죽을 마르지 않게 덮을 수 있는 것.)
- ③ 배합비 :녹색 WG밀 함유에 따른 식빵의 배합비를 표 6에 나타내었다.

표 6. 배합비에 따른 100%녹색 WG밀식빵 재료(좌), 배합비에 따른 40%녹색 WG밀 재료(우)

녹색 WG 밀가루(100%)	400g	녹색 WG밀:밀가루=40:60(%) (녹색 WG밀 40%함유)	
		밀가루(강력분)	240g
		녹색 WG밀 가루	160g
물	252.8g	물	252.8g
이스트	8g	이스트	8g
설탕	24g	설탕	24g
유지	16g	유지	16g
분유	12g	분유	12g
소금	8g	소금	8g

④ 만드는 법

- ㉠ 우선 믹서볼에 이스트와 미지근한 물(27~30℃)을 넣고 저으면서 녹여주었다. 드라이이스트를 제대로 녹여주지 않은 상태에서 나머지 재료들과 반죽하게 되면 알갱이 형태의 드라이이스트가 반죽에 그대로 남아있게 되어 발효가 잘 이루어지지 않으므로 이스트와 물을 잘 섞어서 드라이이스트가 완전히 풀어지도록 하였다.
- ㉡ 드라이이스트가 다 풀어지면 믹서볼에 유지를 제외한 나머지 재료인 녹색 WG밀가루, 설탕, 분유, 소금을 계량하였다. 반죽기에 계량한 재료가 든 믹서볼을 장착하고 핸드믹서에 반죽용 후크(dough hooks)를 장착하였다.



< dough hooks >

㉔ 처음에는 가루재료들이 날리지 않도록 1단으로 믹싱하다 마가린을 넣고 믹싱속도를 3~4로 하여 더 믹싱하였다. 반죽이 하나로 뭉쳐지면 스테인리스 볼에 반죽을 둥글리기하여 넣은 후 표면이 마르지 않도록 비닐을 씌워 20분간 상온에서 1차 발효하였다.



그림 18. 녹색 WG밀가루 : 밀가루 = 40 : 60 (%) 식빵반죽의 1차 발효 후(좌, 녹색 WG밀 40%함유)와 녹색 WG밀 : 밀가루 = 20 : 80 (%) 식빵반죽의 1차 발효 후(우, 녹색 WG밀 20%함유).

㉕ (1차 발효 후 스테인리스 볼에서 반죽을 떼어낼 때 그 접촉면에 거미줄과 같은 형상이 보이면 발효가 잘 되었다고 본다.) 반죽을 꺼내어 도마 위에 놓고 손으로 punching하여 반죽 안의 가스를 빼준 뒤 저울에 무게를 달아 180g씩 삼분할하였다. 분할한 반죽들은 각각 둥글리기하여 비닐을 덮고 상온에서 10분간 중간발효하였다.



그림 19. 분할 후 중간발효 마친 100% 녹색 WG밀식빵의 반죽 형상(좌)과 100% 밀가루식빵 반죽과 비교(우)

㉔ 15분이 지난 반죽은 도마 위에 놓고 punching하여 가스빼기를 한 다음 밀대로 밀어서 양 옆을 접어준 뒤 다시 밀어 모양을 잡고 아래 위를 접어 이음매 손으로 집음으로써 성형을 마쳤다. 이음매가 바닥 쪽으로 가게 한 세 개의 반죽을 식빵 팬에 넣어 팬닝하였다.

㉕ 2차 발효 1시간; 습도와 온도를 유지시켜주는 발효기가 구비되어 있지 않아 오븐 하나로 발효와 굽는 작업을 수행하였다. 구비된 오븐은 발효모드에서 온도가 자동조절되지만 습도는 조절되지 않아 인위적으로 습도를 맞춰주기 위하여 오븐기 안에 팬을 넣고 팬의 흠에 뜨거운 물을 넣어 습도를 맞춰 주었다.



그림 20. 팬닝 후 2차 발효 완료된(식빵 틀에 넣은 반죽이 2배 부푼) 반죽의 모습. 좌: 100%밀가루식빵, 우: 100% 녹색 WG밀식빵

㉖ 2차 발효가 끝나고 두 배로 부푼 식빵반죽이 든 식빵 틀을 꺼내고 오븐 팬의 물을 제거하였다. 오븐은 180℃로 설정하여 예열한 후 팬닝한 식빵 틀을 넣고 180℃에서 10분 구운 뒤 반죽이 익는 상태에 따라 8분정도 더 구워주었다.

(나) 머핀

① 재료 : 박력분은 (주)씨제이 제일제당 1등급 강력분(과자용밀가루)을 사용하였다. 설탕은 (주)씨제이 제일제당 백설탕 하얀설탕(100% 국내생산)을 이용하였으며 소금은 (주)씨제이 제일제당 백설탕 꽃소금을, 버터는 롯데 홈버터(무염)를 사용하였고, 달걀은 Homeplus 신선란(국산)을 사용하고 베이킹파우더는 성진식품 물소표를 사용하였다. 생크림은 서울우유 생크림을 사용했다.

② 도구 : 반죽기는 주)브레드가든 후드믹서기(모델명:MS250)를, 오븐은 hauzen 가정용오븐(모델명:HS-C364AB)을 사용하였다. 볼, 실리콘주걱, 찰주머니, 체, 머핀용 팬, 머핀용 유산지

③ 배합비 :녹색 WG밀 함유에 따른 머핀의 배합비를 표 7에 나타내었다.

표 7. 배합비에 따른 녹색 WG밀 50% 머핀재료(좌)와 배합비에 따른 녹색 WG밀 20% 머핀재료(우)

녹색 WG밀:밀가루 = 50:50(%)		녹색 WG밀:밀가루 = 20:80(%)	
녹색 WG밀가루	25g	녹색 WG밀가루	20g
박력분	25g	박력분	80g
설탕	35g	설탕	70g
유지	25g	유지	50g
달걀	30g	달걀	60g
소금	0.5g	소금	1g
베이킹파우더	1.25g	베이킹파우더	2.5g

④ 만드는 법

※ 크림법: 유지의 분리를 막기 위하여 달걀을 조금씩 여러 번 나누어 넣으며 이때 빠르게 휘핑해준다.

- ㉠ 유지 +설탕
- ㉡ 계란(3~4회 나누어 실시)
- ㉢ 가루재료(분당, 소금, 밀가루 등)

㉣ 믹싱볼에 유지와 설탕을 계량한 후 실리콘주걱으로 유지를 작게 잘라주었으며 반죽기에 거품기(Beater)를 장착시킨 후, 1단으로 믹싱하였다. (냉장고에서 바로 꺼낸 유지는 단단하여 잘 풀어지지 않기 때문에 실리콘주걱으로 조각을 내 주었다.)



< 휘핑용 후크 또는 거품기(Beater) >

㉤ 다른 볼에 계란과 소금을 계량하여 섞어준 후 ㉠에다 3~4회 나누어 넣어 주었다. 계란을 넣었을 때 크림분리현상이 일어나기 쉬우므로 5단으로 하여 빠른 속도로 믹싱해 주었다. → 크림 완성

㉥ 밀가루와 나머지 가루재료를 계량하여 체로 두 번 쳐 준 후 크림이 완성된 믹서볼에 넣고 가루가 날리지 않도록 실리콘주걱으로 자르듯이 섞어주다가 생크림을 넣고 믹싱해 주었다.

㉦ 완성된 반죽을 찰주머니에 넣고 머핀 팬에 머핀용 유산지를 깔고 반죽을 65g씩 나누어서 넣었다.

㉧ 180℃로 예열이 완료된 오븐에 머핀 팬을 넣고 10분 구운 뒤 반죽이 익는 상태에 따라 8분 정도 더 구워주었다.

(다) 쿠키

① 재료 : 박력분은 (주)씨제이 제일제당 1등급 강력분(과자용밀가루)을 사용하였다. 설탕은 (주)씨제이 제일제당 백설탕 하얀설탕(100% 국내생산)을 이용하였으며 소금은 (주)씨제이 제일제당 백설탕 꽃소금을, 버터는 롯데 홈버터(무염)를 사용하였고, 달걀은 Homeplus 신선란(국산)을 사용하고 바닐라향은 성진식품 물소표를 사용하였다.

② 도구 : 반죽기는 주)브레드가든 후드믹서기(모델명:MS250)를, 오븐은 hauzen 가정용오븐(모델명:HS-C364AB)을 사용하였다. 볼, 실리콘주걱, 체, 쿠키 틀, 유산지

③ 배합비 : 녹색 WG밀을 각각 0%, 20%, 30%, 50% 함유한 쿠키의 재료들은 표 8에 제시하였다.

표 8. 배합비에 따른 각각(녹색 WG밀함유도 0%, 20%, 30%, 50%)의 쿠키 재료

녹색 WG밀:박력분 = 0:100(%)		녹색 WG밀:박력분 = 20:80(%)		녹색 WG밀:박력분 = 30:70(%)		녹색 WG밀:박력분 = 50:50(%)	
녹색 WG밀가루	0g	녹색 WG밀가루	10g	녹색 WG밀가루	15g	녹색 WG밀가루	25g
박력분	50g	박력분	40g	박력분	35g	박력분	25g
바닐라향	0.25g	바닐라향	0.25g	바닐라향	0.25g	바닐라향	0.25g
유지	70g		유지	70g			
설탕	50g		설탕	50g			
달걀	30g		달걀	30g			
소금	1g		소금	1g			

④ 만드는 법

※ 크림법: 유지의 분리를 막기 위하여 달걀을 조금씩 여러 번 나누어 넣으며 이때 빠르게 휘핑해준다.

㉠ 유지 +설탕

㉡ 계란(3~4회 나누어 실시)

㉢ 가루재료(분당, 소금, 밀가루 등)

㉣ 믹싱볼에 유지와 설탕을 계량한 후 실리콘주걱으로 유지를 작게 잘라주었으며 반죽기에 거품기(Beater)를 장착시킨 후, 1단으로 믹싱하였다. (냉장고에서 바로 꺼낸 유지는 단단하여 잘 풀어지지 않기 때문에 실리콘주걱으로 조각을 내 주었다.)

㉤ 다른 볼에 계란과 소금을 계량하여 섞어준 후 ㉣에다 3~4회 나누어 넣어 주었다. 계란을 넣었을 때 크림분리현상이 일어나기 쉬우므로 5단으로 하여 빠른 속도로 믹싱해 주었다. → 크림 완성

㉥ 밀가루와 나머지 가루재료를 계량하여 체로 두 번 쳐 준 후 크림이 완성된 믹서볼에 넣고 가루가 날리지 않도록 실리콘주걱으로 자르듯이 섞어주다가 믹싱해 주었다.

㉦ 완성된 반죽을 유산지를 깎 쿠키 틀에 넣었다.

㉧ 180℃로 예열이 완료된 오븐에 쿠키 틀이 올려진 팬을 넣고 10분 구운 뒤 반죽이 익는 상태에 따라 8분정도 더 구워주었다.

(라) 녹색 WG쌀밥

- ① 재료 : 출수 15일 후인 추청과 삼광을 이용하였다.
- ② 도구 : 압력밥솥(쿠첸, WHA-T1000G), 불
- ③ 만드는 법
- ㉠ 추청과 삼광 각각을 100g을 취하여 흐르는 물에 3번 수세하였다.
- ㉡ 수세한 쌀을 15분간 물에 침지하였다.
- ㉢ 침지 후 물 200g을 넣은 후 현미-중간밥으로 취사하였다.

(마)백설기

- ① 재료 : 일반 멥쌀(삼광)은 농협, 녹색 WG 멥쌀은 제공받아서 사용하였다. 설탕은 주식회사 삼양사 큐원 하얀설탕을 이용하였으며 소금은 (주)씨제이 제일제당 백설 구운 소금을 이용하였다.
- ② 도구 : 찜기는 (주)남양 키친플라워 남양 다용도찜기(26cm)를, 믹서기는 (주)대성아트론 DA700-G를, 핫플레이트는 (주)에버그린엔터프라이즈 EGH-372를 이용하였다. 떡 틀(18cm), 체, 면보, 불, 주걱, 칼
- ③ 배합비

표 9. 녹색 WG쌀가루의 함유 비율 (0%, 20%, 30%, 50%)에 따른 백설기의 제조배합비율

녹색 WG멥쌀가루 :일반멥쌀가루 = 0:100(%)		녹색 WG멥쌀가루 :일반멥쌀가루 = 20:80(%)		녹색 WG멥쌀가루 :일반멥쌀가루 = 30:70(%)		녹색 WG멥쌀가루 :일반멥쌀가루 = 50:50(%)	
녹색WG 멥쌀가루	0g	녹색WG 멥쌀가루	10g	녹색WG 멥쌀가루	15g	녹색WG 멥쌀가루	25g
일반 멥쌀가루	50g	일반 멥쌀가루	40g	일반 멥쌀가루	35g	일반 멥쌀가루	25g
설탕	50g						
소금	5g						

④ 만드는 법

- ㉠ 일반멥쌀은 2시간, 녹색 WG멥쌀은 30분간 물에 침지한 후 30분간 물기를 제거한 후 믹서기를 이용하여 분쇄한 후 체에 걸러서 시료로 사용하였다.
- ㉡ 멥쌀, 소금을 배합비율에 따라 불에 넣고 체에 친 후 물 50g을 조금씩 섞으면서 뭉쳐진 덩어리들을 없앤다.
- ㉢ 덩어리를 없앤 후 체에 치고 설탕 50g을 넣어서 섞는다.
- ㉣ 떡가루를 떡 틀(직경 18cm)에 넣고 윗면을 평평하게 하여 칼집을 내고 찜기에서 40분간 찜 후 10분간 뜸을 들인다.
- ㉤ 찜낸 떡은 실온에서 30분간 식힌 후 분석에 사용하였다.

(바) 찹쌀바게트

① 재료 : 통밀가루는 우리농촌 살리기 공동네트워크 우리밀 구수한 통밀가루를, 호밀가루는 (주)홈플러스분, 백미 찹쌀은 (주)홈플러스 무농약 찹쌀을, 녹색 WG 찹쌀은 제공받아 사용하였다. 설탕은 (주)삼양사 큐원 하얀설탕을, 소금은 (주)씨제이 제일제당 백설 구운소금을 이용하였다. 드라이 이스트는 (주)신세계 이마트 이마트 이스트를, 꿀은 (주)오뚜기 벌꿀 아카시아를, 우유는 (주)남양유업 남양 맛있는 우유 GT를 이용하였다.

② 도구 : 반죽기는 주)브레드가든 후드믹서기(모델명:MS250)를, 오븐은 hauzen 가정용오븐(모델명:HS-C364AB)을 사용하였다. 믹서기는 (주)대성아트론 DA700-G를 이용하였다. 볼, 실리콘 주걱, 체, 실리콘 페이퍼, 밀대

③ 배합비

표 10. 녹색 WG 쌀가루를 이용한 찹쌀 바게트의 제조 배합 비율

반죽(공통)		속재료			
통밀가루	100g	백미 찹쌀바게트		녹색 WG 찹쌀바게트	
호밀가루	35g	백미 찹쌀가루	100g	녹색WG찹쌀가루	100g
설탕	7.5g	설탕			
소금	2g	10g			
드라이 이스트	1.5g	꿀			
물	65mL	15g			
우유	7.5mL	뜨거운물			
		75mL			

④ 만드는 법

<반죽>

- ㉠ 백미 찹쌀과 녹색 WG 찹쌀은 믹서기를 이용하여 분쇄한 후 체에 쳐서 이용하였다.
- ㉡ 믹서볼에 계량한 드라이 이스트 1.5g, 미지근한 물 75ml를 넣고 드라이이스트가 다 풀리도록 잘 섞어준다.
- ㉢ 섞은 후 남은 가루재료(호밀가루, 통밀가루, 설탕, 소금)를 넣고 실리콘 주걱으로 섞는다.
- ㉣ 반죽기로 반죽할 때 반죽이 하나로 깨끗하게 뭉쳐지는 순간(믹서볼 표면에 반죽이 묻지 않고 깨끗하게 하나로 뭉쳐져 있을 때.)에서 조금 더 믹서를 돌려준 후 반죽을 꺼내서 반죽을 한 덩어리로 뭉쳐 스테인레스 볼에 옮겨 담는다.

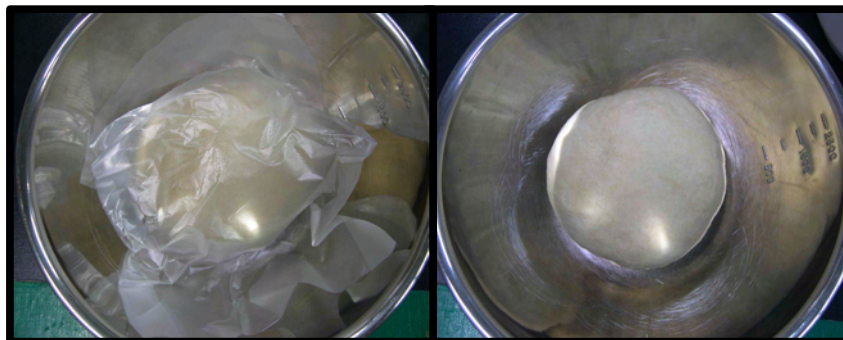


그림 21. 1차 발효 전 모습

㉔ 표면이 마르지 않도록 비닐을 씌우고 30분간 방치한다(1차 발효. 발효가 이루어지며 이 때 가스가 생성되어 반죽이 부풀다.).

㉕ 가스를 빼준 후 20분간 중간발효를 실시한다.

<속재료 만들기>

㉖ 볼에 계량한 찹쌀가루와 설탕, 꿀을 넣고 뜨거운 물 75ml을 넣어 익반죽시킨다.

㉗ 그 후 익반죽을 길게 늘여준다(약 25 cm).

<속재료 넣기>

㉘ 반죽을 꺼내어 두드려서 가스를 빼준 후 밀대를 이용하여 속재료를 넣을 수 있을 만큼의 길이로 늘려준다.

㉙ 이 위에 25 cm로 길게 늘인 속재료를 올려준다.



그림 22. 속재료를 반죽 위에 올린 모습

㉚ 남은 반죽으로 속재료를 덮어준 뒤 손끝으로 꼭꼭 꼬집어 반죽을 붙여준다.

㉛ 오븐팬 위에 실리콘 페이퍼를 깔고 그 위에 바게트 반죽을 올려놓는다.

㉜ 반죽에 사선으로 4~5군데 칼집을 내준 후 따끈한 물(약 37℃)을 넣고 오븐에 넣은 후 발효모드로 맞추고 1hr정도 방치한다.

㉝ 팬에 올린 반죽이 2배 부풀었는지 확인하고 오븐온도를 180℃로 맞추고 시작버튼을 눌러 예열한 후 반죽을 오븐 안에 넣고 닫아 준 후 15 min 동안 구워주었다.

(사) 통조림 및 파우치

소금물(해수천일염 70%이상)을 농도별로 각각 0%(control), 1.5%, 3% 로 2L 씩 제조한 후 끓기 시작하면 녹색 WG밀을 1.5 kg 넣고 6분동안 끓인 후 실온에서 냉각하였다. 다음 이를 파우치(폴리에틸렌)에 포장한 후 파우치는 4℃에 보관하였다. 소금물 0%(대조구) 처리구는 통조림용 캔에 포장한 후 실온에서 보관하면서 각각의 일반성분을 분석하였다.

(아) 일반 멥쌀을 이용한 백설기

① 재료

일반 멥쌀(control)은 충남 당진군에서 수확한 삼광 품종을 이용하였으며, 호숙기(dough ripe stage flour, DRSF)와 황숙기(yellow ripe stage flour, YRSF) 멥쌀은 군산에서 수확한 호품 품종을 사용하였다. 설탕은 (주)삼양사의 큐원 하얀설탕을 이용하였으며 소금은 (주)씨제이 제일제당 백설 구운 소금을 이용하였다.

② 도구

찜기는 (주)남양 키친플라워 남양다용도찜기(26cm)를, 믹서기는 (주)대성아트론 DA700-G를, 핫플레이트는 (주)에버그린엔터프라이즈 EGH-372를 이용하였다. 떡 틀(18cm), 체, 면보, 볼, 주걱, 칼

③ 배합비

표 11. Formula for *Backsulgi* added with different ripe stage flour

Ingredients	Different grains		
	Control	30% DRSF ¹⁾	30% YRSF ²⁾
Rice flour(g)	500	350	350
WG flour(g)	0	150	150
Sugar(g)	50	50	50
Salt(g)	5	5	5
Water(g)	50	50	50

¹⁾30% DRSF : *Backsulgi* with 30% dough ripe stage flour.

²⁾30% YRSF : *Backsulgi* with 30% yellow ripe stage flour.

④ 만드는 법

㉠ 일반멥쌀은 2시간, 호숙기와 황숙기 멥쌀은 30분간 물에 침지한 후 30분간 물기를 제거한 후 믹서기를 이용해 분쇄한 후 체에 쳐서 시료로 이용하였다.

㉡ 멥쌀, 소금을 재료비에 따라 볼에 넣고 체에 친 후 물 50g을 조금씩 섞으면서 뭉쳐진 덩어리들을 없앤다.

㉢ 덩어리를 없앤 후 체에 치고 설탕 50g을 넣어서 섞는다.

㉣ 떡가루를 떡 틀(직경 18cm)에 넣고 윗면을 평평하게 하여 칼집을 내고 찜기에서 40분간 찜 후 10분간 뜸을 들인다.

㉤ 찜낸 떡은 실온에서 30분간 식힌 후 측정에 사용하였다.

(자) 녹색 WG찰쌀보리가루이용한 식빵

① 식빵반죽 제조

녹색 WG찰쌀보리가루를 0, 10, 20, 30%를 첨가하여 표 12의 배합비율에 의거하여 직접반죽 방법으로 식빵반죽을 제조하였다. 가루재료인 강력분 (강력1등, CJ제일제당(주), Korea), 탈지분유 (서울우유, Korea)와 제빵개량제 (Pantera, (주)Puratos Korea, Korea)를 체에 내린 후 설탕 (하얀설탕, CJ제일제당(주), Korea), 소금(백설탕소금, CJ제일제당(주), Korea), 36℃ 물에 이스트(Instant dry yeast, 전원식품, Korea)를 믹서볼에 넣고 반죽기 (5KSM150, Kitchen aid, USA) 1단에서 가루가 다 섞이도록 2분, 2단에서 30초간 혼합한 후 쇼트닝(베타빈, 동서유지(주), Korea)을 반죽 안쪽에 넣고 3분간 mixing한다. 다시, 3단에서 10분간 mixing한 후, 온도 30℃, 습도 75%의 발효기(HY-8000S, 전진공업, Korea)에서 15분간 1차 발효를 실시한다. 발효된 반죽을 180g씩 분할하고 반죽표면을 매끄럽게 되도록 둥글리기 한 후 젖은 소창을 덮어 10분간 실온에서 중간 발효한다. 반죽을 손으로 눌러 가스를 빼고 밀대로 밀어 성형하여 식빵팬에 팬닝한 후 온도 38℃, 습도 85%의 발효기에서 40분간 2차발효를 실시하였다.

표 12. 식빵 반죽 재료와 분량

재료(ingredients)	녹색WG찰쌀보리 첨가량			
	0%	10%	20%	30%
강력분 (Wheat flour)	500	450	400	350
녹색WG찰쌀보리(green premature barley)	0	50	100	150
36℃ 물 (36℃ water)	110	110	110	110
물 (water)	200	200	200	200
이스트 (Yeast)	10	10	10	10
제빵개량제 (Improver)	10	10	10	10
설탕 (sugar)	25	25	25	25
쇼트닝(Shortening)	20	20	20	20
분유 (Milk powder)	15	15	15	15
소금 (Salt)	10	10	10	10
전체 (Total)			900	

(차) 미숫가루 제조

녹색 WG찰쌀보리와 녹색 WG쌀, 그리고 대조군으로 찰쌀보리와 현미를 이용하여 미숫가루를 제조하였다. 녹색 WG찰쌀보리, 녹색 WG쌀, 찰쌀보리, 현미 각 1.6kg를 세척 한 후 건조하였다. 12시간동안 물로 불리고 100℃에서 30 분 동안 쪄낸 후 168℃에서 20분 볶아내어 160 μ m크기로 곱게 분쇄하였다. 온도는 쪄거나 볶고 나서 바로 내부중심온도 측정하였다.

(카) 피자 제조

중력분(중력 1등, CJ제일제당, Korea), 설탕(CJ제일제당, Korea), 소금(백설탕소금, CJ제일제당, Korea), 카놀라유(CJ제일제당), 이스트(Instant dry yeast, 전원식품, Korea) 와 물을 넣고 mixing한다. 반죽기(kitchen aid, USA) 1단에서 혼합되도록 2분간 mixing하고, 2단에서 3분 30초간 mixing한 후 3단에서의 7분 동안 반죽한다. 온도 30℃, 습도 80%의 발효기에서 45분간 1차 발효하고 둥글리기 한후 15분간 중간 발효를 한다. 시판 스파게티 소스 (200g)에 양파 (1개)와 토마토(1개)를 잘게 썰어 볶다가 월계수 잎은 2장을 넣고 1분 정도 끓인 후 빼낸다. 피자 팬에 식용유를 조금 바르고 도우를 밀대로 밀어 끝자리는 조금 두텁게 성형하고 바닥은 포크로 구멍을 낸다. 피자 도우에 소스를 골고루 바르고 피자치즈를 고루 뿌린 후 220℃의 오븐에서 12분 정도 굽는다.

표 13. 피자반죽 재료

재료 (g)	녹색밀가루 함량(%)	
	0	20
중력분 (Medium flour)	500	400
녹색밀가루 (Green wheat flour)	0	100
설탕 (sugar)	25	25
소금 (Salt)	10	10
카놀라유 (Canola oil)	40	40
드라이이스트 (Dried Yeast)	12.5	12.5
물 (Water)	250	250

(과) 식빵 제조

아래 표 14의 재료 비율을 이용하여 직접반죽법으로 식빵 반죽을 제조하였다. 가루재료(강력분, 분유, 제빵개량제)를 체에 내리고 유지를 제외한 재료를 믹서볼에 넣고 반죽기(kitchen aid, USA) 1단에서 혼합되도록 2분간 mixing하고, 2단에서 30초간 mixing한 후 쇼트닝을 반죽 안쪽에 넣고 3분 동안 mixing한다. 3단에서의 반죽은 녹색 WG찰쌀보리의 함량에 따라 Table 3.37의 시간별로 반죽한 후, 온도 30℃, 습도 75%의 발효기에서 Table 3.38의 시간동안 1차 발효한다. 1차 발효된 반죽을 180g씩 분할하고 반죽표면이 매끄럽게 되도록 등글리기 한 후 젓은 소창을 덮어 10분간 중간 발효한다. 반죽을 손으로 눌러 밀대로 밀며 가스를 뺀 후 3겹접기하고 원통모양으로 단단히 말아 식빵 틀에 알맞은 간격으로 배열한다. 온도 38℃, 습도 85%의 발효기에서 40분간 2차 발효시켜, 아랫불 190℃, 윗불 165℃의 예열된 오븐에서 15분 동안 굽고 팬의 위치를 바꾸어 식빵의 색이 균일하게 유지되도록 하여 다시 10분간 구워낸다. 구워낸 식빵은 온도 4℃, 습도 26%로 설정된 냉장고와 20℃, 40%로 설정된 항온항습기에서 4일동안 저장하면서 노화특성을 분석하였다.

표 14. 식빵제조에 이용한 재료

재료(g)	첨가된 녹색 WG찰쌀보리가루의 함량 (%)			
	0%	10%	20%	30%
강력분 (Wheat flour)	660	594	528	462
녹색 WG찰쌀보리 (green premature barley)	0	66	132	198
물 (36℃)	145.2	145.2	145.2	145.2
물 (실온)	264	264	264	264
이스트 (Yeast)	13.2	13.2	13.2	13.2
개량제 (Improver)	13.2	13.2	13.2	13.2
설탕 (sugar)	33	33	33	33
쇼트닝(Shortening)	26.4	26.4	26.4	26.4
분유 (Milk powder)	19.8	19.8	19.8	19.8
소금 (Salt)	13.2	13.2	13.2	13.2
전체 (Total)	1188	1188	1188	1188

표 15. 식빵제조시 반죽기 3단시간

mixing 3단	
녹색 WG찰쌀보리함량(%)	시간(min)
0	10
10	11
20	12
30	13

표 16. 식빵제조시 1차 발효시간

1차발효	
녹색 WG찰쌀보리함량(%)	시간(min)
0	15
10	20
20	25
30	35

(13) 제품의 물리적 특성 분석

(가) 색도 측정

색차계 (Colorimeter, JC801, Color techno co. Japan)를 이용하여 L값과 a값과 ΔE값을 측정하였다. 각각의 시료는 3회 반복 이상 측정하여 그의 평균값을 나타내었다.

(나) 조직감 측정

Texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro System Texture Analyzer, England)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis)에 의해 측정되었으며, 제품 각각의 측정 조건은 표 17와 같다.

표 17. 베이커리 제품 각각의 TA 측정조건

	식빵	머핀	쿠키
Probe	P/36R Cylinder Probe	75mm ø Rounded Cylinder Probe (P/18R)	Three Point Bending Rig
Pre-test speed	1 mm/s	1.5 mm/s	2 mm/s
Test speed	1.7 mm/s	1 mm/s	1 mm/s
Post-test speed	10 mm/s	1 mm/s	10 mm/s
Strain	40%	70%	
Distance			7 mm

(14) 제품의 관능검사

제품의 관능평가는 충남대학교 식품공학과 대학원생과 재학생을 대상으로 하였다(그림 23). 대조구를 포함한 시료를 평가하도록 하였으며 10점 척도법으로 평가하였다. 관능검사 항목으로 색(녹색의 정도), 풋내(풀냄새), 고소한 맛, 전반적인 선호도를 세 제품 모두 측정하였다. 관능검사 결과는 SAS 9.2를 실시하여 Duncan's multiple range test에 의해 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.



그림 23. 머핀의 관능검사중인 충남대학교 식품공학과 재학생들의 모습

(15) Betaine 및 choline 분석

Mixer에 갈아서 powder 형태의 습식 녹색 WG밀 1g에 methanol/water 혼합물(40:60, v/v) 5 ml를 첨가하여 상온인 shaking water bath에서 15분동안 추출한 후 다음 5분동안 sonication 하였다. 이를 centrifuge(3000 rpm, 25분)하여 상층을 취하였다. 이렇게 2번 추출한 후 얻어진 상층은 N_2 를 이용하여 용매를 제거한 후 동결 건조하여 수분을 완전히 제거하였다. 얻어진 잔여물에 0.05 wt%의 3-(trimethylsilyl) propionate-2,2,3,3-d₄ acid sodium salt(TSP, internal standard)를 함유한 D₂O를 이용하여 0.25 M phosphate buffer(pH 7.0)를 제조한 후 600 uL를 첨가하여 녹인 후 filtration을 수행하여 이를 5 mm diameter NMR tube에 옮겨 600 MHz ¹H-NMR 분석을 수행하였다.

(16) 호화도 측정

백설기의 호화 특성은 rapid visco analyser(RVA, RVA-3D, Newport Scientific Inc., Australia)를 이용하여 분석하였다. 각 시료 3.5 g(11%, w.b)와 25 mL의 증류수를 알루미늄 용기에 담고, 초기온도 50°C에서 30초간 유지한 후 2분 30초 동안 95°C로 가열하여 9분간 유지한 다음 3분 동안 50°C로 냉각하여 총 20분간 점도를 측정하였다. RVA viscogram을 통해 최고점도(peak viscosity, PV), 최저점도(holding strength, HS), 구조파괴점도(breakdown viscosity, BV), 최종점도(final viscosity, FV), 노화점도(setback viscosity, SV), 최고점도에 이르는 시간(peak time,PT) 및 호화개시온도 (pasting temperature, PST)를 구하였다. 점도의 단위는 centi-poise인 cP로 표시하였으며, 2회 반복 측정하여 평균과 표준편차 값을 구하였다.

(17) 녹색 WG찰쌀보리를 첨가한 식빵반죽의 특성평가

(가) 수분 손실율

식빵 반죽 시 수분 손실률은 반죽 재료무게와 mixing직후의 반죽무게를 측정하여 아래 식을 이용하여 계산 하였다.

$$\text{수분손실율(\%)} = \frac{\text{재료무게}(g) - \text{반죽무게}(g)}{\text{재료무게}(g)} \times 100$$

(나) 식빵 반죽의 발효 팽창력 측정

식빵 반죽 15g을 100 mL 메스실린더에 최대한 공간이 안 생기도록 평평하게 넣고 온도 30°C, 습도 75%의 발효기에서 80분 동안 발효시키면서 매 20분마다 윗면을 평평하게 하여 부피를 측정하였다.

(다) 식빵 반죽의 수분 함량 측정

Aluminium dish의 무게를 칭량하고 105°C의 dry oven에 30분간 가열한 후, desiccator에 옮겨 10분간 방냉한다. 다시 dish의 무게를 칭량하고, 무게의 변화가 없을 때까지 반복한다. 식빵 반죽을 3~5g을 칭량하여 넓게 dish에 편 뒤 무게를 칭량하고, dry oven에 1시간 동안 건조시키고 desiccator에 옮겨 20분간 방냉하여 무게를 측정한다. 같은 방법으로 dry oven에 30분 동안 건조시키고 desiccator에 옮겨 10분간 방냉하여 무게를 측정하고, 시료의 무게가 항량이 될 때 까지 이 조작을 계속하였다.

(라) 식빵 반죽의 pH 측정

식빵 반죽 15g을 증류수 100mL와 함께 비이커 (500mL 용)에 넣고, 믹서기(Phillips, model HR1364, China)로 1분 동안 균질화 시킨 후 spatula로 저어주고 1분 더 균질화 시킨다. 50mL conical tube에 담아 2,500ppm, 4분 동안 원심분리기를 이용하여 층분리를 한다. 상층에 부유 물이 떠있으면 제거하고 pH meter로 측정한다.

(마) Rapid Visco Analyser를 이용한 녹색 WG찰쌀보리가루의 호화특성

녹색 WG찰쌀보리가루에 대한 호화특성은 Rapid Visco Analyser(RVA, RVA-3D, Newport Scientific Inc., Australia)를 이용하여 측정하였다. 시료 3.5 g(11%, w.b.)과 증류수 25mL를 aluminium 용기에 넣고 50°C로 맞춘 신속 점도 측정기에서 유리 막대기를 이용하여 균일하게 교반하고 10초간 960 rpm으로 페달을 회전시킨 후 160 rpm에서 총 20분간 점도를 측정하였다. 가열 및 냉각조건은 30초 동안 초기 온도 50°C에서 유지한 다음 95°C가 되도록 2분 30초 동안 승온한 후 9분간 유지하였으며 3분에 걸쳐 50°C로 냉각하였다. 얻어진 RVA viscogram 으로부터 호화개시온도(pasting temp., PST), 최고점도(peak viscosity, PV), 최고점도에 이르는 시간(peak time, PT), 최저점도(holding strength, HS), 최종점도(final viscosity, FV), 구조과괴점도(breakdown viscosity, BV)와 회복점도(setback viscosity, SV)를 구하였고 2회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

(바) 식빵 반죽의 색도 측정

Petri dish에 식빵 반죽을 약 3g를 넣고, 색차계 (Colorimeter, JC801, Color techno co.

Japan)를 이용하여 Hunter L(명도), a(+적색도/-녹색도), b(+황색도/-청색도)값을 3회 이상 반복 측정하여 그의 평균값을 취하였다. 녹색 WG찰쌀보리의 첨가량에 따른 식빵반죽의 전체적인 색도의 차이(ΔE)는 $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 의 공식에 의하여 구하였다.



(사) 식빵 반죽의 물성 측정

반죽을 100mL 비커에 넣고 아답타 No.25 (점탄성용)을 장착한 Rheo meter (Sun Scientific, Compac-100, Japan)을 이용하여 아래의 표의 방법으로 물성을 측정하였다.

표 18. Rheo meter 측정을 위한 식빵반죽

	after mixing	After 1st fermentation	After 2nd fermentation
반죽(g)	40	40	20
방법	mixing직 후 비커에 넣음.	mixing직 후 비커에 넣고 1차발효	중간발효 끝난 후 비커에 넣고 2차발효

표 19. Rheo meter 조건 설정

반죽	반죽 후와 1차발효 후 (40g)		2차발효 후(20g)	
아답타		No 25		No 25
진입거리 (mm)		30		20
진입거리 (%)		75		50
연장/압축		압축		압축
테이블스피드(mm/min)		120		120
로드셀 최대응력(kg)		2		2
real/hold		real		real

(18) 미숫가루 특성 평가

(가) 미숫가루의 호화특성

선식의 호화특성은 Rapid Visco Analyser(RVA, RVA-3D, Newport Scientific Inc., Australia)를 이용하여 측정하였다. 시료 3.5 g(11%, w.b.)과 증류수 25mL를 aluminium 용기에 넣고 50°C에서 유리 막대기를 이용하여 균일하게 교반하고 10초간 960 rpm으로 페달을 회전시킨 후 160 rpm에서 총 20분간 점도를 측정하였다. 가열 및 냉각조건은 30초 동안 초기 온도 50°C에서 유지한 다음 95°C가 되도록 2분 30초 동안 승온한 후 9분간 유지하였으며 3분에 걸쳐 50°C로 냉각하였다. 얻어진 RVA viscogram으로부터 호화개시온도(pasting temp., PST), 구조과괴점도(breakdown viscosity, BV)와 회복점도(setback viscosity, SV)를 구하였고 2회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

(나) 미숫가루의 수분흡수지수(Water absorption index : WAI) 측정

50mL vial에 선식 1g과 증류수 20ml를 넣고 30초간 vortex 후 25°C shaking water bath에

서 20분간 교반하여 현탁 분산시킨 후, 3000 rpm에서 10분간 원심분리한다. 상층액을 제거하고, 잔사의 무게를 측정하여 선식 1g에 함유된 수분함량을 g으로 수분흡수지수 (WAI)을 구하였다.

(다) 미숫가루에 우유 혼합

우유(맛있는 우유, 남양, Korea) 1L에 제조한 선식가루(현미, 녹색 WG쌀) 80g과 꿀(Kirkland, Clover Honey) 60g을 넣고 핸드 믹서기로 30초간 혼합한다. 찰보리와 녹색 WG찰쌀보리의 경우에는 우유 1L에 선식가루 66.66g과 꿀50g을 넣고 핸드 믹서기로 30초간 혼합한다.

(라) 미숫가루의 관능평가

대구대학교 식품영양학과 학부생 20명을 선발하여 관능검사를 실시하였다. 미숫가루에 우유와 꿀을 넣어 혼합한 후 관능특성으로 맛, 풋내, 종합적인 기호도를 7점 평점법을 이용하여 관능평가를 하였다. 관능검사실의 individual booth에서 관능 특성이 가장 좋은 것을 7점, 가장 나쁜 것을 1점으로하여, 그 결과는 SAS(Statistical Analysis System) 9.2를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의해 5% 유의수준에서 검증하였다.

(19) 식빵의 특성 평가

(가) 식빵의 굽기손실을 측정

1차 발효 후의 식빵 반죽중량(g)인 DW, 오븐에 구워낸후 1시간 뒤의 식빵 중량(g)인 BW를 구하여 아래의 계산식에 의해 굽기손실을 계산하였다.

$$\text{굽기 손실율 (\%)} = (DW - BW)/DW \times 100$$

(나) 식빵의 수분활성도 (water activity) 측정

식빵의 water activity는 Aw-Lab(Novasina IC-500, Noavasina, Switzerland) 를 이용하여 측정하였다. 식빵 2g을 sample dish에 담아 sample chamber에 넣은 후 analysis mode에서 측정하였다. 얻어진 a_w 값을 2회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

(다) 식빵의 비용적 측정

식빵을 구운 후 실온에서 1시간 방치한 후 중량을 측정하고, 부피는 조를 이용한 종자치환법으로 측정하였다. 사각 플라스틱 용기 (5,110mL)에 조를 채운 후 메스실린더에 옮겨 부피를 측정하였다. 상기 용기에 식빵을 넣고 다시 조로 채워 평평하게 맞춘 후 식빵을 꺼내고 사용한 조의 양을 500mL 메스실린더를 이용하여 부피를 측정하였다. 용기의 부피와 조의 부피 차이로 식빵의 부피를 계산하였으며, 식빵의 비용적(specific volume)은 부피를 중량으로 나누어 그 값을 구하였다.

(라) 식빵의 pH 측정

식빵 15g을 증류수 100mL와 함께 믹서기(Phillips, model HR1364, China)로 1분 동안 균질화시킨 후 spatula로 저어주고 1분 더 균질화 시킨다. Conical tube에 균질화된 용액을 넣고

2,500ppm에 4분동안 원심분리하여 층분리를 하였다. 부유물을 제거한 후 pH meter로 측정하였다.

(마) 식빵의 색도 측정

식빵은 껍질부분을 제거한 후 동결 건조하여 powder형태로 만든 후 petri dish에 담고, 색차계 (Colorimeter, JC801, Color techno co. Japan)를 이용하여 Hunter L(명도), a(+적색도/-녹색도), b(+황색도/-청색도)값을 3회 이상 반복 측정하여 그의 평균값을 취하였다.

(바) X-ray diffractometer (XRD, X선 회절장치)를 이용한 식빵의 노화도 측정

식빵을 동결건조한 후 막자사발에서 분말화 한후 150 μ m test sieve을 통과시켜 준비한다. 건조식빵가루(0.11g)를 glass 시료판에 공간이 생기지 않도록 눌러 담고 XRD (D/MAX-2500/PC, Rigaku, Japan)를 이용하여 식빵의 결정구조를 측정하였다. 30kV, 20mA에서 Cu tube를 사용하여 5~40°의 구간에서 1.0 deg/min의 속도로 2회 측정하여 평균값을 구하였다.

(사) 식빵의 조직감 측정

식빵의 texture를 알아보기 위해 식빵 속 부분을 2cm×2cm×2cm크기로 일정하게 잘라 Rheo meter를 이용하여 측정하였다. 표 29의 조건하에 아답타 No.14를 사용하여 측정하였다.

표 20. Rheo meter 조건 설정

진입거리 (mm)	진입거리 (%)	연장/압축	테이블스피드(m m/min)	로드셀 최대응력(kg)	real/hold
15	75	압축	120	2kg	real

(아) 식빵의 관능평가

식빵을 각각 2cm×2cm×1cm 크기로 잘라 대구대학교 식품영양학과 학부생 20명을 선발하여, 식빵의 맛, 향, 조직감, 색, 종합적 기호도를 7점 평점법을 이용하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사실의 individual booth에서 관능 특성이 가장 좋은 것을 7점, 가장 나쁜 것을 1점으로 하는 관능평가를 실시하였다. 관능검사결과는 SAS(Statistical Analysis System) 9.2를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의해 5% 유의수준에서 검증하였다.

자. 우유를 이용한 가공식품 개발

(1) WG의 알러지 저해인자 기능 평가

(가) 단백질 분리

녹색 WG는 보리, 찰벼, 밀, 멥쌀을 건조하여 분쇄기로 분말한 것을 사용하였다. 이 분말을 이용하여 수용성, 10% NaCl, 0.2% NaOH 처리구로 나누어 단백질을 분리하고 분리된 단백질을 알러지 저해인자 기능 평가에 사용하였다.

(나) 분리된 단백질의 전기영동

전기영동은 12% SDS-PAGE로 수행하였다.

(다) RBL-2H3 세포를 이용한 알러지 저해인자 기능 평가

Rat 기원의 알러지 관련 마스트 세포인 RBL-2H3 세포는 충남대 의대 생화학교실에서 분양 받아서 실험에 이용하였다. MEM 배지에 10% FBS가 첨가된 세포배양 배지를 이용하였으며, 37°C, 5% CO₂가 유지되는 배양기에서 배양하였다. RBL-2H3 세포를 24-well에 1.6×10⁵/400ul/well로 조정하여 monoclonal IgE-DNP 항체를 100ng/ml로 처리하고 18시간 배양 후 시료를 처리하여 30분간 반응시켰다. 반응이 끝나면 DNP-HSA 항원을 100ng/ml로 처리하여 20분 동안 반응시켰다. 반응이 끝나면 상등액을 회수하고 남은 세포에 0.1% Triton X-100을 처리하여 세포를 파괴 후 원심분리하여 상등액을 회수하여 β-Hexosaminidase assay 를 하여 마스트 세포의 탈과립 정도를 조사하였다. 즉, 기질인 1 mM p-NAG 20 ul와 처리구 상등액 20 ul를 96-well plate에 넣고 37°C에서 1시간 반응시킨 다음 반응을 중지시키고 405 nm에서 OD 값을 측정하여 탈과립 정도를 측정하였다.

Sup. OD 값

$$\text{탈과립 \%} = \frac{\text{Sup. OD 값}}{\text{Sup. OD 값} + \text{Cell lysis OD 값}} \times 100$$

* sample 0을 100%로 했을 때 각 처리구 별 %를 계산한다.

(라) RT-PCR에 의한 싸이토카인의 발현 조사

탈과립 저해인자로써의 기능을 확인하기 위해서 알러지 관련 사이토카인인 IL-4 와 TNF-α의 발현을 RT-PCR로 분석하였다. RBL-2H3 세포에 시료를 처리 후 RNA 분리 kit를 이용하여 세포로부터 RNA를 추출하여 RT를 수행하고 Rat 마스트세포가 발현하는 IL-4 와 TNF-α의 primer를 제작하여 PCR를 수행하였다.

(2) 발효유 제조

(가) 공시균주와 녹색 WG 분말

시험에 사용된 유산균주는 *Str. salivarius* subsp. *thermophilus*와 *Lac. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*의 상업용 혼합균주(Chr. Hansen's Lab. Horsholm, Denmark)를 사용하였다. 홀그레인, 녹색보리, 녹원찰현미, 녹색밀, 녹색뽕쌀현미를 건조하여 분쇄기로 분말한 것을 사용하였다.

(나) 녹색 WG 분말을 첨가한 발효유의 제조

상업용 탈지분유(서울우유)를 구입하여 증류수에 희석하여 제조하였으며 액상 발효유는 10% 환원탈지유를 대조구로 사용하였고, 호상 발효유는 13% 환원탈지유를 대조구로 사용하였다. 홀그레인 분말은 2%, 4%, 6%로 첨가하였고 92°C에서 10분간 살균하고 37°C로 냉각한 후 유산균을 접종하였으며 incubator에서 37°C로 배양하면서 배양 시간에 따라 시험하였다.

(다) 발효유의 분석

유산균 접종 후 4, 8, 12, 16, 20, 24시간 마다 시료를 취하여 배양액의 pH, 적정산도, 유산균 수를 Cho etal(2003)의 방법에 따라 측정하였다. pH는 pH meter(420A, Orion Research Inc, USA)로 측정하였고, 유산균수는 멸균수에 십진 희석하여 유산균 배지 BCP(Eiken Chemical Co. Ltd., Japan)에 접종한 후 표준평판법으로 37℃에서 48시간 배양한 후에 형성된 colony 수를 측정하여 시료 1 mL 중의 cfu로 나타내었다. 점도는 발효유의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 5℃ 냉장고에 24시간 냉각한 후, Brookfield viscometer (BM type, Tokimec Inc., Japan)의 rotor No. 2를 사용하여 12 rpm으로 측정하였다.

(라) 관능평가

관능검사는 발효유의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 5℃ 냉장고에 24시간 냉각하여 시료로 사용하였으며 Cho etal(2003)의 방법에 따라 20명의 검사원으로 odor, taste, mouth feel, color, overall acceptability를 채점시험법에 따라 실시하였다.

(3) 찌빵 제조

중력분과 강력분은 대한제분에서 생산된 것을 사용하였고 전분은 소면식품의 감자전분, 설탕은 제일제당의 정백당(당도 99.7%), 소금은 해표의 제재염(천일염 100%), 가림산업의 엔제스트 생이스트, 오투기식품의 옛날 물엿, 베이킹 소다는 (주)신성식품의 식소다, 해표식용유(콩 100%), (주)대두식품의 고운 앙금을 사용하였다. 찌빵 제조 recipe는 한국산업인력공단의 제과 제빵 실기시험 문제집(이혜양 외 1인, 지구문화사, 2000)을 참고하였으며 녹색 WG밀과 녹색 WG보리는 (주)지앤비홀딩스에서 제공받았다.

(가) 녹색 WG를 이용한 찌빵 제조 기술

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분	70	700
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합

모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다.
반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후
3단 넣고 10분간 믹싱하였다.
글루텐 형성이 잘 되었다.



(2) 1차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다.
1차 발효 후 부피가 1.5배 부풀었다..
반죽이 촉촉하고 부드러웠다.



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효

60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐
을 덮어 20분간 중간발효시켰다.
덧가루가 많이 필요 하지 않아도 될 정도로 둥글리기 하기 좋았
다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 양금 30g을 넣고 밀봉
하였다.
밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도80%에서 30분간 2차 발효시켰다.
성형하기 전보다 1.5배 정도의 크기가 되었고 철판을 흔들어 보
았을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다



(6) 찌기

100℃의 찜기에 찌빵을 넣고 10분간 찌다.
타공팬에 올려놓고 식혔다.
찌빵의 색이 희고 표면이 매끄러웠으며 단면에
부드러운 기공이 형성되었다.

(나) 녹색 WG밀(10%) 찌빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG밀	60/10	600/100
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합

모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다.
반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후
3단 넣고 10분간 믹싱하였다.
글루텐 형성이 잘 되었다.



(2) 1차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다.
1차 발효 후 부피가 1.2배 부풀었다.
반죽온도 27℃
반죽이 촉촉하고 부드러웠다.



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효

60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 둥그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다.
덧가루가 많이 필요 하지 않아도 될 정도로 둥글리기 하기 좋았다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 앙금 30g을 넣고 밀봉하였다.
밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.
성형하기 전보다 1.5배 정도의 크기가 되었고 철판을 흔들어서 보았을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다






(6) 찌기

스팀기의 압력이 100℃ 정도에 찌빵을 넣고 10분간 찌었다.
타공팬에 올려놓고 식혔다.
Control과 큰 차이가 없었다.
녹색통밀 10% 첨가의 가능성을 보여주었다.

(다) 녹색 WG밀(20%) 찰빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG밀	50/20	560/140
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850

	<p>(1) 계량 및 혼합 모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다. 반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후 3단 넣고 10분간 믹싱하였다. 글루텐 형성이 잘 되지 않아 반죽이 찢어졌고 반죽 시 밀 냄새가 약간 났다.</p>
	<p>(2) 1차 발효 온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다. 1차 발효 후 1.1배 부풀었다. 반죽온도 27℃ 반죽이 조금 단단하여 다루기 어려웠다. 추가 발효시간과 물 첨가가 필요하다고 생각했다.</p>
	<p>(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효 60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다. 둥글리기한 자국이 표면에 그대로 나타났다.</p>



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 앙금 30g을 넣고 밀봉하였다.

밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.

성형하기 전보다 1.5배 정도의 크기가 되었고 철판을 흔들어 보았을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것으로 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기

100℃의 찌기에 찌빵을 넣고 10분간 찌다.

타공팬에 올려놓고 식혔다.

찌 후의 부피는 차이가 없었고 녹색통밀 10% 첨가보다 식감이 쫄깃하였으며 단면에 기공도 형성되었다. 표면이 녹색으로 보였고 밀 냄새가 약간 났다.

20% 첨가도 관능적으로 나쁘지 않았다.

(라) 녹색 WG밀(30%) 찌빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG밀	40/30	490/210
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850

	<p>(1) 계량 및 혼합 모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다. 반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후 3단 넣고 10분간 믹싱하였다. 글루텐 형성이 거의 되지 않았고 반죽이 잘 뭉쳐지지 않았다.</p>
	<p>(2) 1차 발효 온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다. 반죽온도 32℃ 1차 발효 후 부피가 거의 변화가 없었다. 추가 발효시간과 물 첨가가 필요하다고 생각했다.</p>
	<p>(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효 60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다.</p>
	<p>(4) 성형 및 팬닝 반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 양금 30g을 넣고 밀봉하였다. 밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.</p>
	<p>(5) 2차 발효 온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다. 성형 후 2차 발효가 끝나도 부피에는 큰 차이가 없었다.</p>
	<p>(6) 찌기 100℃의 찜기에 찌빵을 넣고 10분간 찌다. 타공팬에 올려놓고 식힌다. 찌 후의 부피는 차이가 없었고 녹색통밀 20% 첨가보다 식감이 더 쫄깃하였으나 단면에 기공이 거의 보이지 않았다. 표면이 녹색으로 보였으며 밀 냄새가 많이 났다. 그러나 30% 첨가도 관능적으로 나쁘지 않았다.</p>

(마) 녹색 WG보리(10%) 찌빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG보리	60/10	600/100
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합

모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다.
반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후
3단 넣고 10분간 믹싱하였다.
글루텐 형성이 잘 되었다.



(2) 1차 발효

온도 35°C, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다.
반죽온도 29°C
1차 발효 후 부피가 1.4배 부풀었다.
반죽이 촉촉하고 부드러웠다.



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효

60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다.
덧가루가 많이 필요하지 않아도 될 정도로 둥글리기 하기 좋았다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 양금 30g을 넣고 밀봉하였다.
밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.



(5) 2차 발효

온도 35°C, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.
성형하기 전보다 1.5배 정도의 크기가 되었고 철판을 흔들어서 보았을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것으로 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기

100°C의 찜기에 찜빵을 넣고 10분간 찌다.
타공팬에 올려놓고 식혔다.
표면이 촉촉하고 부드러워 보였으며 광택이 났고 Control과 차이가 없었으며 단면에 기공도 잘 형성되었다. 보리의 향이 좋게 느껴졌으며 통밀첨가 찜빵보다 우수했다.

(바) 녹색 WG보리(20%) 찌빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG보리	50/20	560/140
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합

모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다.
반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후
3단 넣고 10분간 믹싱하였다.
반죽 시 수분이 부족함을 알 수 있었고 보리향이 많이 났다.



(2) 1차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다.
1차 발효 후 1.2배 부풀었다.



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효

60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다.
덧가루가 많이 필요하지 않아도 될 정도로 둥글리기 하기 좋았다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 양금 30g을 넣고 밀봉하였다.
밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.
2차 발효 후 부피에 큰 차이가 없었으나 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기

100℃의 찜기에 찜빵을 넣고 10분간 찌다.
타공팬에 올려놓고 식혔다.
식감이 쫄깃하며 보리향이 구수하게 느껴졌고
표면이 녹색통밀 20% 첨가보다 광택이 많이 났고 녹색이 밀보다 덜 나타났다.

(사) 녹색 WG보리(30%) 찌빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG보리	40/30	490/210
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합

모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다.
반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후
3단 넣고 10분간 믹싱하였다.
반죽이 잘 뭉쳐지지 않았다.



(2) 1차 발효

온도 35°C, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다. 반죽온도 26.4.°C
부피에 거의 변화가 없었다.
반죽이 단단하고 부드러워 보이지 않았으며 손으로 만졌을 때 무거운 느낌이였다.



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효

60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽게 하기 힘들 정도로 단단했다
둥글리기 한 자국이 그대로 남아있었고 덧가루가 필요하지 않았다.
20분간 중간발효시켰다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 양금 30g을 넣고 밀봉하였다.
밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.
제품 밑에 밀봉한 자국이 많이 남았다.



(5) 2차 발효

온도 35°C, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.
2차 발효 후 부피는 많이 흔들리지 않았고 눈으로 보았을 때 발효가 덜 되었음을 느낄 수 있었다.



(6) 찌기

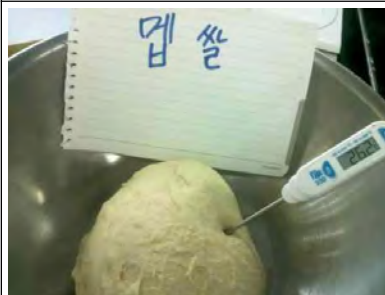
100°C의 찌기에 찜빵을 넣고 10분간 찌었다. 타공팬에 올려놓고 식혔다. 찌 후의 부피는 차이가 없었고 녹색찰보리 20% 첨가보다 식감이 더 쫄깃하였으나 단면에 기공이 거의 보이지 않았다.
표면이 노르스름하게 보였으며 보리향이 많이 났다.
30% 첨가도 관능적으로 나쁘지 않았다.

(아) 녹색 WG쌀 10% 첨가 찜빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG쌀	60/10	600/100
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합
 모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다.
 반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후 3단 넣고 10분간 믹싱하였다.



(2) 1차 발효
 온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다.
 반죽온도 26.2℃
 1차 발효 후 부피가 1.5배 까지는 부풀지 않았다.
 글루텐이 많이 형성되지 않았지만 반죽은 촉촉하고 부드러웠다



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효
 60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다.
 덧가루가 많이 필요하지 않아도 될 정도로 둥글리기 하기 좋았다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 앙금 30g을 넣고 밀봉하였다.

밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.

성형하기 전보다 1.5배 정도의 크기가 되고 철판을 흔들어 보았을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기

100℃의 찜기에 찌빵을 넣고 10분간 찌다.

타공팬에 올려놓고 식혔다.

겉면이 촉촉하고 부드러워 보였으며 식감이 쫄깃하였다.

식은 후 밀과 보리 첨가에서는 나타나지 않았던, 찌빵 표면에 주름이 생겼다.

믹싱하기 전 가루



1차 발효 후



30g로 분할된 앙금



완성작



(자) 녹색 WG 20% 첨가 찰빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG쌀	50/20	560/140
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합

모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다. 반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후 3단 넣고 10분간 믹싱하였다.



(2) 1차 발효

온도 35°C, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다. 반죽온도 28.2°C

1차 발효 후 부피의 변화가 거의 없었다.

글루텐이 많이 형성되지 않았지만 반죽이 매끄럽고 수분함량이 있었다.(촉촉했다)



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효

60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다.

덧가루가 많이 필요하지 않아도 될 정도로 둥글리기 하기 좋았다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 앙금 30g을 넣고 밀봉하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.
성형하기 전보다 1.3배 정도의 크기가 되었고 철판을 흔들어 보았을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기

100℃의 찜기에 찌빵을 넣고 10분간 찌다.
타공팬에 올려놓고 식혔다.
겉면이 촉촉하고 부드러워 보였으며 식감이 부드러우면서 쫄득하였다. 식은 후 표면에 주름이 약간 생겼다.

글루텐 형성이 덜 됨



완성된 찌빵 단면(기공이 적다)



(차) 녹색 WG쌀 30% 첨가 찰빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG쌀	40/30	490/210
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합
모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다. 반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후 3단 넣고 10분간 믹싱하였다.



(2) 1차 발효
온도 35°C, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다. 반죽이 겨우 한 덩어리로 뭉쳐졌다



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효
60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다. 둥글리기 하기 힘들었다



(4) 성형 및 팬닝
반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 앙금 30g을 넣고 밀봉하였다.
반죽이 딱딱하고 차가와 앙금을 넣기 힘들었다.
둥글리기한 밑 부분의 마무리 작업이 잘 되지 않았다.



(5) 2차 발효
온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.
2차 발효가 끝나고 부피는 1.2배 정도의 크기가 되었고 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다.



(6) 찜기
100℃의 찜기에 찜빵을 넣고 10분간 찜다.
타공팬에 올려놓고 식혔다.
표면이 매끄럽지 못하고 울퉁불퉁하였으며 식은 후 주름이 많이 생겼다.

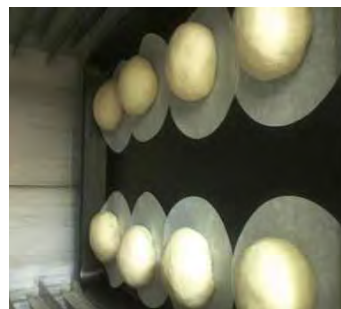
믹싱하는 중



한 덩어리로 뭉쳐진 반죽



발효실에 있는 반죽



(카) 녹색 WG참쌀 10% 첨가 찜빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG참쌀	60/10	600/100
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합
모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다. 반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후 3단 넣고 10분간 믹싱하였다.



(2) 1차 발효
온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다. 반죽온도 26.9℃. 1차 발효 후 부피가 1.5배까지는 부풀었다. 글루텐이 많이 형성되지 않았지만 멍쌀보다 반죽은 촉촉하고 부드러웠다.



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효
60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 둥그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다. 멍쌀보다 많이 필요하지 않아도 될 정도로 둥글리기 하기 좋았다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 앙금 30g을 넣고 밀봉하였다.

밀봉 후에 잘라놓은 종이를 붙이고 철판에 팬닝하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.

성형하기전보다 1.5배 정도의 크기가 되었고 철판을 흔들어 보았을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기

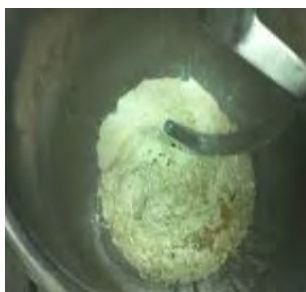
100℃의 찜기에 찜빵을 넣고 10분간 찌다.

타공팬에 올려놓고 식혔다.

겉면이 촉촉하고 부드러워 보였으며 식감도 좋았다.

멥쌀보다 식은 후 표면에 주름이 많이 나타났다.

믹싱하기 전



30g로 분할된 앙금



1차 발효 전



앙금 넣기 전 눌러주기



완성된 찜빵을 잘랐을 때



(타) 녹색잡쌀 20% 첨가 찌빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG잡쌀	50/20	560/140
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850



(1) 계량 및 혼합

모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다.
반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후
3단 넣고 10분간 믹싱하였다.



(2) 1차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다.
반죽온도 26℃

1차 발효 후 부피가 1.5배 까지는 부풀지 않았다.
글루텐이 조금 형성되었지만 반죽은 부드럽고 매끈하였다. 수분
함량이 적당히 있었다.



(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효

60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐
을 덮어 20분간 중간발효시켰다.



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 양금 30g을 넣고 밀봉
하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다.

성형하기 전보다 1.5배 정도의 크기가 되고 철판을 흔들어 보았
을 때 흔들렸으며 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기




100℃의 찜기에 찜빵을 넣고 10분간 찜다.

타공팬에 올려놓고 식혔다.

겉면이 촉촉하고 부드러워 보였으며 식감이 쫄득하였다. 식은
후 주름이 녹색참쌀 10% 첨가 찜빵보다는 덜 나타났다.

(과) 녹색 WG참쌀 30% 첨가 찜빵

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	중력분/녹색 WG참쌀	40/30	490/210
2	강력분	25	250
3	전분	5	50
4	물	57	570
5	설탕	10	100
6	소금	1.5	15
7	생이스트	3	30
8	제빵 개량제	1	10
9	물엿	4	40
10	베이킹 소다	0.5	5
11	식용유	8	80
12	고운 앙금	81	810
	합계	185	1,850

	<p>(1) 계량 및 혼합 모든 재료를 믹싱볼에 넣고 1단에서 2분간 혼합하였다. 반죽이 한 덩어리가 되면 2단 넣고 1분 믹싱한 후 3단 넣고 10분간 믹싱하였다..</p>
	<p>(2) 1차 발효 온도 35°C, 상대습도 80%에서 40분간 1차 발효시켰다. 반죽온도 24.5°C 멥쌀반죽보다는 수분 함량이 많게 느껴졌다.</p>
	<p>(3) 분할, 둥글리기 및 중간발효 60g로 분할하고 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들고 비닐을 덮어 20분간 중간발효시켰다. 둥글리기 힘들었다.</p>



(4) 성형 및 팬닝

반죽을 손으로 납작하게 눌러준 후 고운 앙금 30g을 넣고 밀봉하였다.



(5) 2차 발효

온도 35℃, 상대습도 80%에서 30분간 2차 발효시켰다. 추가 30분 발효 후 2차 발효가 된 것을 눈으로 확인하였다.



(6) 찌기

100℃의 찜기에 찌빵을 넣고 10분간 찌다. 타공팬에 올려놓고 식혔다. 식감은 매우 쫄득하였으나 찌빵의 단면에 기공이 없어 보였다. 식은 후 주름이 많이 나타났다.

1차 발효 되었을 때



겉이 하얗게 말라보였고 앙금을 넣기 위해 눌렀을 때 단단하여 잘 눌러지지 않았다.



찌빵의 단면에 기공이 없어 보였다



(4) 쇼트 브레드 쿠키(Short Bread Cookie)

밀가루와 설탕, 버터를 넣은 반죽을 밀어 편 후 구워내는 달콤한 맛의 영국식 쿠키이다. 부서지기 쉬운 과자로, 흔히 쇼트 브레드라고 한다. 19세기 말쯤 영국 스코틀랜드 지방에서 만들어지기 시작했다고 전해지며 지금도 스코틀랜드에서 관광 상품으로 널리 판매하고 있다. 덴마크 등 여러 다른 나라에서도 많이 만들며, 영국에서는 티타임 때 흔히 먹는 쿠키이다. 모양은 크게 커다란 원형, 원형, 두꺼운 직사각형으로 나누어지며, 큰 원형은 굽자마자 피자 조각처럼 잘라서 먹는다. 밀가루는 백설탕 박력분, 버터는 서울우유의 무염버터, 쇼트닝은 오뚜기의 콤

비쇼팅, 설탕은 제일제당의 정백당(당도 99.7%), 소금은 해표의 제재염(천일염 100%), 오뚜기식품의 옛날 물엿, 그리고 전원식품의 바닐라향을 사용하였다.

(가) 쇼트브레드쿠키(Control)

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	100	300
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683



(1) 계량

박력분 300그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.



(2) 체에 치기

박력분 300그램과 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.



(3) 크림링

버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.



(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기

설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.



(5) 달걀 혼합

먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다. (설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)



(6) 1차 반죽: 밀가루와 바닐라향 섞기

(5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 밀가루와 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.



(7) 냉장휴지

반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.



(8) 2차 반죽

냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.



(9) 모양 찍기

반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)



(10) 팬닝

찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자물을 발랐다.



(11) 굽기

윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다.

타공팬에 꺼내어 식혔다.

버터향이 나고 바삭한, 보기 좋은 황갈색의 쿠키가 만들어졌다.

설탕, 소금, 물엿 섞기



스크래퍼로 벽면 긁기



크림화된 버터에
체친 밀가루 넣기



냉장휴지 반죽



달걀노른자물을
바르기 전의 반죽



달걀노른자물



(나) 녹색 WG밀(10%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색 WG밀	90/10	270/30
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 270그램, 녹색 WG밀 30그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 270그램과 녹색 WG밀 30그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색밀, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색WG밀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 보기 좋은 황갈색의 쿠키가 만들어졌다. 반죽시 밀 냄새가 났으나 구운 후에는 느껴지지 않았다. Control과 차이가 나지 않았다.</p>

(다) 녹색 WG밀(20%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색 WG밀	80/20	240/60
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683



(1) 계량

박력분 240그램, 녹색WG밀 60그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.



(2) 체에 치기

박력분 240그램과 녹색WG밀 60그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.



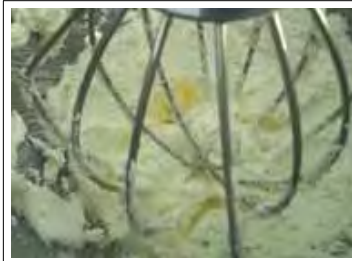
(3) 크림ing

버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림ing시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.



(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기

설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.



(5) 달걀 혼합

먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)



(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색WG밀, 바닐라향 섞기

(5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색밀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.



(7) 냉장휴지

반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.



(8) 2차 반죽

냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.



(9) 모양 찍기

반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)



(10) 팬닝

찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자물을 발랐다.



(11) 굽기

윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 보기 좋은 황갈색의 쿠키가 만들어졌다. 녹색 WG밀 10%보다 밀향과 푸른색이 더 낮으나 맛과 향, 바삭한 정도는 다르지 않았다.

(라) 녹색 WG밀(30%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색 WG밀	70/30	210/90
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683



	<p>(1) 계량 박력분 210그램, 녹색밀 90그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 210그램과 녹색WG밀 90그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색WG밀, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색밀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 보기 좋은 황갈색의 쿠키가 만들어졌다. 녹색밀 20%보다 밀향과 푸른색이 더 났으나 맛과 향, 바삭한 정도는 다르지 않았다.</p>

(마) 녹색 WG보리(10%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색WG보리	90/10	270/30
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 270그램, 녹색 WG보리 30그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 270그램과 녹색 WG보리 30그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색 WG보리, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 불에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색보리, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 황색의 쿠키가 만들어졌다. 반죽 시 보리 냄새가 났으나 구운 후에는 느껴지지 않았고 밀보다 향이 약하였다. 구운 후의 색이 밀에 비해 약하였다.</p>

(바) 녹색 WG보리(20%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색WG보리	80/20	240/60
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 240그램, 녹색 WG보리 60그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 240그램과 녹색 WG보리 60그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색 WG보리, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색보리, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 황색의 쿠키가 만들어졌다. 반죽시 보리냄새가 났으나 구운 후에는 느껴지지 않았다. 녹색보리 10%와 맛과 향은 다르지 않았으나 같은 첨가량의 녹색밀 쿠키보다 더 바삭하였다.</p>

모양틀로 찍어놓은 쿠키



쇼트브레드 옆면



왼쪽이 보리, 오른쪽이 밀
(밀이 색이 진하다)_



(사) 녹색 WG보리(30%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색 WG보리	70/30	210/90
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6		5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 210그램, 녹색보리 90그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 210그램과 녹색보리 90그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색 WG보리, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색보리, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 보기 좋은 황색의 쿠키가 만들어졌다. 녹색보리 20%보다 보리향이 더 낮으나 구운 후에는 느껴지지 않았다. 보리의 첨가량이 증가할 수록 색이 진해지고 더 바삭하였다.</p>

(아) 녹색 WG멤쌀(10%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색WG멤쌀	90/10	270/30
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 270그램, 녹색 WG멤쌀 30그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 270그램과 녹색 WG멤쌀 30그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색 WG멧쌀, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 불에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색멧쌀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 황색의 쿠키가 만들어졌다.</p>

(자) 녹색 WG엿쌀(20%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색WG엿쌀	80/20	240/60
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683



그림 24. 녹색 WG엿쌀 10%, 20% 첨가 쿠키 비교



그림 25. 녹색 WG 멍쌀 10% 첨가 쿠키 단면



그림 26. 위: 녹색 WG 찹쌀 20% 단면, 아래 녹색 WG 멍쌀 20% 단면

(차) 녹색 WG멤쌀(30%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색멤쌀	70/30	210/90
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 210그램, 녹색 WG멤쌀 90그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 210그램과 녹색 WG멤쌀 90그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색 WG멤쌀, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색멤쌀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구웠다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 황색의 쿠키가 만들어졌다. 쌀 첨가량이 증가할수록 색이 진해졌으나 맛과 향, 바삭한 정도의 차이는 없었다.</p>

(카) 녹색 WG참쌀(10%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색참쌀	90/10	270/30
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 270그램, 녹색 WG참쌀 30그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 270그램과 녹색 WG참쌀 30그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색 WG참쌀, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색참쌀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 황색의 쿠키가 만들어졌다. 멍쌀보다 색이 진하다.</p>

(타) 녹색 WG참쌀(20%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색참쌀	80/20	240/60
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683



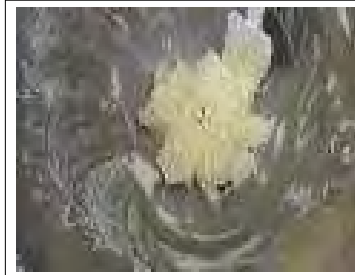
(1) 계량

박력분 240그램, 녹색 WG참쌀 60그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.



(2) 체에 치기

박력분 240그램과 녹색 WG참쌀 60그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.



(3) 크림링

버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.



(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기

설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색참쌀, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색참쌀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구었다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 황색의 쿠키가 만들어졌다.</p>



그림 27. 녹색 WG참쌀 19% 첨가 쿠키와 녹색 WG참쌀 20% 첨가 쿠키의 비교(첨가량이 증가할수록 색이 진해지고 부피가 줄어들었다. 녹색 WG참쌀 20% 첨가 쿠키가 구운 후 표면의 광택이 더 좋았다)

(과) 녹색 WG 찹쌀(30%) 첨가 쇼트브레드쿠키

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분/녹색찹쌀	70/30	210/90
2	버터	33	99
3	쇼트닝	33	99
4	설탕	35	105
5	소금	1	3
6	물엿	5	15
7	달걀	10	30
8	달걀노른자	10	30
9	바닐라향	0.5	2
	합 계	227.5	683

	<p>(1) 계량 박력분 210그램, 녹색 WG찹쌀 90그램, 버터 99그램, 쇼트닝 99그램, 설탕 105그램, 소금 3그램, 물엿 15그램, 달걀 30그램, 달걀노른자 30그램, 바닐라향 2그램을 계량하였다.</p>
	<p>(2) 체에 치기 박력분 210그램과 녹색 WG찹쌀 90그램, 바닐라향 2그램을 합하여 섞은 후 체에 쳐서 내렸다.</p>
	<p>(3) 크림링 버터와 쇼트닝을 믹싱볼에 넣고 1단에서 1분간 섞어주어 부드럽게 혼합된 상태가 되면 3단 넣고 7분간 크림링시켰다. 중간 중간 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>
	<p>(4) 설탕, 소금, 물엿 섞기 설탕과 소금, 물엿을 합하여 1분 간격으로 3회에 나누어 섞어주었다. 이때도 스크래퍼로 믹싱볼 옆에 달라붙은 혼합물을 긁어내려 섞어주었다.</p>

	<p>(5) 달걀 혼합 먼저 달걀노른자 30그램을 2회에 나누어 섞어준 후 3분간 믹싱하였고 다시 달걀 30그램을 넣고 5분간 믹싱하였다.(설탕이 80% 정도 녹아야 하므로 손으로 만져보았을 때 설탕입자가 만져지고 스크래퍼로 믹싱볼의 옆면을 긁어내릴 때 설탕의 서걱거림이 느껴진다)</p>
	<p>(6) 1차 반죽: 박력분과 녹색 WG참쌀, 바닐라향 섞기 (5)의 혼합물을 볼에 옮겨 담고 체에 친 박력분과 녹색참쌀, 바닐라향을 섞은 후 고무주걱으로 가볍게 섞으면서 반죽하였다.</p>
	<p>(7) 냉장휴지 반죽을 비닐팩에 담고 손으로 가볍게 눌러 편편하게 한 후 냉장고에 넣어 40분간 휴지시켰다.</p>
	<p>(8) 2차 반죽 냉장휴지시켰던 반죽을 꺼내어 2차 반죽하여 매끈하게 한 덩어리로 만들었다. 설탕의 입자가 약간 보였다.</p>
	<p>(9) 모양 찍기 반죽을 0.8cm 두께로 민 다음 직경 5cm의 모양틀로 찍었다.(쿠키 1개당 무게는 10그램)</p>
	<p>(10) 팬닝 찍어낸 반죽을 팬닝한 후 포크로 표면에 모양을 내고 달걀노른자 물을 발랐다.</p>
	<p>(11) 굽기 윗불 150℃, 아랫불 180℃에서 18분간 구웠다. 한쪽면의 색이 나면 팬을 돌려 색깔이 고루 나게 하였다. 타공팬에 꺼내어 식혔다. 버터향이 나고 바삭한 황갈색의 쿠키가 만들어졌다. 녹색 WG참쌀의 첨가량이 증가할수록 녹색멥쌀에 비해 구운 후 색깔이 진해졌고 부피가 감소하였으나 표면의 광택은 증가하였다.</p>



그림 28. 녹색 WG멤쌀 30% 첨가 쿠키와 녹색 WG참쌀 30% 첨가 쿠키 비교
(참쌀 첨가 쿠키가 구운 후 색이 진하고 부피가 줄어든다)

(5) 면류 제조 기술

(가) 면류(Control)

번호	재료명	비율(%)	중량
1	중력분	100	400g
2	우유	62.5	250ml
3	합계	162.5	650g



(1) 계량 및 혼합
 밀가루 400gram을 가지고 우유 250ml를 넣고 손으로 혼합하였다.
 글루텐 형성이 잘 되었다.



(2) Aging time은 1시간 있었습니다. 면을 만드는 기계로 만들었다. 면 길이 25cm로 하였다.



(3) 실내 온도에 30분후 조금 마른 다음에 비닐봉투에 넣어 보관하였다.

(2) 녹색 WG쌀(10%) 면류

번호	재료명	비율(%)	중량
1	중력분	90	360g
2	녹색 WG쌀	10	40g
3	우유	62.5	250ml
	합계	162.5	650g



(1) 계량 및 혼합

360gram 밀가루와 40gram 녹색 WG을 가지고 믹싱을 잘 한 다음에 우유 250ml를 넣고 손으로 혼합하였다. 글루텐 형성이 잘 되었다.



(2) Aging time은 1시간 있었습니다. 면을 만드는 기계로 만들었다. 면 길이 25cm로 하였다.



(3) 실내 온도에 30분후 조금 마른 다음에 비닐봉투에 넣어 보관하였다.

(다) 녹색 WG쌀(20%) 면류

번호	재료명	비율(%)	중량
1	중력분	80	320g
2	녹색 WG	20	80g
3	우유	62.5	250ml
	합계	162.5	650g



(1) 계량 및 혼합

320gram 밀가루와 80gram 녹색 WG을 가지고 믹싱을 잘 한 다음에 우유 250ml를 넣고 손으로 혼합하였다. 글루텐 형성이 잘 되었다.



(2) Aging time은 1시간 있었습니다. 면을 만드는 기계로 만들었다. 면 길이 25cm로 하였다.



(3) 실내 온도에 30분후 조금 마른 다음에 비닐봉투에 넣어 보관하였다.

(라) 녹색 WG쌀(30%) 면류

번호	재료명	비율(%)	중량
1	중력분	70	280g
2	녹색 WG쌀	30	120g
3	우유	62.5	250ml
	합계	162.5	650g



(1) 계량 및 혼합

280gram 밀가루와 120gram 녹색 WG을 가지고 믹싱을 잘 한 다음에 우유 250ml를 넣고 손으로 혼합하였다.
글루텐 형성이 조금 됐다.



(2) Aging time은 1시간 있었습니다. 면을 만드는 기계로 만들었다. 면 길이 25cm로 하였다.



(3) 실내 온도에 30분후 조금 마른 다음에 비닐봉투에 넣어 보관하였다.

(마) 녹색 WG보리 (10%) 면류

번호	재료명	비율(%)	중량
1	중력분	90	360g
2	녹색 WG보리	10	40g
3	우유	62.5	250ml
	합계	162.5	650g



(1) 계량 및 혼합

360gram 밀가루와 40gram 녹색 WG을 가지고 믹싱을 잘 한 다음에 우유 250ml를 넣고 손으로 혼합하였다. 글루텐 형성이 되었다.



(2) Aging time은 1시간 있었습니다. 면을 만드는 기계로 만들었다. 면 길이 25cm로 하였다.



(3) 실내 온도에 30분후 조금 마른 다음에 비닐봉투에 넣어 보관하였다.

(바) 녹색 WG보리 (20%) 면류

번호	재료명	비율(%)	중량
1	중력분	80	320g
2	녹색 WG보리	20	80g
3	우유	62.5	250ml
	합계	162.5	650g



(1) 계량 및 혼합

320gram 밀가루와 80gram 녹색 WG을 가지고 믹싱을 잘 한 다음에 우유 250ml를 넣고 손으로 혼합하였다. 글루텐 형성이 잘 안되었다.



(2) Aging time은 1시간 있었습니다. 면을 만드는 기계로 만들었다. 면 길이 25cm로 하였다.



(3) 실내 온도에 30분후 조금 마른 다음에 비닐봉투에 넣어 보관하였다.

(사) 녹색 WG보리 (30%) 면류

번호	재료명	비율(%)	중량
1	중력분	70	280g
2	녹색 WG보리	30	120g
3	우유	62.5	250ml
	합계	162.5	650g



(1) 계량 및 혼합

280gram 밀가루와 120gram 녹색 WG을 가지고 믹싱을 잘 한 다음에 우유 250ml를 넣고 손으로 혼합하였다. 글루텐 형성이 잘 안되었고 색깔이 조금 어둡다.



(2) Aging time은 1시간 있었습니다. 면을 만드는 기계로 만들었다. 면 길이 25cm로 하였다.



(3) 실내 온도에 30분후 조금 마른 다음에 비닐봉투에 넣어 보관했다.

(아) 생면 Texture 분석

대조구는 밀가루 100%, 그리고 밀가루에 녹색 WG쌀 및 녹색 WG보리를 각각 10%, 20%, 30%로 혼합하고 우유와 혼합해서 실내온도에서 aging time을 1시간을 맞추고, 1시간 후에 texture analyzer를 이용해서 면류의 신장도와 force를 측정했다. 측정할 때 면류의 온도를 25도로 맞추어 측정하였다.

	Samples	Force (g)	Distance (mm)
1	Control	93.22±9.70 ^a	11.71±0.45 ^b
2	녹색 WG쌀 10%	80.86±5.50 ^{ab}	10.88±0.44 ^{bc}
3	녹색 WG쌀 20%	85.55±3.02 ^{ab}	10.59±0.56 ^{bc}
4	녹색 WG쌀 30%	94.28±5.74 ^a	8.56±0.50 ^d
5	녹색 WG보리 10%	77.08±2.89 ^b	14.63±1.93 ^a
6	녹색 WG보리 20%	75.36±11.74 ^b	10.63±0.26 ^{bc}
7	녹색 WG보리 30%	85.63±7.84 ^{ab}	10.01±0.29 ^{cd}

글루텐 함량의 높을수록 신장도(력)은 증가한다. 따라서 녹색통곡 및 녹색통보리 함량이 증가할수록 신장도(력)은 감소하게 된다. 반죽의 제빵특성에 영향을 미치는 또 다른 요인으로 수분 및 회분의 함량이 있다.

(6) 시퐁 케이크

(가)대조구

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	100	400g
2	설탕(A)	65	260g
3	설탕(B)	65	260g
4	노른자	50	200g
5	흰자	100	400g
6	소금	1.5	6g
7	B.P	2.5	10g
8	식용유	40	160g
9	물	30	120g
10	플레인요구르트		160g
	합 계		

***만드는 방법**

- ① 오븐을 180/180으로 예열한다.
- ② 시퐁틀을 분무기로 물을 뿌려 얹어 놓는다.
- ③ 가루 재료를 체 친다(박력분+B.P)
- ④ 노른자를 풀어준 후 설탕+소금을 섞어준다
우유를 섞고 식용유를 섞어 플레인 요구르트를 2개 섞어준다
- ⑤ 흰자의 머랭을 설탕을 2회에 나누어 90%까지 올린다.
- ⑥ ④에 가루를 섞는다

- ⑦ ⑤에 머랭 1/2을 섞는다.
- ⑧ 나머지 머랭을 넣고 거품이 죽지 않게 잘 섞어준다.
- ⑨ 비중을 쥌다.
- ⑩ 시폰틀에 반죽을 70%붓고 오븐에 30분 굽는다
- ⑪ 오븐에서 나오면 시폰틀을 뒤집어 놓고 식힌다.



(1) 재료 계량



(2) 가루 체질하기



(3) 노른자 알끈 풀기



(4) 노른자를 풀어준다.



(5) 설탕과 소금을 섞는다.



(6)우유를 섞는다.



(7) 식용유를 섞는다.



(8) 플레인 요거트를 섞는다.



(9) 밀가루를 섞는다.



(10) 흰자를 4단으로 놓고 1분 돌린다.



(11) 설탕1/2를 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(12) 나머지 설탕을 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(13) 6단에서 1분 돌린 후 머랭을 90%까지 올린다.



(14) (9)에 머랭 1/2을 넣고 섞는다.



(15) 나머지 머랭을 넣고 섞는다.



(16) 완성된 반죽



(17) 시퐁 틀에 540g을 붓는다.



(18) 윗불180/아랫불180에 놓고
30분 굽는다.



(19) 뒤집어서 식힌다.



(20) 시퐁 완성작

(나) 녹색 WG쌀 10%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	90	360g
2	녹색 WG쌀	10	40
3	설탕(A)	65	260g
4	설탕(B)	65	260g
5	노른자	50	200g
6	흰자	100	400g
7	소금	1.5	6g
8	B.P	2.5	10g
9	식용유	40	160g
10	물	30	120g
11	플레인요구르트		160g
	합 계		1,976



(1) 재료 계량



(2) 가루 체질하기



(3) 노른자 알끈 풀기



(4) 노른자를 풀어준다.



(5) 설탕과 소금을 섞는다.



(6) 우유를 섞는다.



(7) 식용유를 섞는다.



(8) 플레인 요거트를 섞는다.



(9) 밀가루를 섞는다.



(10) 흰자를 4단으로 놓고 1분 돌린다.



(11) 설탕 1/2를 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(12) 나머지 설탕을 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(13) 6단에서 1분돌린 후
머랭을 90%까지 올린다.



(14) (9)에 머랭 1/2을 넣고 섞는다.



(15) 나머지 머랭을 넣고 섞는다.



(16) 완성된 반죽



(17) 시퐁 틀에 540g을 붓는다.



(18) 윗불180/아랫불180에 놓고
30분 굽는다.



(19) 뒤집어서 식힌다.



(20) 시퐁 완성작

(다) 녹색쌀 20%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	80	320g
2	녹색 WG쌀	20	80
3	설탕(A)	65	260g
4	설탕(B)	65	260g
5	노른자	50	200g
6	흰자	100	400g
7	소금	1.5	6g
8	B.P	2.5	10g
9	식용유	40	160g
10	물	30	120g
11	플레인요구르트		160g
	합 계		1,976



(1) 재료 계량



(2) 가루 체질하기



(3) 노른자 알끈 풀기



(4) 노른자를 풀어준다.



(5) 설탕과 소금 섞는다.



(6) 우유를 섞는다.



(7) 식용유를 섞는다.



(8) 플레인 요거트를 섞는다.



(9) 밀가루를 섞는다.



(10) 흰자를 4단으로 놓고 1분 돌린다.



(11) 설탕 1/2를 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(12) 나머지 설탕을 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(13) 6단에서 1분돌린 후
머랭을 90%까지 올린다.



(14) (9)에 머랭 1/2을 넣고 섞는다.



(15) 나머지 머랭을 넣고 섞는다.



(16) 완성된 반죽



(17) 시퐁 틀에 540g을 붓는다.



(18) 윗불180/아랫불180에 놓고
30분 굽는다.



(19) 뒤집어서 식힌다.



(20) 시퐁 완성작

(라) 녹색 WG쌀 30%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	70	280g
2	녹색 WG쌀	30	120
3	설탕(A)	65	260g
4	설탕(B)	65	260g
5	노른자	50	200g
6	흰자	100	400g
7	소금	1.5	6g
8	B.P	2.5	10g
9	식용유	40	160g
10	물	30	120g
11	플레인요구르트		160g
	합 계		1,976



(1) 재료 계량



(2) 가루 체질하기



(3) 노른자 알끈 풀기



(4) 노른자를 풀어준다.



(5) 설탕과 소금을 섞는다.



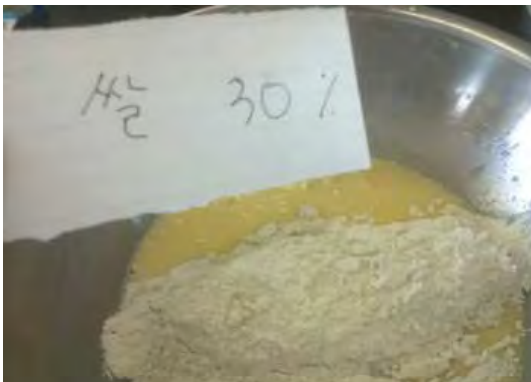
(6) 우유를 섞는다.



(7) 식용유를 섞는다.



(8) 플레인 요거트를 섞는다.



(9) 밀가루를 섞는다.



(10) 흰자를 4단으로 놓고 1분 돌린다.



(11) 설탕 1/2를 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(12) 나머지 설탕을 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(13) 6단에서 1분돌린 후
머랭을 90%까지 올린다.



(14) (9)에 머랭 1/2을 넣고 섞는다.



(15) 나머지 머랭을 넣고 섞는다.



(16) 완성된 반죽



(17) 시퐁 틀에 540g을 붓는다.



(18) 윗불180/아랫불180에 놓고
30분 굽는다.



(19) 뒤집어서 식힌다.



(20) 시퐁 완성작

(마) 녹색 WG보리 10%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	90	360g
2	녹색 WG보리	10	40
3	설탕(A)	65	260g
4	설탕(B)	65	260g
5	노른자	50	200g
6	흰자	100	400g
7	소금	1.5	6g
8	B.P	2.5	10g
9	식용유	40	160g
10	물	30	120g
11	플레인요구르트		160g
	합 계		1,976



(1) 재료 계량



(2) 가루 체질하기



(3) 노른자 끈 풀기



(4) 노른자를 풀어준다.



(5) 설탕과 소금을 섞는다.



(6) 우유를 섞는다.



(7) 식용유를 섞는다.



(8) 플레인 요거트를 섞는다.



(9) 밀가루를 섞는다.



(10) 흰자를 4단으로 놓고 1분 돌린다.



(11) 설탕 1/2를 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(12) 나머지 설탕을 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(13) 6단에서 1분돌린 후
머랭을 90%까지 올린다.



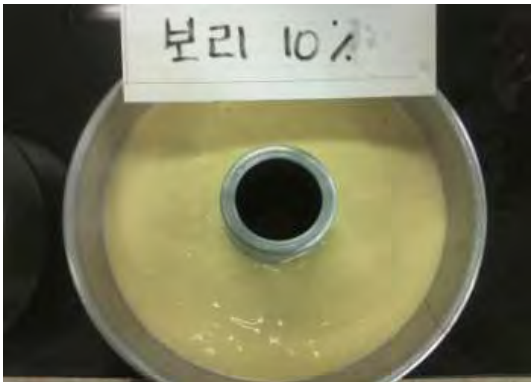
(14) (9)에 머랭 1/2을 넣고 섞는다.



(15) 나머지 머랭을 넣고 섞는다.



(16) 완성된 반죽



(17) 시퐁 틀에 540g을 붓는다.



(18) 윗불180/아랫불180에 놓고
30분 굽는다.



(19) 뒤집어서 식힌다.



(20) 시퐁 완성작

(바) 녹색 WG보리 20%첨가

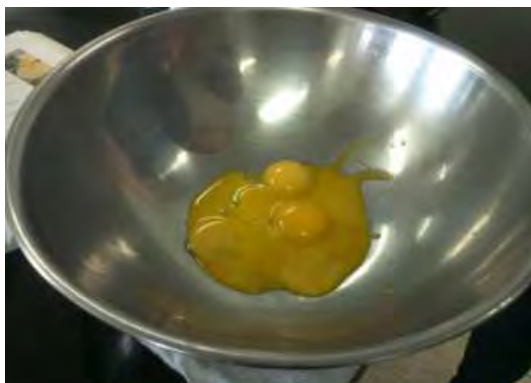
번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	80	320g
2	녹색 WG보리	20	80
3	설탕(A)	65	260g
4	설탕(B)	65	260g
5	노른자	50	200g
6	흰자	100	400g
7	소금	1.5	6g
8	B.P	2.5	10g
9	식용유	40	160g
10	물	30	120g
11	플레인요구르트		160g
	합 계		1,976



(1) 재료 계량



(2) 가루 체질하기



(3) 노른자 알끈 풀기



(4) 노른자를 풀어준다.



(5) 설탕과 소금을 섞는다.



(6) 우유를 섞는다.



(7) 식용유를 섞는다.



(8) 플레인 요거트를 섞는다.



(9) 밀가루를 섞는다.



(10) 흰자를 4단으로 놓고 1분 돌린다.



(11) 설탕 1/2를 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(12) 나머지 설탕을 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(13) 6단에서 1분돌린 후
머랭을 90%까지 올린다.



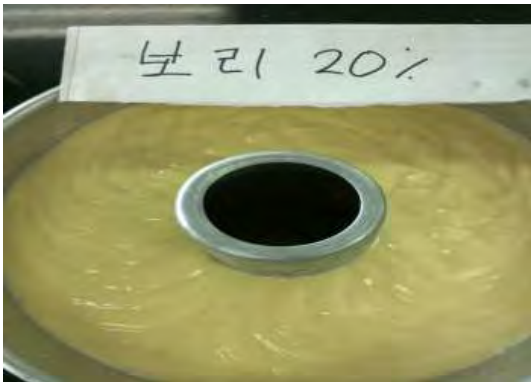
(14) (9)에 머랭 1/2을 넣고 섞는다.



(15) 나머지 머랭을 넣고 섞는다.



(16) 완성된 반죽



(17) 시퐁 틀에 540g을 붓는다.



(18) 윗불180/아랫불180에 놓고
30분 굽는다.



(19) 뒤집어서 식힌다.



(20) 시퐁 완성작

(사) 녹색 WG보리 30%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	박력분	70	280g
2	녹색 WG보리	30	120
3	설탕(A)	65	260g
4	설탕(B)	65	260g
5	노른자	50	200g
6	흰자	100	400g
7	소금	1.5	6g
8	B.P	2.5	10g
9	식용유	40	160g
10	물	30	120g
11	플레인요구르트		160g
	합 계		1,976



(1) 재료 계량



(2) 가루 체질하기



(3) 노른자 알끈 풀기



(4) 노른자를 풀어준다.



(5) 설탕과 소금을 섞는다.



(6) 우유를 섞는다.



(7) 식용유를 섞는다.



(8) 플레인 요거트를 섞는다.



(9) 밀가루를 섞는다.



(10) 흰자를 4단으로 놓고 1분 돌린다.



(11) 설탕 1/2를 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(12) 나머지 설탕을 넣고 4단으로 1분 돌린다.



(13) 6단에서 1분돌린 후
머랭을 90%까지 올린다.



(14) (9)에 머랭 1/2을 넣고 섞는다.



(15) 나머지 머랭을 넣고 섞는다.



(16) 완성된 반죽



(17) 시퐁 틀에 540g을 붓는다.



(18) 윗불180/아랫불180에 놓고
30분 굽는다.



(19) 뒤집어서 식힌다.



(20) 시퐁 완성작

(7) 식빵

(가) 대조구

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	100	1200g
2	설탕	5	60g
3	우유	68	816g
4	생이스트	3	36g
5	제빵개량제	1	12g
6	소금	2	24g
7	쇼트닝	4	48g
	합 계		2,196

① 재료 계량

② 혼합-쇼트닝을 제외한 재료를 믹서볼에 넣고 혼합한다.

반죽이 한덩어리가 되면 중속으로 혼합하고 클린업단계에 쇼트닝을 혼합하여 27℃의 반죽 형성 중기 단계의 반죽을 만든다.

③ 온도 27℃,상대습도 75%에서 90분간 1차 발효한다.

④ 180g으로 분할하고, 반죽의 표면을 매끄럽고 동그랗게 만들어 둥글리기하고 나무판 위에 반죽을 놓고 비닐을 덮어 10분간 중간 발효한다.

⑤ 반죽을 손으로 눌러 가스를 빼고 밀대로 밀어펴 가스빼기를 한다.

밀어편 반죽을 3겹 접기 하고 한쪽 면부터 반죽을 말아 단단한 원통 모양으로 성형한다.이때 반죽의 표면이 찢어지면 안된다.

성형된 반죽 3개를 우유 식빵틀에 알맞은 간격으로 배열하고 손으로 살짝 눌러준다

⑥ 온도 38℃,상대습도 85%의 발효실에 약 50분간 2차 발효를 하며 반죽이 틀 높이보다 1cm 정도로 올라온 상태가 되면 2차 발효 완료 시점이다.

⑦ 아랫불 190℃,윗불 170℃의 예열된 오븐에 25분간 굽는다.

굽기 중 껍질색의 상태에 따라 팬의 위치를 바꾸어 준다.



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 2분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 2단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 15분간 돌린다.



(5) 반죽 온도 24℃



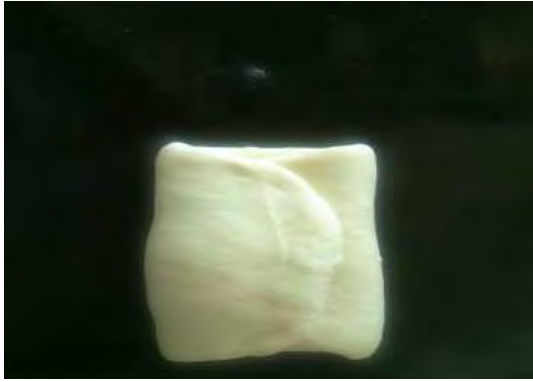
(6) 1차 발효 90분



(7) 180g으로 분할하여 둥글린다.
중간휴지 10분



(8) 비닐을 덮고 10분 동안 중간휴지 시킨다.



(9)반죽을 밀대로 밀고 3단 접기한다.



(10)식빵틀에 반죽을 넣고 2차발효 50분한다.



(11)2차 발효 후 사진



(12)윗불170/아랫불190 예열된 오븐에 25분간 굽는다.



(13)완성작



(14)식빵 잘랐을 때의 단면

(나) 녹색 WG쌀 10%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	90	1080g
2	녹색 WG쌀	10	120g
3	설탕	5	60g
4	우유	68	816g
5	생이스트	3	36g
6	제빵개량제	1	12g
7	소금	2	24g
8	쇼트닝	4	48g
	합 계		2,196



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 2분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 2단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 15분간 돌린다.



(5) 반죽 온도 21.7℃



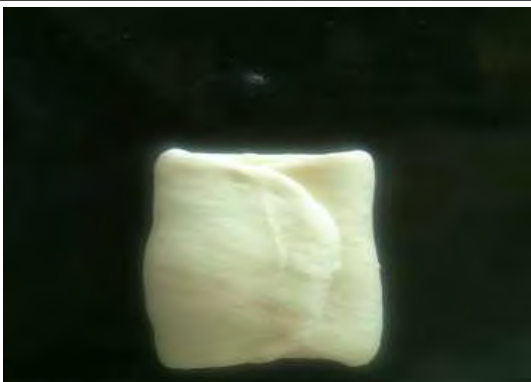
(6) 1차 발효 90분



(7) 180g으로 분할하여 둥글린다.
중간휴지 10분



(8) 비닐을 덮고 10분 동안 중간휴지 시킨다.



(9) 반죽을 밀대로 밀고 3단 접기한다.



(10) 식빵틀에 반죽을 넣고 2차 발효
50분한다.



(11) 2차 발효 후 사진



(12) 윗불 170/아랫불 190 예열된 오븐에
25분간 굽는다.



(13)완성작



(14)식빵을 잘랐을 때의 단면

- 1)가루에서 미숫가루 냄새가 난다.
- 2)쇼트닝을 넣고 섞었을 때 볼이 깨끗하게 하나로 뭉쳤다.
- 3)반죽이 매끈하고 부드럽다.
- 4)1차 발효 후 2배 가량 부풀었다.
- 5)식빵틀에서 1cm 위로 부풀었다.
- 6)구었을 때 식빵의 맛이 쌀 냄새가 조금 났다.

(다) 녹색 WG쌀 20%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	80	960g
2	녹색 WG쌀	20	240g
3	설탕	5	60g
4	우유	68	816g
5	생이스트	3	36g
6	제빵개량제	1	12g
7	소금	2	24g
8	쇼트닝	4	48g
	합 계		2,196



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 2분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 2단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 15분간 돌린다.



(5) 반죽 온도 24.6°C



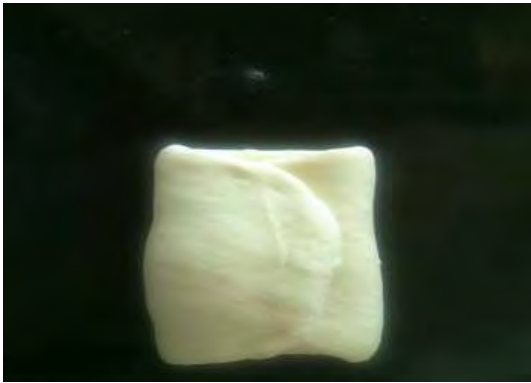
(6) 1차 발효 90분



(7)180g으로 분할하여 둥글린다.
중간휴지 10분



(8)비닐을 덮고 10분 동안 중간휴지 시킨다.



(9)반죽을 밑대로 밀고 3단 접기한다.



(10)식빵틀에 반죽을 넣고 2차발효
50분한다.



(11)2차 발효 후 사진



(12)윗불170/아랫불190 예열된 오븐에
25분간 굽는다.



(13)완성작



(14)식빵 잘랐을 때의 단면

(라) 녹색 WG쌀 30%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	70	840g
2	녹색 WG쌀	30	360g
3	설탕	5	60g
4	우유	68	816g
5	생이스트	3	36g
6	제빵개량제	1	12g
7	소금	2	24g
8	쇼트닝	4	48g
	합 계		2,196



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 2분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 2단에 놓고 1분 돌린다.



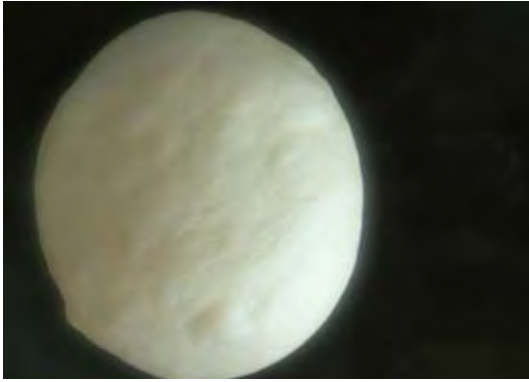
(4) 3단에서 15분간 돌린다.



(5) 반죽 온도 23.2°C



(6) 1차 발효 90분



(7)180g으로 분할하여 둥글린다.
중간휴지 10분



(8)비닐을 덮고 10분 동안 중간휴지 시킨다.



(9)반죽을 밀대로 밀고 3단 접기한다.



(10)식빵틀에 반죽을 넣고 2차발효
50분한다.



(11)2차 발효 후 사진



(12)윗불170/아랫불190 예열된 오븐에
25분간 굽는다.



(13)완성작



(14) 식빵 잘랐을 때의 단면

(마) 녹색 WG보리 10%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	90	1080g
2	녹색 WG보리	10	120
3	설탕	5	60g
4	우유	68	816g
5	생이스트	3	36g
6	제빵개량제	1	12g
7	소금	2	24g
8	쇼트닝	4	48g
	합 계		2,196



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 2분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 2단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 15분간 돌린다.



(5) 반죽 온도 23℃



(6) 1차 발효 90분



(7) 180g으로 분할하여 둥글린다.
중간휴지 10분



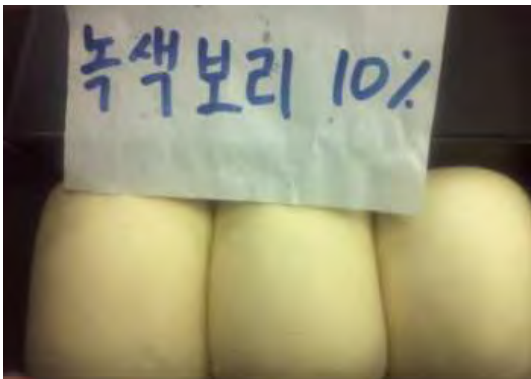
(8) 비닐을 덮고 10분 동안 중간휴지 시킨다.



(9) 반죽을 밀대로 밀고 3단 접기한다.



(10) 식빵틀에 반죽을 넣고 2차 발효 50분한다.



(11) 2차 발효 후 사진



(12) 윗불170/아랫불190 예열된 오븐에 25분간 굽는다.



(13)완성작



(14)식빵 잘랐을 때의 단면

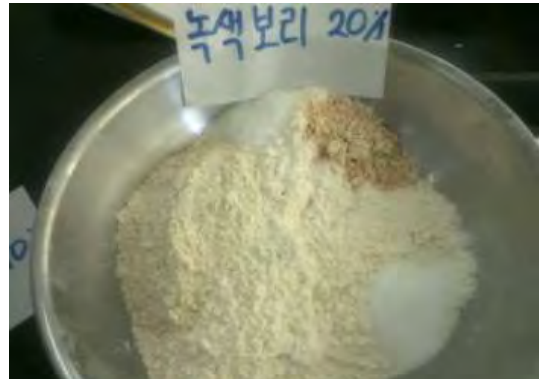
- 1)가루를 섞어 반죽을 시작할 때 보리 향이 살짝났다.
- 2)수분이 조금 부족한 듯 하지만 반죽을 하는데 크게 어려움은 없었다.
- 3)쇼트닝을 넣고 반죽이 깨끗하게 하나로 뭉쳐진다.
- 4)1차 발효후 반죽이 매끄럽지 않았고 2배까지는 부풀지 않았다.
- 5)2차 발효 식빵틀까지 발효가 되었다.
- 6)구웠을 때 콘트롤보다 부피가 작다.
- 7)윗색이 많이 나고 옆 터임도 괜찮다.
- 8)보리향이 살짝 나지만 맛은 크게 변화 없다.

(바) 녹색 WG보리 20%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	80	960g
2	녹색 WG보리	20	240
3	설탕	5	60g
4	우유	68	816g
5	생이스트	3	36g
6	제빵개량제	1	12g
7	소금	2	24g
8	쇼트닝	4	48g
	합 계		2,196



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 2분간 섞는다.



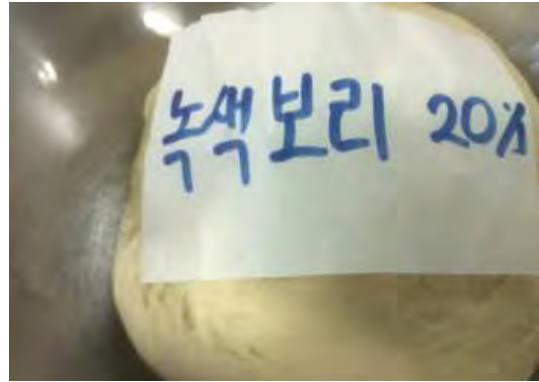
(3) 쇼트닝 투입 후 2단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 15분간 돌린다.



(5) 반죽 온도 24.8℃



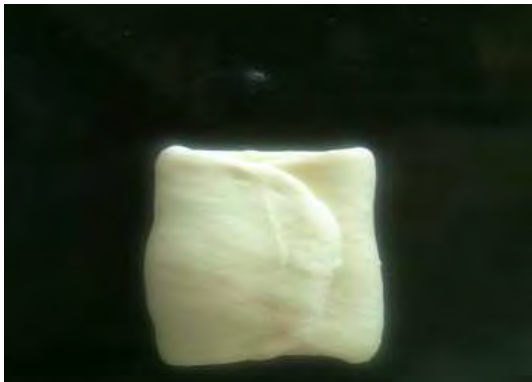
(6) 1차 발효 90분



(7) 180g으로 분할하여 둥글린다.
중간휴지 10분



(8) 비닐을 덮고 10분동안 중간휴지 시킨다.



(9) 반죽을 밀대로 밀고 3단 접기한다.



(10) 식빵틀에 반죽을 넣고 2차 발효
50분한다.



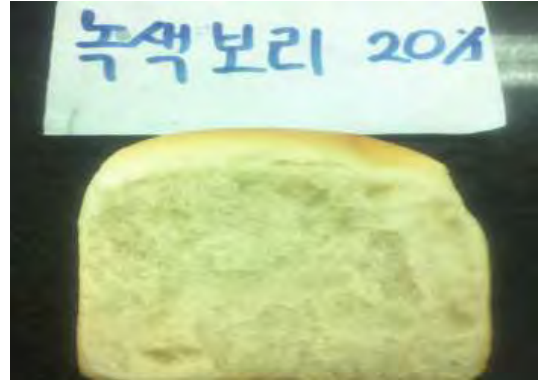
(11) 2차 발효 후 사진



(12) 윗불170/아랫불190 예열된 오븐에
25분간 굽는다.



(13)완성작

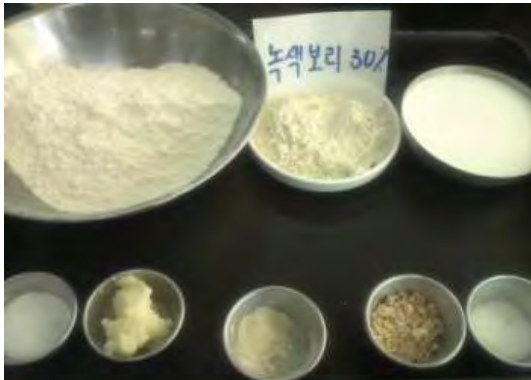


(14)식빵 잘랐을 때의 단면

- 1)가루에서 보리향이 많이 난다.
- 2)가루가 완전히 섞이지 않지만 쇼트닝이 들어가면서 한 덩어리로 뭉쳐진다.
- 3)표면이 거친 듯 하나 반죽상태 양호
- 4)1차 발효후 1.5배 정도 부풀었다.
- 5)밀어짜기가 좀 힘들다.
- 6)2차 발효후 식빵틀 정도까지 올라왔다.
- 7)옆 터임이 조금 일어나고 윗색이 많이 난다.
- 8)보리 향이 많이 난다.

(사) 녹색 WG보리 30%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	70	840g
2	녹색 WG보리	30	360g
3	설탕	5	60g
4	우유	68	816g
5	생이스트	3	36g
6	제빵개량제	1	12g
7	소금	2	24g
8	쇼트닝	4	48g
	합 계		2,196



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 2분간 쉰다.



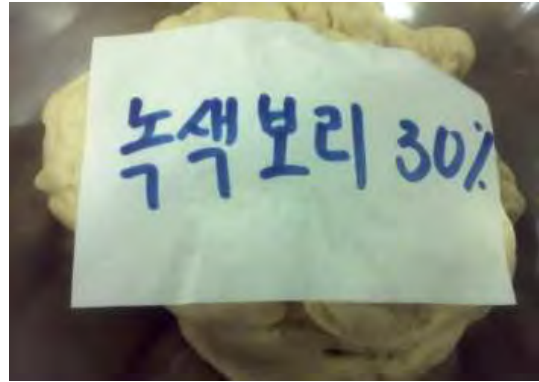
(3) 쇼트닝 투입 후 2단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 15분간 돌린다.



(5)반죽 온도 24℃



(6)1차발효 90분



(7)180g으로 분할하여 둥글린다.
중간휴지 10분



(8)비닐을 덮고 10분 동안 중간휴지 시킨다.



(9)반죽을 밀대로 밀고 3단 접기한다.



(10)식빵틀에 반죽을 넣고 2차발효
50분한다.



(11)2차 발효 후 사진



(12)윗불170/아랫불190 예열된 오븐에
25분간 굽는다.



(13)완성작



(14)식빵 잘랐을 때의 단면

- 1) 가루에서 보리향이 많이 나고 색깔도 푸른빛이 난다.
- 2)가루가 많이 남아 있다.
- 3)쇼트닝 투입후 볼은 깨끗하지만 반죽이 하나로 뭉쳐지지 않는다.
- 4)1차 발효후 반죽이 하나로 뭉쳐지지 않는 상태로 1.2~3배 정도다.
- 5)둥글리기가 매끈하게 되지 않는다.
- 6)2차 발효 식빵들의 80%까지 부풀었다.
- 7)그의 부풀지 않고 빵의 발효전의 모습 그대로 구워졌다.
- 8)식빵이 딱딱하고 붕쳐있어 익지 않은 느낌이다.
- 9)보리 냄새와 함께 맛이 없다.

(8) 토르띠야

(가)대조구

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	100	1000g
2	생이스트	1	10g
3	제빵개량제	1	10g
4	우유	58	580g
5	쇼트닝	10	100g
6	B.P	1.5	15g
7	소금	1.8	18g
	합 계		1,733

① 재료 계량

② 혼합-쇼트닝을 제외한 재료를 믹서볼에 넣고 혼합하고 클린업단계에서 쇼트닝을 혼합하여 반죽성형후기단계의 반죽을 만든다.

③ 80g으로 분할하고 둥글리기한 다음 약 20분간 중간 발효를 한다.

④ 밀대를 이용하여 반죽의 직경을 30cm 이상으로 납작하게 펴고 늘려준다.

⑤ 프라이팬에 굽는다.



(1) 재료를 계량한다.



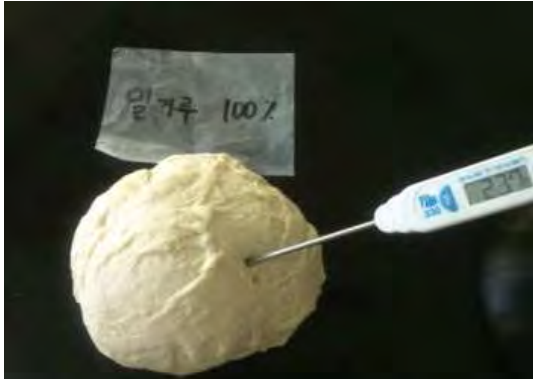
(2)쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 4분간 섞는다.



(3)쇼트닝 투입 후 1단에 놓고 1분 돌린다.



(4)3단에서 6분간 돌린 후 2단에서 4분간 돌린다.



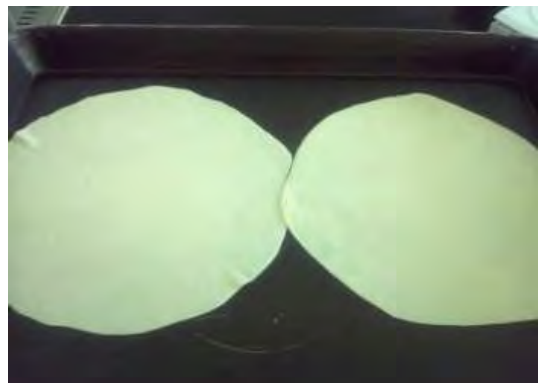
(5) 반죽 온도 23.7



(6) 60g으로 분할하여 비닐을 덮고 20분간 휴지시킨다.



(7) 반죽을 밀대로 밀어 편다.



(8) 반죽을 납작하고 얇게 펴준다.



(9) 약한 불에서 7분간 앞뒤로 굽는다.



(10) 완성작

(나) 녹색 WG쌀 10%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	90	900g
2	녹색 WG보리	10	100g
3	생이스트	1	10g
4	제빵개량제	1	10g
5	우유	58	580g
6	쇼트닝	10	100g
7	B.P	1.5	15g
8	소금	1.8	18g
	합 계		1,733



(1) 재료를 계량한다.



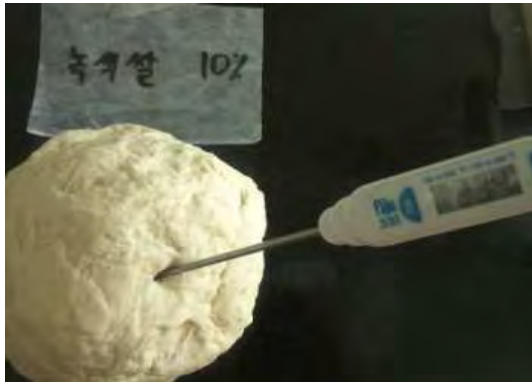
(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 4분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 1단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 6분간 돌린 후 2단에서 4분간 돌린다.



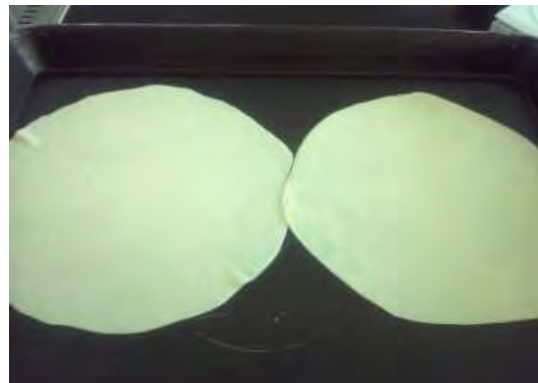
(5) 반죽 온도 23.4



(6) 60g으로 분할하여 비닐을 덮고 20분간 휴지시킨다.



(7) 반죽을 밀대로 밀어 편다.



(8) 반죽을 납작하고 얇게 준다.



(9) 약한불에서 7분간 앞뒤로 굽는다.



(10) 완성작

(다) 녹색 WG쌀 20%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	80	800g
2	녹색 WG보리	20	200g
3	생이스트	1	10g
4	제빵개량제	1	10g
5	우유	58	580g
6	쇼트닝	10	100g
7	B.P	1.5	15g
8	소금	1.8	18g
	합 계		1,733



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 4분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 1단에 놓고 1분 돌린다.



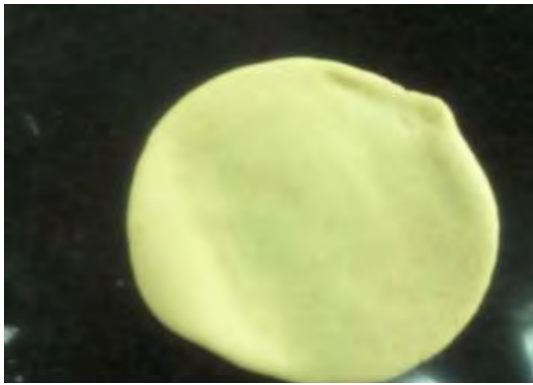
(4) 3단에서 6분간 돌린 후 2단에서 4분간 돌린다.



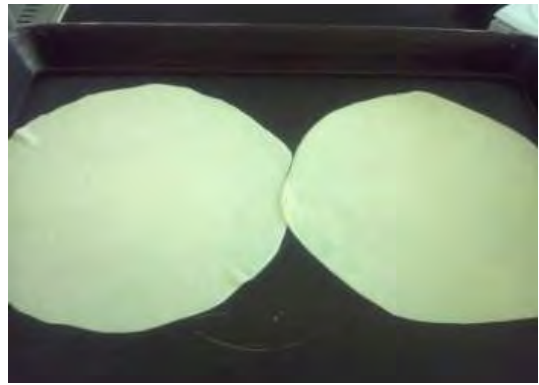
(5) 반죽 온도 22.8



(6) 60g으로 분할하여 비닐을 덮고 20분간 휴지시킨다.



(7) 반죽을 밀대로 밀어 편다.



(8) 반죽을 납작하고 얇게 펴준다.



(9) 약한불에서 7분간 앞뒤로 굽는다.



(10) 완성작

(라) 녹색 WG쌀 30%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	70	700g
2	녹색 WG보리	30	300g
3	생이스트	1	10g
4	제빵개량제	1	10g
5	우유	58	580g
6	쇼트닝	10	100g
7	B.P	1.5	15g
8	소금	1.8	18g
	합 계		1,733



(1) 재료를 계량한다.



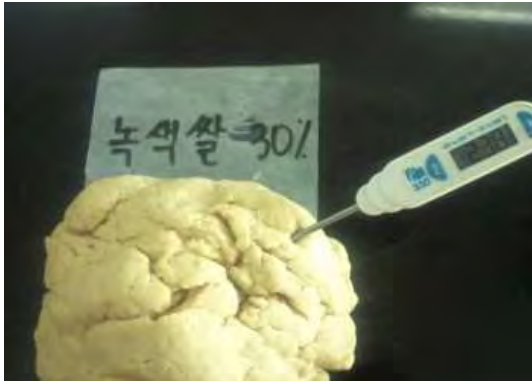
(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 4분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 1단에 놓고 1분 돌린다.



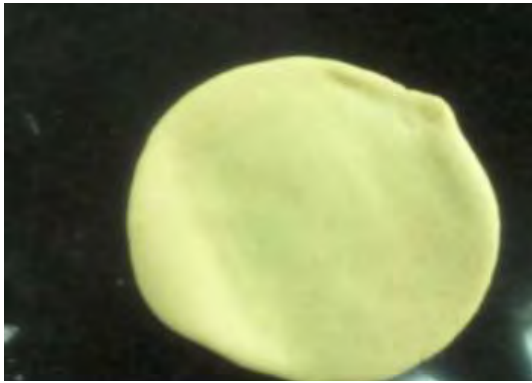
(4) 3단에서 6분간 돌린 후 2단에서 4분간 돌린다.



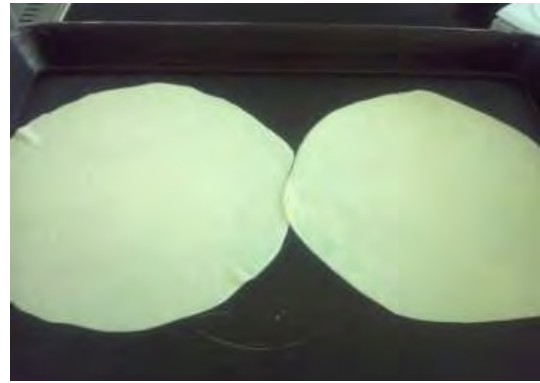
(5) 반죽 온도 23.8



(6) 60g으로 분할하여 비닐을 덮고 20분간 휴지시킨다.



(7) 반죽을 밀대로 밀어 편다.



(8) 반죽을 납작하고 얇게 펴준다.



(9) 약한불에서 7분간 앞뒤로 굽는다.



(10) 완성작

(마) 녹색보리 10%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	90	900g
2	녹색 WG보리	10	100g
3	생이스트	1	10g
4	제빵개량제	1	10g
5	우유	58	580g
6	쇼트닝	10	100g
7	B.P	1.5	15g
8	소금	1.8	18g
	합 계		1,733



(1) 재료를 계량한다.



(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 4분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 1단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 6분간 돌린 후 2단에서 4분간 돌린다.



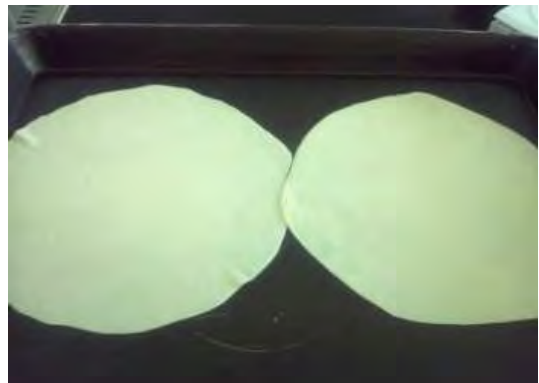
(5) 반죽 온도 23.1



(6) 60g으로 분할하여 비닐을 덮고 20분간 휴지시킨다.



(7) 반죽을 밀대로 밀어 편다.



(8) 반죽을 납작하고 얇게 펴준다.



(9) 약한불에서 7분간 앞뒤로 굽는다.



(10) 완성작

(바) 녹색 WG보리 20%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	80	800g
2	녹색 WG보리	20	200g
3	생이스트	1	10g
4	제빵개량제	1	10g
5	우유	58	580g
6	쇼트닝	10	100g
7	B.P	1.5	15g
8	소금	1.8	18g
	합 계		1,733



(1) 재료를 계량한다.



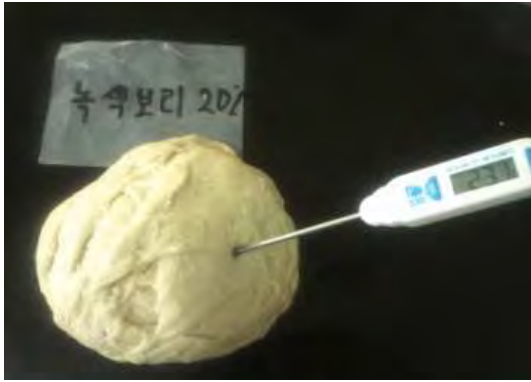
(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 4분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 1단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 6분간 돌린 후 2단에서 4분간 돌린다.



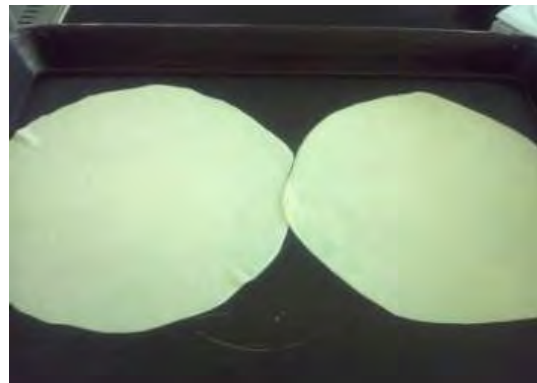
(5) 반죽 온도 23.1



(6) 60g으로 분할하여 비닐을 덮고 20분간 휴지시킨다.



(7) 반죽을 밀대로 밀어 편다.



(8) 반죽을 납작하고 얇게 펴준다.



(9) 약한불에서 7분간 앞뒤로 굽는다.



(10) 완성작

(사)녹색 WG보리 30%첨가

번호	재료명	비율(%)	중량(g)
1	강력분	70	700g
2	녹색 WG보리	30	300g
3	생이스트	1	10g
4	제빵개량제	1	10g
5	우유	58	580g
6	쇼트닝	10	100g
7	B.P	1.5	15g
8	소금	1.8	18g
	합 계		1,733



(1) 재료를 계량한다.



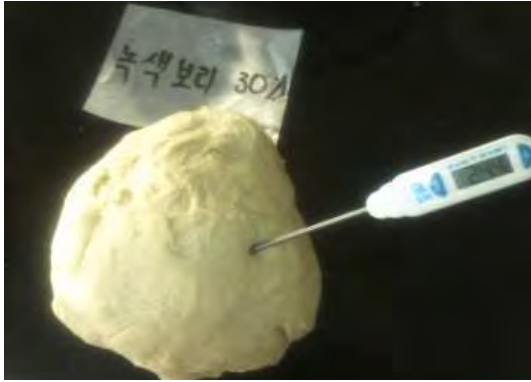
(2) 쇼트닝을 제외한 재료를 1단에 놓고 4분간 섞는다.



(3) 쇼트닝 투입 후 1단에 놓고 1분 돌린다.



(4) 3단에서 6분간 돌린 후 2단에서 4분간 돌린다.



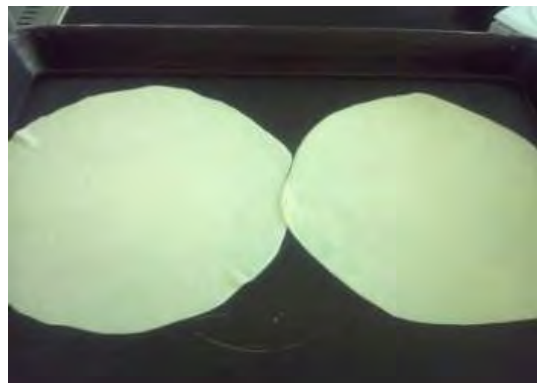
(5) 반죽 온도 24.4



(6) 60g으로 분할하여 비닐을 덮고 20분간 휴지시킨다.



(7) 반죽을 밀대로 밀어 편다.



(8) 반죽을 납작하고 얇게 펴준다.



(9) 약한불에서 7분간 앞뒤로 굽는다.



(10) 완성작

(아) 관능검사

관능검사는 15명의 학생을 대상으로 실시하였다. 검사항목은 표면의 색, 조직감, 향, 맛, 기호도로 각 항목을 아주 나쁨 1, 나쁨 2, 보통 3, 좋음 4, 아주 좋음 5점의 배점으로 실시하였다.

차. 유통 중 품질 및 성분 변화 연구와 수출화 전략 수립

본 연구에 사용한 WG는 (주)지앤비홀딩스로부터 공급받아 사용하였으며, 공급받은 원료는 -18°C 에 보관하면서 사용하였다.

(1) 재료

녹색 WG(밀)는 HOME SUPER MIX(MODEL DA.505. (주)대성아트론, 한국)를 사용하여 분쇄한 후, $500\mu\text{m}$, $1,000\mu\text{m}$, $2,000\mu\text{m}$ 의 SEIVE(청계상공사, 한국)에 걸러서 입자크기별로 사용하였다. 습식용 제품 원료는 농도별 소금물(식용천일염, SOSAL GROUP, 베트남, 해수천일염 70%이상)을 각각 2L씩 제조한 후 끓기 시작하면 Whole grain 1.5kg를 넣고 6분간 끓인 후 실온에서 냉각하였다. 냉각 시킨 후 WG를 포장재별로 나누어 포장 한 후, 파우치(폴리에틸렌)는 4°C 에서, 통조림은 실온에서 저장 후 사용하였다..

(2) Macronutrient 분석

시료의 일반성분 분석은 AOAC법에 따라 수행하였다. 즉, 수분은 상압 가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet추출법, 회분은 직접 회화법으로 각각 측정하였고, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분을 뺀 값으로 결정하였다.

(가) 수분

시료를 상압 하에서 건조오븐에 넣어 수분을 날려 보내면서 항량에 도달할 때까지 무게를 측정하여 구하였다(AOAC method 44-15A, 1987).

(나) 회분

시료 3 g을 전기로 (550°C)에서 회화시킨 후 잔사가 항량에 도달한 후 함량을 계산하였다(AOAC method 923.03,1990).

(다) 조단백질

조단백질 함량은 Kjeldahl법으로 분석하였다. 즉, 시료를 황산과 촉매(potassium sulfate/titanium dioxide/cupric sulfate catalyst mixture)를 넣어 유기물을 가열 분해 시키고 유기 질소는 ammonium sulfate로 전환시켜 알칼리하에서 ammonia로 증류 응축시킨 후 산으로 적정하였다. 단백질량은 얻어진 질소함량에 질소계수(6.25)를 곱하여 얻는다(AOAC method 988.05,1990).

(라) 조지방

조지방은 ether를 사용하여 soxhlet추출기를 사용하여 추출하고 수분을 제거한 후 무게를 측정하였다(AOAC method 920.39C).

(마) 탄수화물

탄수화물은 다음의 식으로부터 계산에 의해 산출하였다(USDA Agricultural Handbook

No.8,1975).

$$\% \text{ carbohydrates} = 100\% - (\% \text{ protein} + \% \text{ fat} + \% \text{ ash} + \% \text{ moisture})$$

(바)조섭유

조섭유는 1.25% sulfuric acid와 1.25% sodium hydroxide solution을 차례로 가하여 condenser 장착 하에 온화하게 가열하면서 분해되지 않고 남아있는 잔사를 회화 시킬 때 소실된 부분으로 측정하였다(AOAC method 7.066-7.070, 1984).

(3) Micronutrients분석

(가) 비타민C

분쇄한 시료 10 g을 정확히 칭량하여 동량의 10% 메타인산용액을 가하여 10분간 현탁시킨 후 적당량의 5% 메타인산을 넣어 균질화 한다. 균질화된 시료를 100 ml 메스플라스크에 옮기고 소량의 5% 메타인산용액으로 용기를 씻은 후 메스플라스크에 합하여 100 ml로 한다. 3,000rpm에서 10-15분간 원심분리를 행하여 상등액을 취하고 5% 메타인산용액으로 적당히 희석하여 시험용액으로 한다.

※HPLC 조건

항 목	조 건
Column	Jascopak Fine Sil-NH2, Lichrosorb NH2, Zipax SAX, Vydacc SAX, Partisil-10SAX, μ-Bondapak/CN, Pormaphase CPS
측정파장	254 nm
Injection volume(μl)	10 μl
이동상용매	0.05M KH2PO5:Acetonitrile (60:40)
Flow rate	1.0 ml/min

[계산식]

$$\text{비타민C의 함량(mg/100g)} = S \times \frac{a \times b}{\text{시료채취량}(g)} \times \frac{100}{1,000}$$

S : 시험용액중의 아스코르빈산의 농도(μg/mL)

a : 시험용액의 전량(mL)

b : 시험용액의 희석배수

(나) 비타민B1 및 나이아신

분쇄한 시료 0.5 g을 정확히 칭량하여 물 2 ml을 가하여 균질화 하고, acetonitrile 6 ml을 가하여 20분간 교반하여 추출한 후, 4,000rpm에서 10분간 원심분리한다. 상층액을 플라스크에 취하고, 잔류물에 다시 물 2 ml과 acetonitrile 8 ml을 가하여 추출 및 원심분리 과정을 2회 반복한다. 상층액을 모두 합하여 감압농축하고 물을 가하여 5 ml로 한 액을 시험용액으로 한다.

※LC/MS조건

① 검출기 : Waters Alliance 2996 PDA, ZQ 2000

	Mass	Dwell	Cone
비타민B1	265	0.4	20
나이아신	124	0.4	20

② 컬럼 : Polaris C18-A, 4.6mm × 150mm × 5 μ m

③ 컬럼온도 : 30℃

④ 이동상 : A액-초산용액, B액-80% Acetonitrile(0.1% acetic acid)

시간(분)	A(%)	B(%)
0	100	0
11	100	0
15	50	50
25	100	0
30	100	0

⑤ 유량 : 0.7-1.0 mL/min

⑥ 주입량 : 5 μ l

(다) 칼륨

시료를 분쇄하여 0.5 g을 취한다. 질산 5 - 10 ml을 가하여 초음파 분해 장치로 천천히 15 0℃로 50분간 가열하여 완전히 용해한다. 용해한 액에 정제수를 가하여 50ml로하고, 이 액을 검량에 맞게 희석하여 검액으로 한다. 정제수를 사용하여 공시험을 하여 보정한다. 표준액(1mg /kg, 10mg/kg, 20mg/kg) 및 검액을 가지고 유도결합플라즈마분광광도계(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, IRIS Intrepid II XSP, Thermo)를 이용하여 시험한다.

(라) 베타카로틴

분쇄한 시료 10 g을 취하여 에탄올 30 ml, 10% 피로갈롤에탄올용액 1ml을 가하여 잘 섞은 후 수산화칼륨용액 3 ml을 가한다. 환류냉각기를 부착하여 비등수욕 중에서 30분간 비누화시킨다. 신속히 냉각하여 실온으로 온도를 내린 후 분액깔대기로 옮긴다. 냉각관 수기를 증류수 30 ml로 씻어낸 후, 씻은 액은 분액 깔대기에 합하여 잘 혼합한다. 방치하여 층 분리를 시킨 후 물층은 다른 갈색 분액 깔대기에 옮긴다. 물 층은 석유에테르 30 ml로 2회 반복하여 추출한다. 모든 석유에테르 추출액을 합하여 증류수 10 ml 1회, 50 ml(페놀프탈레인시액으로 정색되지 않을 때까지)씻는다. 물 층을 완전히 분리한 후, 석유에테르 층을 취하여 무수황산나트륨을 가해 탈수하고 석유 에테르층을 갈색플라스크에 옮긴다. 황산나트륨을 석유에틸에테르 10 ml씩으로 2회 씻고, 씻은 액을 갈색플라스크에 더한다. 석유에테르 추출액을 모두 합하여 40-50℃에서 감압 건조한다. 잔류물을 이소프로판올로 녹여 1 ml로 한 것을 시험용액으로 한다.

※HPLC 조건

항 목	조 건
Colum 온도(℃)	40 ℃
측정파장	450 nm
Injection volume(μl)	20 μl
이동상용매	Acetonitrile:Dechloromethane:Methanol(7:3:1)
Flow rate	1.0 ml/min

[계산식]

$$\text{베타카로틴(mg/100g)} = C \times \frac{a \times b}{S} \times \frac{1}{1,000}$$

C : 시험용액중의 베타카로틴 농도(μg/mL)

a : 시험용액의 양(mL)

b : 시험용액의 희석배수

S : 시료채취량(g)

1/1,000 : 단위환산계수

(4) 미생물학적 특성

총균수는 plate count agar(Difco Co.)와 agar powder(Samchun Chemical Co.)를 혼합하여 만든 배지, 대장균은 Eosin methylene blue agar(Difo Co.)배지를 사용하였다. 쿠키를 무균의 clean bench안에서 분쇄하여 쿠키 10g 에 멸균된 증류수 90 mL을 넣고 vortexing하여 멸균수로 단계적으로 희석한다. 준비한 고체 배지에 평판 주기법으로 0.1 mL씩 접종한 후 30℃ 배양기에서 48±3시간 배양 후 나타난 colony를 계수하였다.

(5) 수제비 제조공정

(가) 밀가루(대상)와 whole grain을 일정량 무게를 측정한다.

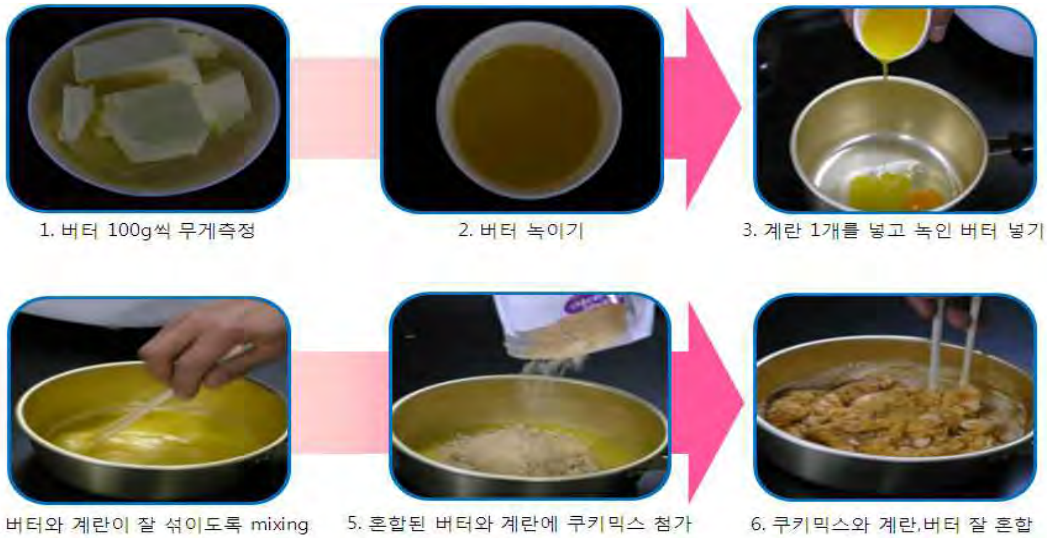
(나) 가)에 일정량의 물을 첨가하여 잘 섞는다.

(다) 실온에서 30분간 반죽을 숙성시킨다.

(라) 끓는 물에 수제비를 일정크기로 떼어 넣는다.

(6) 쿠키 제조공정 및 저장조건

(가) 제조공정



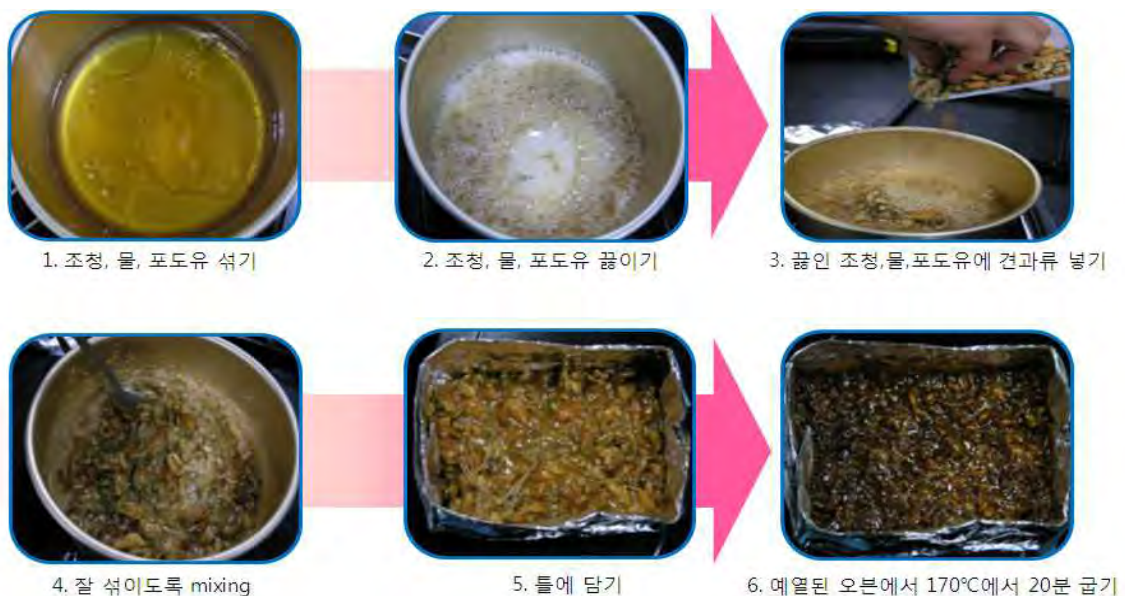
※ 쿠키믹스(백설) 구성성분 : 밀가루(밀:미국산), 백설탕, 치즈분말 6%(치즈파우더(덴마크산, 우유), 산도조절제), 쇼트닝[팜유, 정제가공유지(대두부경화유)], 식물성크림(대두), 탈지분유, 황 치즈맛분말, 베이킹파우더(산도조절제, 전분, 스테아린산칼슘), 합성착향료(바닐라향)

(나) 저장조건

쿠키를 제조하여 200g씩 소포장하여 incubator((주)비전테크, 한국)에서 온도 40℃, 습도 70%로 설정한 후 가속시험을 실시하였다. 가속시험은 식품의약품안전청 안전성시험기준 고시 제 2007-14호를 기준으로, 조건을 설정하였다.

(7) 영양바 제조공정 및 저장조건

(가) 영양바 제조공정



(나) 저장조건

영양바를 제조하여 40-50 g씩 소포장하여 incubator((주)비전테크, 한국)에서 온도 40℃, 습도 70%로 설정한 후 가속시험을 실시하였다. 가속시험은 식품의약품안전청 안전성시험기준 고시 제2007-14호를 기준으로 조건을 설정하였다.

(8) 관능평가

관능평가는 남녀 대학생 20명을 패널로 하였으며, 본 실험의 목적, 평가 방법 및 측정항목에 대하여 잘 인지하도록 충분히 설명한 후 오후 3시경에 실시하였다. 평가 항목은 외관, 색, 냄새, 질감, 기호도에 대하여 5점 척도법을 실시하여 좋거나 선호도가 높을수록 5점, 매우 나쁘거나 선호도가 낮을 경우 1점을 표시하도록 하였다. 각 시료는 난수표에 의해 3자리로 매긴 후, 동일한 쿠키를 2개씩 제공하였으며, 각 시료에 대한 평가 후에는 생수를 제공하여 입안을 행군 후 다음 시료를 평가하도록 하였다.

※ 녹색 WG을 이용한 ()의 관능평가 ※

이름 :

설 명 : 본 평가는 입자별 WG을 이용한 ()의 품질특성을 평가하기 위한 것입니다. 제시된 시료를 맛보면서 아래의 항목을 평가하여 주시기 바랍니다.

5점 척도법 : 제시된 두 가지 시료의 맛을 보고 귀하가 느끼는 좋다, 싫다의 정도를 가장 잘 묘사한 기호척도의 해당위치에 표시해주십시오. 그리고 귀하가 느끼는 좋다, 싫다의 이유를 간단히 적어주시면 대단히 감사하겠습니다.

	1	2	3	4	5
기호도	매우나쁘다	나쁘다	보통이다	좋다	매우좋다
질감	아주거칠다	거칠다	보통이다	부드럽다	매우부드럽다

시료번호	외관	색	냄새	질감	기호도

- 본 관능평가에 응해주셔서 감사 합니다 ^^ -

제 2절. 결과 및 고찰

I. 농가 기술보급을 통한 녹색 whole grain 생산의 산업화

1. 녹색 WG의 대량생산을 위한 생산기반 확립

가. 기술이전

(1) MOU 체결(군산시)

계약재배를 실행할 기관, 영농단 및 업체와 협약을 체결하고 상호 신뢰감을 바탕으로 하여 녹색 WG의 생산·가공·유통활성화를 달성하기 위한 방안을 모색하였다. 이는 녹색 WG 특화 사업의 일환으로 농림기술바이오산업화연구단(충남대학교)가 주체가 되어 (주)지앤비홀딩스·군산시와 협력하여 전라북도 군산시에 녹색 WG 생산단지 및 저장·가공 시설 등을 설치하였다. (유)새만금홀그레인과는 기술 이전을 실시하여 계약재배를 통한 녹색 WG를 생산하였고(표 1-1) 유통업체인 광복농산을 통하여 유통망 구축 등을 실시하였다. 또한 군산시는 녹색 WG 생산·가공·유통 등에 필요한 기반 조성 구축을 위한 사업 시행 시 협조하는 등의 내용을 바탕으로 아래와 같이 MOU를 체결하였다(그림 1-1).

(가) 투자 및 계약재배규모

- 투자 규모 : 39억원(건조저장시설 3,600톤, 부지확보 3,000평)
- 부지확보(2009년), 기계설비 및 건조저장시설(2011- 2015년까지)

(나) 협약과정

- 녹색 WG 연구(충남대학교 농업생명과학대학 식물자원학부 2002년)
- ※ 협약 : 농림바이오기술산업화연구단 ↔ (주)지앤비홀딩스(2007년)
- 녹색 WG 시험재배(2005년 (주)지앤비홀딩스 ↔ 김제시 부량면)
- 녹색 WG 시험 재배 사항 정보 입수(2005년 김제시 부량면 정회현 농가)
- 녹색 WG 사업주체와 상담 및 의견교환(2006년 ~ 현재 수습회)
- 녹색 WG 사업주체와 우리 농가 연결(2007년 ~ 현재)
- 협약 진행을 위한 구체적인 사항 논의(2009년 11월)
- 협약서 진행에 따른 최종 합의(2010년 9월)

표 1. 군산시의 계약재배 면적

년도	계약면적(ha)			생산량(톤)			조수익(백만원)		
	계	벼	맥류	계	벼	맥류	계	벼	맥류
2011	20	10	10	155	75	80	129	88	41
2012	85	30	55	652	240	412	491	264	227
2013	1,000	400	600	7,700	3,200	4,500	5,995	3,520	2,475
2014	1,750	700	1,050	14,385	5,600	8,785	10,491	6,160	4,331
2015	2,500	1,000	1,500	1,900	8,000	11,000	14,987	8,800	6,187

*생산시설의 설비정도에 따라 변경될 수 있음



군 산 시 장 문 동 신 문 동 신

충남대학교농림바이오 기술산업화연구단장 구 자 형 구 자 형

(주)지앤비홀딩스대표이사 함 명 수 함 명 수



그림 1-1 . 녹색 WG 생산•가공•유통 협약서

(2) 기술계약

충남대 산업협력단과 (유)새만금 홀그레인(지역영농단체)는 녹색 WG의 대량생산 및 가공방법(출원번호:10-2011-0025776)에 대한 기술 이전 계약을 완료(2011년 11월 11일)하고 기술이전료 28,000,000원을 징수하였다(그림 1-2, 3). 이전을 실시한 지역영농단체에서 1차년도 시범생산을 함과 동시에 대량 생산 시 수반되는 문제점에 대한 해결책을 공동으로 모색하였다. 대량 생산 시 녹색 WG를 수확하고 blanching을 거친 후에 이루어지는 건조과정에서 곡물의 습기 제거에 어려움이 있었다. 그러나 차후 건조시스템의 보완을 통하여 그 문제점을 해결하였으며 녹색 WG의 수확 후 blanching-건조-저장에 이르기까지 자동화를 완성하여 일관기계화 시스템 작업을 완료하였다.

기술이전계약서

기술의 명칭 : “녹색용곡물의 가공 및 대량생산 방법”
(출원번호 : 10-2011-0025776)

2011. 11. 11

갑 : **충남대학교 산학협력단**
을 : **(유)새만금홀그레인**



2-114

1308145901

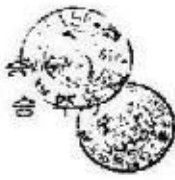
21044 20241 10-20-2102

그림 1-2. 기술이전계약서(충남대학교 산학협력단과 (유)새 만금홀그레인

기술이전계약서

충남대학교산학협력단(이하 "갑"이라 한다)은 (유)세만금홀그레인(이하 "을"이라 한다)에게 "갑"이 개발하여 보유하고 있는 기술을 제공하고 산업화를 촉진하기 위하여 "을"에게 기술전수 서도 및 동상신시권을 부여한다. 이에 (갑)과 (을)은 다음과 같이 합의하고 계약을 체결한다.

- 이전 기술명 : "녹색동곡물의 가공 및 대량생산 방법"
(출원번호 : 10-2011-0025776)
- 기술사용기간 : 2011년 11월 11일 ~ 2019년 11월 10일
- 기술사용범위 : 대한민국 특허법 제2조 제3호의 행위
- 기술사용지역 : 대한민국 전역 및 (을)의 해외현지법인이 설립된 국가로서 (갑)과 (을)이 합의하는 국가
- 계약 당사자
갑 : 충남대학교산학협력단 (단 장 이 승)
을 : (유)세만금홀그레인 (대 표 지 이 승)



충남대학교산학협력단 (유)세만금홀그레인

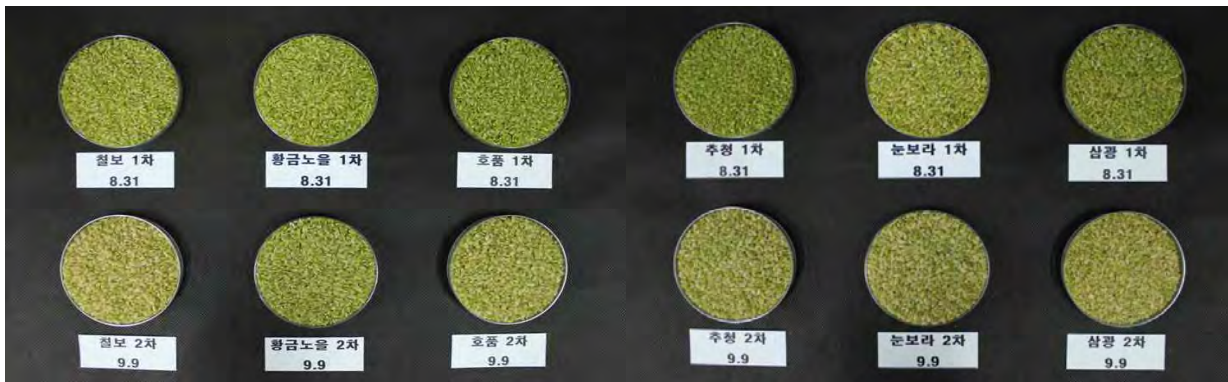
그림 1-3. 기술이전계약서(충남대학교 산학협력단과 (유)세만금홀그레인)

(3) 적정 품종 보급

기술이전 된 농가에 보리, 밀, 쌀 등 주요 생산 작물의 수량, 탈부성, 숙기, 기계화 적합도 등을 검토하였다. 보리와 밀은 세부1-3과 1-4과제에서 추가로 연구가 진행되었으며 쌀은 세부 1-1과 1-2과제에서 협동으로 진행하였다. 녹색 WG에 적합한 벼 품종을 선발, 보급하기 위하여 자체 포장(충남대학교 농업과학대학교내 부대시설)에서 품종별 파종 및 수확시기 등을 달하고 재배 및 가공을 실시한 후 녹색 WG로써의 적합성을 판단하였다. 녹색 WG의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Sensing INC., Japan)를 사용하여 표준색판(D₆₅ Y=93.9, x=0.3152, y=0.3314)으로 보정한 뒤 사용하였다. 명도(Lightness, L), 적색도(Redness, a), 황색도(Yellowness, b) 값을 측정하였다. L, a, b 값은 모든 품종에서 파종 및 수확시기가 같아도 차이가 있었으며 수확 날짜의 차이에 따라 색도의 변화가 크게 나타나는 것으로 알 수 있었다.

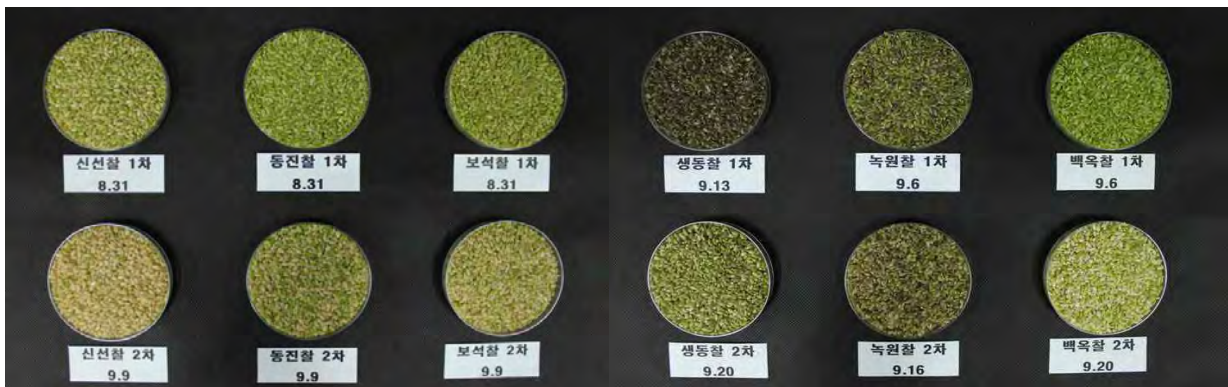
(가) 벼 품종 선발

5월 30일 이양하여 1차 수확 시 녹색도가 높은 품종은 일반 벼는 호품, 추청, 삼광 이었고 찰벼로는 동진찰, 백옥찰이 높은 것으로 나타났다. 영의 색깔이 자색을 띠는 생동찰과 녹원찰은 1차 수확 시는 자색을 많이 띠어 녹색도가 낮은 것으로 나타났다(그림 1-4, 표 1-2). 1차 수확보다 10일 늦은 2차시기의 수확은 대부분의 공시품종에서 황색의 출현이 높아졌으나 황금노을에서 녹색도의 차이가 적은 것으로 나타났다.



1차 수확일 : 칠보(8.31), 황금노을(8.31), 호품(8.31), 추청(8.31), 눈보라(8.31), 삼광(8.31)

2차 수확일 : 칠보(9.9), 황금노을(9.9), 호품(9.9), 추청(9.9), 눈보라(9.9), 삼광(9.9)



1차 수확일 : 신선찰(8.31), 동진찰(8.31), 보석찰(8.31), 생동찰(9.13), 녹원찰(9.6), 백옥찰(9.6)

2차 수확일 : 신선찰(9.9), 동진찰(9.9), 보석찰(9.9), 생동찰(9.20), 녹원찰(9.16), 백옥찰(9.20)

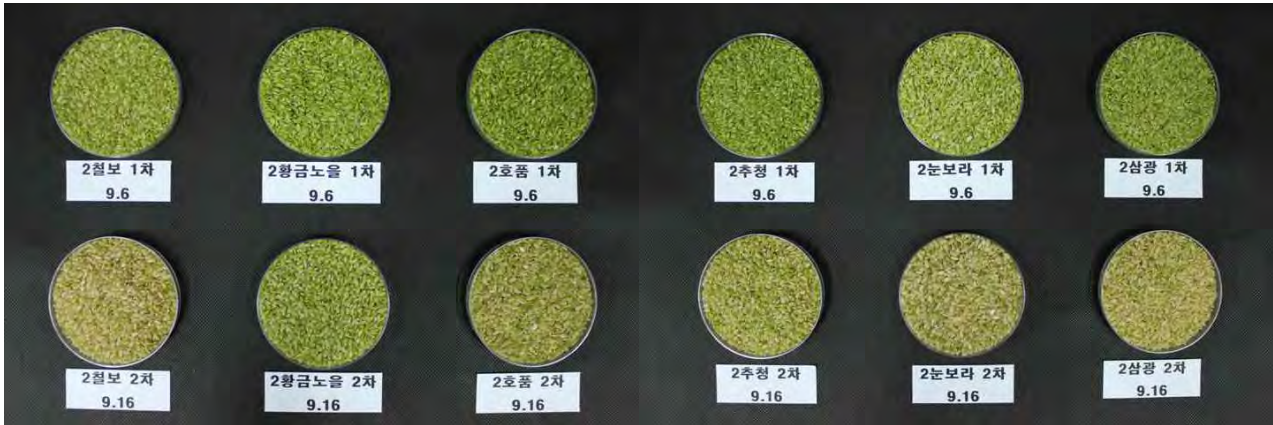
그림1-4. 파종 및 수확시기에 따른 품종별 녹색 WG쌀의 색도차-1차이양(2010.5.30)

표 1-2. 파종 및 수확시기에 따른 품종별 녹색 WG쌀의 색도차 - 1차시기 이양(5월 30일)

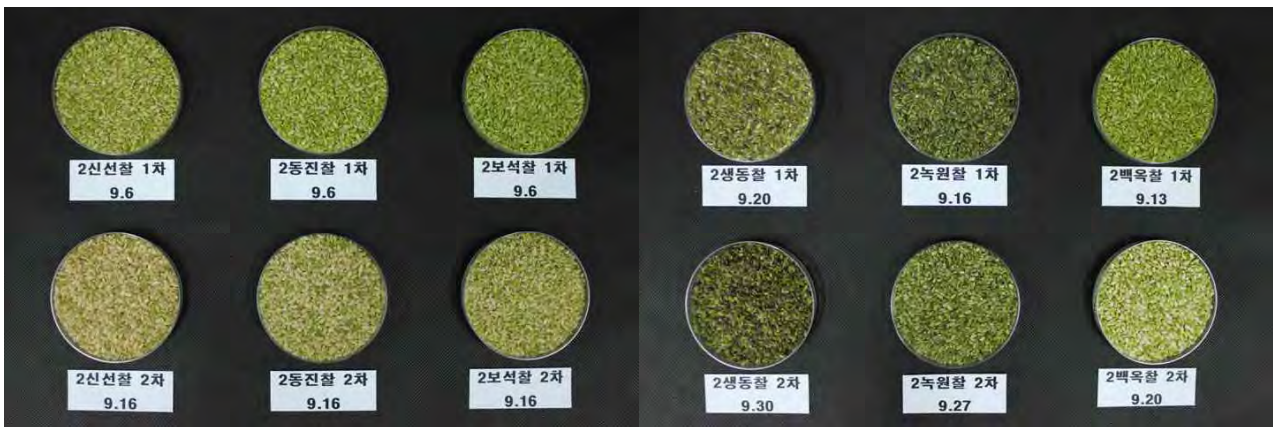
Cultivar	Blanching treatment(sec)	Hunter value		
		L	a	b
칠보 1차	30	50.30	-8.11	33.46
	60	49.80	-6.91	31.57
2차	30	49.80	-6.91	31.57
	60	53.81	-5.38	27.79
황금노을 1차	30	49.00	-9.29	32.94
	60	50.51	-7.41	33.79
2차	30	55.33	-2.45	26.84
	60	51.19	-8.53	34.51
호품 1차	30	49.22	-9.27	32.17
	60	50.44	-8.46	33.59
2차	30	53.38	-4.90	28.12
	60	52.90	-3.92	29.37
추청 1차	30	48.13	-9.27	33.31
	60	47.66	-7.28	31.02
2차	30	53.37	-4.01	25.16
	60	54.63	-4.64	28.64
눈보라 1차	30	51.93	-6.78	32.08
	60	50.68	-7.27	32.87
2차	30	56.80	-3.12	26.16
	60	58.23	-3.66	27.18
삼광 1차	30	49.54	-8.76	33.74
	60	48.13	-7.24	30.26
2차	30	54.63	-4.17	28.33
	60	57.11	-3.06	28.57
신선찰 1차	30	56.00	-6.13	29.96
	60	57.31	-2.26	28.76
2차	30	60.23	2.84	24.98
	60	59.43	1.86	26.46
동진찰 1차	30	52.24	-8.32	31.98
	60	52.40	-7.73	33.03
2차	30	54.27	-4.45	27.90
	60	59.10	-2.20	27.57
보석찰 1차	30	53.66	-7.73	31.26
	60	52.98	-8.49	32.99
2차	30	56.95	-2.72	28.38
	60	59.22	-4.30	26.75
생동찰 1차	30	29.11	3.16	11.29
	60	27.95	2.48	10.85
2차	30	49.42	-5.05	25.68
	60	55.23	-7.71	30.89
녹원찰 1차	30	36.36	-0.64	18.89
	60	40.78	-3.82	21.80
2차	30	47.93	-0.04	19.63
	60	42.23	0.84	19.61
백옥찰 1차	30	48.02	-10.23	32.80
	60	46.74	-13.11	33.82
2차	30	58.84	-3.13	25.35
	60	63.21	-6.16	30.00

그림 1-5와 표1- 3은 1차 이양에 비해 이양시기를 19일 늦춰 실시한 수확물로 1차 이양의 8월 31일 수확물과 9월 6일 수확한 것이 비슷한 녹색도를 띄어 이양시기의 조절을 통하여 약 7일 간의 수확기간을 연장할 수 있음을 보여주었다. 2차 이양과 1차에서 생산된 녹색 WG벼의 품질은 큰 차이가 없었으며 이양의 빠름과 늦음에 따라 녹색 기간이 연장되지는 않은 것으로 나

타났다. 일반 벼에서는 녹색 WG로 적합한 품종은 호품과 추청 그리고 삼광이었으며 찰벼에서는 녹원찰·동진찰벼가 적합한 것으로 나타났다. 하지만 최종적으로 선발시 찰벼에서는 흑미종이었던 녹원찰과 동진찰은 탈락하였으며 대신 녹색도 및 수량에서 우수하였던 신선찰벼와 백옥찰벼를 선발하였다. 전북 군산에서 시험 생산시에는 호품벼와 동진찰벼 품종을 이용하여 재배 후 수확 가공 하였다.



1차 수확일 : 칠보(9.6), 황금노을(9.6), 호품(9.6), 추청(9.6), 눈보라(9.6), 삼광(9.6)
 2차 수확일 : 칠보(9.16), 황금노을(9.16), 호품(9.16), 추청(9.16), 눈보라(9.16), 삼광(9.16)



1차 수확일 : 신선찰(9.6), 동진찰(9.6), 보석찰(9.6), 생동찰(9.20), 녹원찰(9.16), 백옥찰(9.13)
 2차 수확일 : 신선찰(9.16), 동진찰(9.16), 보석찰(9.16), 생동찰(9.30), 녹원찰(9.27), 백옥찰(9.20)

그림 1-5. 파종 및 수확시기에 따른 품종별 녹색 WG쌀의 색도차-2차 이양(2010.6.19)

표 1-3. 파종 및 수확시기에 따른 품종별 녹색 WG 쌀의 색도차-2차 시기 이양(6월19일)

Cultivar	Blanching treatment(sec)	Hunter value		
		L	a	b
칠보 1차	30	50.77	-8.27	31.92
	60	49.02	-10.77	32.35
2차	30	54.57	-1.39	26.75
	60	54.32	-2.04	27.64
황금노을 1차	30	50.15	-10.91	33.77
	60	44.47	-11.30	34.03
2차	30	53.90	-7.71	30.12
	60	53.02	-6.41	30.85
호품 1차	30	47.63	-10.40	33.80
	60	45.26	-9.91	31.60
2차	30	48.60	-4.68	28.18
	60	55.44	-4.87	30.94
추청 1차	30	56.54	-3.52	28.73
	60	45.72	-12.43	33.88
2차	30	55.55	-2.16	28.20
	60	55.36	-3.48	29.12
눈보라 1차	30	54.41	-7.71	31.07
	60	53.02	-7.61	30.29
2차	30	57.33	-1.25	26.32
	60	56.07	-2.22	26.71
삼광 1차	30	52.84	-9.58	31.86
	60	49.94	-8.90	30.32
2차	30	59.44	0.51	28.27
	60	58.73	-0.52	27.17
신선찰 1차	30	50.93	-6.08	29.36
	60	53.91	-5.10	29.08
2차	30	59.97	0.82	26.85
	60	60.59	-0.29	25.06
동진찰 1차	30	52.37	-8.39	32.76
	60	53.26	-7.45	32.86
2차	30	59.21	-1.60	27.60
	60	59.15	0.67	25.01
보석찰 1차	30	54.14	-8.83	33.05
	60	52.86	-9.34	32.98
2차	30	60.02	-4.20	29.77
	60	59.53	-2.72	28.27
생동찰 1차	30	41.52	-4.97	24.54
	60	36.12	-1.22	18.31
2차	30	37.65	-1.86	21.04
	60	34.75	-1.26	18.79
녹원찰 1차	30	30.73	-1.26	14.55
	60	33.06	-1.18	18.06
2차	30	45.76	-5.59	24.43
	60	46.99	-5.31	25.71
백옥찰 1차	30	52.92	-9.73	35.79
	60	51.53	-10.71	33.84
2차	30	61.85	-7.00	31.50
	60	64.86	-4.21	26.46

나. 재배단지 조성 및 대량생산

(1) 재배단지 조성

맥류 및 쌀 생산의 주산지인 전북, 부안, 김제, 익산의 영농단을 중심으로 녹색 WG 생산의 산업화 기반을 구축하였다. 기술이전을 실시한 지역 영농단 (유)새만금홀그레인은 군산시의 지원을 받아 건조 및 탈부 등의 문제점들을 보완한 건조기와 정선기를 추가 설치하고 저장 공간을 확대함으로써 녹색 WG 생산에 필요한 재배단지 조성을 완료하였다. 또한 군산시의 향토산업 육성사업 선정(사업명: 녹색통곡물의 산업화)으로 2013년도부터는 녹색 WG를 생산하는 재배단지의 확대가 이루어고 지역영농단의 참여가 증가할 것으로 예상된다.

(가) 녹색 WG 일관기계화 시스템

대량생산 시 건조 및 탈부 등에 난점이 있는 것으로 파악되었던 설비를 보완하여 군산시의 지원과 (유)새만금홀그레인의 합작으로 탈부·현미·선발·정선 분리기 1 set와 탈수 수분제거기 1set을 9월 15일에 설치하였다. 탈부·현미·선발·정선 분리기의 처리 용량은 시간당 5톤, 탈수 수분기는 1.5톤으로 하루 8시간 작업기준으로 탈수 수분기의 용량을 고려할 경우 최소 12톤 이상을 생산할 수 있어 대량생산이 가능하게 되었다.(표 1-4). 따라서 사업이 종료되는 시점 이후에도 생산 및 가공량이 많은 수준으로 증가할 것으로 예상된다. 그리고 사업초반에는 생산 가공된 녹색 WG의 저장 공간이 부족하였으나 건조·정선기 설치와 동시에 저장소 확충을 함으로써 곡물을 안전하고 용이하게 저장할 수 있도록 하였다(그림1-6, 7).

표 1-4. MOU 체결에 따른 군산시에서의 2011년도 지원 내역

설비	처리 용량 (ton/h)	설비 총금액	비고
탈부, 현미, 선발, 정선, 분리기1 Set (9월 15일 설치완료)	5	101,200천원	군산시지원금액 = 50,600천원 (유)새만금홀그레인 자부담 = 50,600천원
탈수 수분제거기 1 Set (9월15일 설치완료)	1.5	150,800천원	군산시 지원금액 = 75,400천원 (유)새만금홀그레인 자부담= 75,400천원

1. 탈부,현미,선발, 정선,분리리 1Set (101,200천원)
 2. 탈수 수분제거기 쉘른식 1Set (150,800천원)
- 계 (252,000천원)

(유)새만금홀그레인 설비 50% 보조지원)



그림 1-6. 건조기 및 정선기(군산시 대야면 설치)



그림 1-7. 건조된 녹색 WG 저장소(군산시 대야면 설치)

(나) 녹색 통곡물의 산업화(후속사업선정)

본 사업단은 녹색 WG 생산의 기술이전 및 확대를 위하여 군산시와 MOU를 체결하였으며 (2010, 12. 24), 군산시가 향토산업 육성 사업(녹색 통곡물의 산업화)에 선정되도록 지원하였다. 녹색 WG 대량생산 및 가공·유통사업의 후속 사업으로써 위 사업이 선정되기 위하여 군산시

에서 참가하는 녹색 통곡물 산업화 사업과 관련하여 사전 논의 및 정책 방향을 결정하는 사업단 회의를 실시하였다(그림 1-8, 9). 사업화에 필요한 생산·유통·판매 등의 각 분야 전문가들로 구성된 컨설팅에 참여하여 녹색 통곡물 산업화 사업단의 문제점과 그 해결 방안을 모색하였다(그림1-10). 최종 심사에서는 전시테이블, 홍보용 브로셔, 포스터를 설치하여(그림 1-11) 감사위원 및 실무참여자들에게 녹색 WG에 대한 이해도를 높여주어 후속사업이 긍정적 검토가 되도록 유도하였다(그림 1-12). 그 결과 군산시의 향토산업 육성사업(사업명: 녹색 통곡물의 산업화)선정이 되었다. 녹색 통곡물의 산업화는 2013년부터 3년간 총 사업비 30억원(국고 50%, 지방+자부담 50%)으로 이루어지며 이 사업을 통하여 기존의 참여 영농단(표 5)에 비하여 전문경영농가의 참여가 증대될 것으로 예상되며 이로 인하여 쇠퇴해가는 맥류산업을 다시 활성화 시킬 수 있는 바탕을 마련하였다.

※ 녹색 통곡물 산업화 사업단

- 단장 : 신영주 교수 ()
- 사무국장 : 장병수 ()
- 주소 : 군산시 수송동 진포3길 24-1(군산시한농연회관)
- 전화 : 070-7787-4345
- 팩스 : 063-466-4345
- 이메일 : greenwhole@naver.com



그림 1-8. 녹색통곡물 사업단 협의회



그림 1-9. 녹색통곡물 사업단 협의회



그림 1-10. 향토산업 육성 산업 컨설팅 참여



그림 1-11. 향토산업 육성 사업 최종 평가



그림 1-12. 향토산업 육성 사업 최종 평가 후 녹색 통곡물 제품에 관한 질의 응답

표 1-5. 녹색 통곡물 생산 영농단 조직도(2011~2012년도 새만금권 4개 시.군
(군산시, 김제시, 익산시, 부안군))

	새만금권 영농단 4개 시.군	구성원 (농가)	경작 규모(現) 밀.보리/벼	비 고
군산시	농업회사법인 (유)새만금 홀그레인 대표: 이 승 주 군산시 대야면	13명	가공.생산.포장	녹색 WG 생산, 가공 (가공공장)
군산시 (1)	(유)대야발전농업회사법인 대표: 김병학 군산시 대야면	180명	270Ha	원곡물 생산 단지
군산시 (2)	한들영농조합법인 대표: 장 재 순 대야면 접산리	120명	180Ha	원곡물 생산 단지
군산시 (3)	서수위탁 영농법인 대표: 김중기 군산시 서수면	67명	100Ha	원곡물 생산단지
김제시 (4)	대산영농작목반(대산농산) 대표: 정 회 현 김제시 부량면	21명	200Ha	원곡물 생산단지
익산시 (5)	참사리영농법인 대표: 장 재 옥 익산시 춘포면	28명	200Ha	원곡물 생산단지

① 군산시 녹색 통곡물 산업화 사업 선정 보도자료

군산시의 녹색 통곡물의 산업화가 향토산업 육성사업에 확정됨에 따라 7개 지방지 및 기타 언론사에서 녹색 WG에 대한 내용을 다룬 기사가 게재되었다(그림 1-13). 사업 선정에 따른 보도자료를 통하여 맥류산업의 부활과 지역 농가의 소득 증대에 대한 기대도 증대 되었다.

군산시 향토산업 육성사업 선정

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농림수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원을 포함한 30억원의 사업비를 받게 됐다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·부형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 핵심 전략 산업으로 육성하기 위하여 2007년부터 시작한 사업으로 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 전에 사업을 공모하여 대상자를 선정한다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생된 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리 등)가 덜 열렸을 때 수확하여 가공한 녹색을 띤 온전한 곡물을 말하며 중부대학교의 성분 분석에 의하면 기능성 영양소가 최저 54%에서 최고 95배까지 증가된다고 한다./자병부

금주8면

2011년 12월 16일 금요일

군산 4개 사업, 농식품부 향토산업 선정

군산 '녹색통곡물' 대량 생산 가능

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농림수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원을 포함한 30억원의 사업비를 받게 됐다.

'익산 고구마' 지역 핵심 사업 육성

익산이 고구마 가공업에 농업수익분부의 2013년도 향토산업 육성사업 신규사업 대상사업에 선정됐다.

국립 과원의사(익산)·익산시에(익산)의 익산 고구마 가공사업이 농림수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 선정돼 3년간 국비 15억원의 사업비를 받게 된다. '향토산업 육성사업'이란 농어촌 지역의 특색 있는 농수산물 가공업 관련 향토자원을 발굴하여 시

군산=이영호 기자 091-8300118

전북도민일보

2011년 12월 16일 금요일

'녹색통곡물' 향토산업 육성사업 선정

군산시가 벼, 보리, 밀, 귀리 등이 덜 열렸을 때 수확·가공한 '녹색통곡물' 산업을 통해 농가소득 향상 등 지역 경제 활성화를 도모할 수 있게 됐다.

군산시에 따르면 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농림수산식품부에서 공모한 '2013년 향토산업 육성사업'에 최종 선정돼 향후 3년간 국비 15억원을 포함해

총 30억원의 사업비를 지원받게 됐다.

시는 이번 사업 선정으로 향후 재배 농가 소득 334억원과 가공수익 210억원 등 544억원의 경제적 부를 창출할 것으로 분석하고 있다. 시 임철혁 농업진흥계장은 "녹색통곡물 생산을 높이는 등 농업구조를 바꾸는 데 역점을 두겠다"고 밝혔다.군산=정준모 기자 jjm@

군산시, 식량작물 소득 향상

향토산업 육성사업 선정...30억원 사업비 지원

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농림수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원을 포함한 30억원의 사업비를 받게 됐다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·부형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 핵심 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작한 사업으로 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 전에 사업을 공모하여 대상자를 선정한다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생된 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리 등)가 덜 열렸을 때 수확하여 가공한 녹색을 띤 온전한 곡물을 말하며 중부대학교의 성분 분석에 의하면 기능성 영양소가 최저 54%에서 최고 95배까지 증가된다고 한다.

특히, 녹색통곡물에만 존재하는 클로로필은 소화를 잘 흡수시키는 특징이 있고 고혈압, 암, 당뇨, 심혈관질환 등 각종 성인병을 완화시키는 데 탁월하다는 미국 Wake Forest University 외대 연구 보고가 나와 있

다. 임철혁 군산시 농업진흥계장은 "녹색통곡물을 대량 생산해 3년간 재배 농가소득 334억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 벼 재배 면적을 줄여 벼 12,400t 생산과 새로운 소득 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,800t을 재배하여 정부 식량 생산 정책에 부합할 수 있어 투자 효과를 극대화 할 것"으로 보인다"고 전했다.

특히, 보리 및 밀을 재배해 녹색 곡물을 생산 할 경우 벼 1도경으로도 재배가 가능하여 미묘 함량에 도울이 되고 질은 사료 및 녹비로서 가치가 증가해 지역경제 활성화에 크게 기여 할 것으로 기대 된다.

한편, 군산시는 경기연령 중 농이 67%를 점유하고, 식량작물이 농업소득에서 차지하는 비중이 73.2%로 매우 높은 군산시 농업구조에서 농가소득을 높이기 위해 '녹색통곡물' 대량 생산을 기획하고 향토산업 육성사업에 선정되기 위해 2005년부터 매년 군산지역에 농가에 시범재배 및 가공시험을 수행해왔다.

군산=박수현 기자

전북도민일보

2011년 12월 16일 금요일

군산 녹색통곡물 산업화 공모 선정

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농림수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원을 포함한 30억원의 사업비를 받게 된다.

장부 향토산업 육성사업에 3년간 30억원 지원

오로 사업 시행 2년 만에 사업을 공모해 대상자를 선정하고 있다. 군산시가 추진하고 있는 '녹색통곡물'은 곡류(벼, 보리, 밀)가 덜 열렸을 때 수확하여 가공한 녹색을 띤 온전한 곡물을 말하며 중부대학교의 성분 분석에 의하면 기능성 영양소가 최저 54%에서 최고 95배까지 증가된다고 한다.

특히, 녹색통곡물에만 존재하는 클로로필은 소화를 잘 흡수시키는 특징이 있고 고혈압, 암, 당뇨, 심혈관질환 등 각종 성인병을 완화시키는 데 탁월하다는 미국 Wake Forest University 외대 연구 보고가 나와 있

다. 임철혁 군산시 농업진흥계장은 "녹색통곡물을 대량 생산해 3년간 재배 농가 소득 334억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대된다"고 밝혔다.군산=정준모 기자 jjm@

기사번호 ☎ 230-9100 www.jn.co.kr

편집·편집장기자 - pm2@

전북도민일보

2011년 12월 16일 금요일

군산시, 향토산업 육성사업 선정 쾌거

농식품부, 국비 30억 지원...녹색통곡물 생산 청신호

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농림수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원을 포함한 30억원의 사업비를 받게 됐다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·부형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 핵심 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작한 사업으로 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 전에 사업을 공모하여 대상자를 선정한다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·부형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 핵심 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작한 사업으로 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 전에 사업을 공모하여 대상자를 선정한다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·부형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 핵심 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작한 사업으로 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 전에 사업을 공모하여 대상자를 선정한다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·부형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 핵심 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작한 사업으로 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 전에 사업을 공모하여 대상자를 선정한다.

군산 향토산업 육성사업에 선정

2013년부터 3년간 국비 포함 30억 들어 녹색통곡물 대량 생산

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농업수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원 등을 포함한 30억원의 사업비를 받게 된다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·무형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 혁신 전략 산업으로 육성하기 위해 지난 2007년부터 시작한 사업으로, 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 만에 사업을 공모해 과선자를 선정했다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생한 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리)보다 덜 알곡있을 때 수

확해 가공한 녹색을 띤 온전한 곡물을 말리며, 중추대해고의 성분 분석에 의하면 기능성 영양소가 최대 54%에서 최고 95%까지 증가된다고 했다.

특히 녹색통곡물에만 존재하는 폴리페놀은 소변물을 항산화시키는 특성이 있고 고혈압, 당뇨, 심혈관 질환 등 각종 질환을 완화시키는 데도 탁월하다는 미국 Wake Forest University 2008 연구 보고가 나와 있다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 1차원 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할

어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

한편 군산시는 경지편차 등 논이 87%를 점유하고, 식량자원을 농업소득에서 차지하는 비중이 73.2%로 매우 높은 군산시 농업구조에서 농가 소득을 높이기 위해 녹색통곡물 대량 생산을 계획하고 향토산업 육성사업에 선정되기 위해 2007년부터 매년 군산시에 농가에 시범재배 및 가공시험을 수행해왔다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

녹색통곡물산업 육성 '청신호'

군산시, 2013년 향토산업 선정... 3년간 30억 지원

재배농가 소득 334억원 - 가공수익 210억원 기대

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농업수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원 등을 포함한 30억원의 사업비를 받게 된다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·무형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 혁신 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작된 사업으로, 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 만에 사업을 공모해 과선자를 선정했다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생한 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리)보다 덜 알곡있을 때 수확량이 증가하고 녹색을 띤 것으로 보인다.

농업 경영자가 벼보다 5배에서 최고 30배까지 증가한다고 했다.

특히 녹색통곡물에만 존재하는 폴리페놀은 소변물을 항산화시키는 특성이 있고 고혈압, 당뇨, 심혈관질환 등 각종 질환을 완화시키는 데도 탁월하다는 미국 Wake Forest University 2008 연구 보고가 나와 있다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 대량 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

확의 5배 미 알을 재배하여 녹색 곡물을 생산 할 경우 비 10%정도도 차이가 발생하여 미알 현상에 도움이 되고 많은 시골 및 30리마을 가정이 증가하여 지역경제 활성화에 크게 기여 할 것으로 기대 된다.

한편, 군산시는 경지편차 등 논이 87%를 점유하고, 식량자원이 농업소득에서 차지하는 비중이 73.2%로 매우 높은 군산시 농업구조에서 농가 소득을 높이기 위해 녹색통곡물 대량 생산을 계획하고 향토산업 육성사업에 선정되기 위하여 2007년부터 매년 군산시에 농가에 시범재배 및 가공시험을 수행해왔다.

또한, 군산시는 2007년부터 매년 지방비 12.460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

녹색통곡물 산업, 향토육성사업 선정

농식품부, 2013년부터 3년간 군산시에 국비 15억 지원

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농업수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원 등을 포함한 30억원의 사업비를 받게 된다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·무형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 혁신 전략 산업으로 육성하기 위해 지난 2007년부터 시작된 사업으로, 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 만에 사업을 공모해 과선자를 선정했다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생한 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리)보다 덜 알곡있을 때 수확

량이 5배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 특히 녹색을 띤 온전한 곡물을 말리며, 중추대해고의 성분 분석에 의하면 기능성 영양소 최대 54%에서 최고 95%까지 증가된다고 했다.

특히 녹색통곡물에만 존재하는 폴리페놀은 소변물을 항산화시키는 특성이 있고 고혈압, 당뇨, 심혈관질환 등 각종 질환을 완화시키는 데도 탁월하다는 미국 Wake Forest University 2008 연구 보고가 나와 있다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 1차원 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할

어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

한편, 군산시는 2007년부터 매년 군산시에 농가에 시범재배 및 가공시험을 수행해왔다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

군산 향토산업 육성사업으로 식량작물 소득 제고

녹색통곡물 산업화 사업 농식품부 공모 최종 선정

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농업수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원 등을 포함한 30억원의 사업비를 받게 된다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·무형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 혁신 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작된 사업으로, 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 만에 사업을 공모해 과선자를 선정했다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생한 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리)보다 덜 알곡있을 때 수확량이 증가하고 녹색을 띤 것으로 보인다.

한편, 군산시는 2007년부터 매년 군산시에 농가에 시범재배 및 가공시험을 수행해왔다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

연구 보고가 나와 있다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 대량 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

특히 녹색통곡물에만 존재하는 폴리페놀은 소변물을 항산화시키는 특성이 있고 고혈압, 당뇨, 심혈관질환 등 각종 질환을 완화시키는 데도 탁월하다는 미국 Wake Forest University 2008 연구 보고가 나와 있다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 대량 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

녹색통곡물 소득 향상 기대

군산 향토산업 육성사업 선정, 국비 30억원 확보 3년간 농가소득·가공수익 등 544억원 소득 기대

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농업수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원 등을 포함한 30억원의 사업비를 받게 된다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·무형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 혁신 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작된 사업으로, 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 만에 사업을 공모해 과선자를 선정했다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생한 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리)보다 덜 알곡있을 때 수확

량이 5배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 특히 녹색을 띤 온전한 곡물을 말리며, 중추대해고의 성분 분석에 의하면 기능성 영양소 최대 54%에서 최고 95%까지 증가된다고 했다.

특히 녹색통곡물에만 존재하는 폴리페놀은 소변물을 항산화시키는 특성이 있고 고혈압, 당뇨, 심혈관질환 등 각종 질환을 완화시키는 데도 탁월하다는 미국 Wake Forest University 2008 연구 보고가 나와 있다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 1차원 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할

어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

한편, 군산시는 2007년부터 매년 군산시에 농가에 시범재배 및 가공시험을 수행해왔다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

군산시, 향토산업 육성사업 최종 선정 쾌거

군산시의 '녹색통곡물 산업화 사업'이 농업수산식품부에서 공모한 2013년 향토산업 육성사업에 최종 선정됨에 따라 3년간 국비 15억원 등을 포함한 30억원의 사업비를 받게 된다.

향토산업 육성사업은 농어촌에 존재하는 유·무형의 향토자원을 발굴해 1·2·3차 산업이 융·복합된 지역 혁신 전략 산업으로 육성하기 위해 2007년부터 시작된 사업으로, 전국 지방자치단체를 대상으로 사업 시행 2년 만에 사업을 공모해 과선자를 선정했다.

녹색통곡물은 과학 기술로 탄생한 신개념 곡물로 곡류(벼, 보리, 밀, 귀리)보다 덜 알곡있을 때 수확

량이 5배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 특히 녹색을 띤 온전한 곡물을 말리며, 중추대해고의 성분 분석에 의하면 기능성 영양소 최대 54%에서 최고 95%까지 증가된다고 했다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 대량 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

특히 녹색통곡물에만 존재하는 폴리페놀은 소변물을 항산화시키는 특성이 있고 고혈압, 당뇨, 심혈관질환 등 각종 질환을 완화시키는 데도 탁월하다는 미국 Wake Forest University 2008 연구 보고가 나와 있다.

일련의 군산시 농업진흥계획은 "녹색통곡물을 대량 생산에 3년간 최대 농가소득 30억원, 가공수익 210억원 등 544억원의 소득이 기대되며 1,750ha의 비 재배 면적을 할어 비 1,460톤 감산과 새로운 소작 작목으로 보리, 밀 등 벼류 3,600ha를 재배하여 정부 시판 생산 정해에 부응할 수 있어 부가 효과를 극대화 할 것으로 보인다."고 밝혔다.

(군산=일렉트릭 기자)송민희 기자

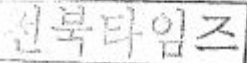




그림 1-13. 녹색 WG를 다룬 보도자료

(2) 대량 생산

참여기업과 공동연구사업 추진으로 지역영농단체와 함께 전북 군산에서 녹색 WG의 시험 생산을 실시하였다(표 1-6). 녹색 WG보리와 WG밀은 그 소비량이 많지 않은 점을 감안하여 각종 분석용 및 연구용으로 약 연간 10톤가량(밀 제외)을 생산하였으며 녹색 WG쌀은 현미 대용 및 주식으로의 이용가능성, 판매망 확보가 유리하여 2차 년도에는 약 50톤 가량을 생산 후 판매(연구용 포함)하였다. 맥류의 경우 까락으로 인하여 탈부가 쉽지 않았으며 벼의 경우에는 그보다 수월하여 생산 시 건조를 제외한 수확, 탈부 등에서의 문제점은 크게 발생하지 않았으나 일조에 따라 그 수확시기를 조절하는 것이 중요하였다.

(가) 녹색 WG보리

녹색 WG보리 생산 시 Blanching 기계의 운용상 문제가 없었으나 건조기에는 열풍이 가해 지지 않고 냉풍만을 사용할 경우 건조가 잘 이루어지지 않았다. 대량생산 시 건조하는 과정에 난점이 있는 것으로 파악되어 건조기의 보완설계를 실시하였다. 건조된 보리는 냉장저장 하에서 탈부를 실시하였으나 탈부방법을 알맞게 선택하지 못하여 겨층의 일부에 상처를 입어 우수한 외관을 보이는 상품을 생산하는데 차질이 있었다. 그러나 쌀과 혼합하여 밥을 지은 후의 외관은 크게 문제될 소지는 없는 것으로 파악되었다. 건조된 녹색 WG보리의 생산 수율은 일반 보리쌀로 환산할 경우 수확량에 50-60%에 달하는 수준이었다. 최종 완제품은 총 35톤 가량 생산하였으며 일부 연구용을 제외하고는 모두 이마트, 롯데마트 등을 통하여 판매 하였다(표 6).

표 1-6. 녹색 WG보리 생산·가공량

	곡물 생산자 및 지역	재배면적(ha)	곡물종류	산물 생산량(kg)	가공 수량(kg)
2010	전북 새만금4개지역	5.4	보리	19,608	8,426
2011	(유)새만금홀그레인	5.6	보리	18,880	10,000
2012	(유)새만금홀그레인	5.4	보리	21,607	17,520
총 생산량				60,095	35,946

(나) 녹색 WG밀

녹색 WG밀은 까락으로 인한 탈부 문제로 인하여 보리와 쌀과는 다르게 탈부에 어려움이 많았다. 탈부 방법에 주의를 기울여 우수한 상품을 생산하였지만 소량 생산에 그쳐 대부분 타 과제의 가공제품 등의 연구목적으로 사용되었다(표 1-7).

표 1-7. 녹색 WG밀 생산·가공량

	곡물 생산자 및 지역	재배면적(ha)	곡물종류	산물 생산량(kg)	가공 수량(kg)
2010	(유)새만금홀그레인	0.8	밀	1,700	770
2011	(유)새만금홀그레인	0.8	밀	1,967	732
2012	(유)새만금홀그레인	0.8	밀	1,000	400
총 생산량					

(다) 녹색 WG쌀

녹색 WG쌀은 농가에 계약재배를 실시하였으며 생산과정은 맥류와 같은 과정을 거쳤다. 벼는 보리에 비해 수분함량이 다소 낮은 관계로 건조과정이 보리보다는 다소 용이 하였으며 기존에 사용하던 벼 건조기를 이용할 수도 있었다. 비록 건조가 쉬웠지만 동할미의 방지를 위해서 건조온도를 보리에 비하여 10℃정도 낮은 조건에서 수행하여야 하기 때문에 품질이 우수한 상품을 대량으로 생산하기 위해서는 성능이 좋은 건조기의 사용이 필요한 것으로 판단되었다. 왕겨를 탈피시키는 과정은 현미기의 롤러를 고무제품으로 바꾼 농기계를 이용하여 낱알에 상처가 나지 않은 상품성이 우수한 녹색 WG쌀을 생산할 수 있었다. 총 가공수량은 약 65톤 가량으로 대부분 판매 목적으로 이용되었다(표 1-8).

표 1-8. 벼 생산·가공량

	곡물 생산자 및 지역	재배면적(ha)	곡물종류	산물 생산량(kg)	가공 수량(kg)
2010	전북 새만금4개지역	1.4	쌀	7,565	4,084
2011	전북 새만금4개지역	9.6	쌀	65,518	50,000
2012	전북 새만금4개지역	4.2	쌀	23,199.5	10938.1
총 생산량				96,282.5	65,022.1

2. 녹색 WG의 유통망 구축 및 판매망 확대

가. 녹색 WG의 저장 유통조건 확립

(1) 건식 WG의 저장·유통조건

기존의 연구(2004. ipet 지원)에서 저장기간 경과에 따른 녹색도는 60초간 blanching을 하였을 때 비하여 90초간 처리 시 변화량이 적은 것으로 밝혀졌으며 냉암소(4 ℃)에 보관할 경우에는 1년이 경과되어도 상품성이 크게 훼손되지 않는 결과를 얻은바 있다. 본 연구에서는 수확 후 가공된 녹색 WG의 유통에 알맞은 온도뿐만 아니라 광도가 미치는 영향을 조사하였다. 녹색 WG쌀을 이용하였으며 일반 벼와 찰벼로 구분하고 한 달간 저장하며 실험하였다. 광 조건하에서는 실온(온도 21℃, 광원 1300lux)과 실온+흡습제를 처리하여 항온실에 보관하고 암 조건은 저온 냉동고(-20℃)에서 저장하면서 색도 변화를 관찰하였다. 광 조건에서는 실온 + 흡습제, 실온 순으로 녹색 WG쌀의 색도 변화가 적었으며 암 조건에서 저온 저장하였을 때 녹색 WG쌀의 변화가 가장 적은 것으로 보아 온도와 광에 의해 색도가 변화가 생기는 것을 알 수 있었다(표 1-9, 10, 그림 1-14). 따라서 창고에서의 다량 보관은 -20 ℃ 정도의 냉동보관이 유리할 것으로 판단되며 판매를 위한 유통을 할 경우 저온냉장차량 혹은 일반 차량에서는 흡습제의 사용이 녹색도의 저하를 방지하는 방법으로 좋을 것으로 생각된다.

표 1-9. 저장 조건에 따른 녹색 WG쌀의 시간별 색도변화

녹색 WG쌀(일반벼)			Hunter value		
Weeks	Treatment		L	a	b
2	광	실온	55.64	-2.47	25.68
		실온 +흡습제	48.37	-2.37	27.48
	암	저온	49.01	-3.73	29.53
4	광	실온	51.87	-0.30	23.41
		실온 +흡습제	48.47	-1.82	26.86
	암	저온	50.83	-4.18	29.23

실온 : 21℃, 흡습제 : 실리카겔, 저온 : -20℃, 광처리 : 1300lux

표 1-10. 저장 조건에 따른 녹색 WG찰쌀의 시간별 색도변화

녹색 WG쌀(찰벼)			Hunter value		
Weeks	Treatment		L	a	b
2	광	실온	42.27	-2.39	24.44
		실온 +흡습제	44.29	-3.79	25.80
	암	저온	41.71	-5.81	24.41
4	광	실온	43.92	-1.37	21.70
		실온 +흡습제	42.73	-3.24	23.90
	암	저온	45.66	-5.99	25.96

실온 : 21℃, 흡습제 : 실리카겔, 저온 : -20℃, 광처리 : 1300lux



그림 1-15. 녹색 WG (통쌀) 포장의 앞, 뒷면의 디자인



그림 1-16. 녹색 WG (통보리) 포장의 앞, 뒷면의 디자인



그림 1-17. 녹색 WG (통밀) 포장의 앞, 뒷면의 디자인



그림 1-18. 판매를 목적으로 실제 제작된 포장사진(포장단위 1kg)

나. 유통망 및 판매망 구축

녹색 WG의 대량 생산 및 가공·유통 사업단에서 연구 개발된 녹색 WG는 지역영농단체인 (유)새만금 홀그레인과 (주)지엔비홀딩스(가공·유통업체)에서 생산 선별하여 유통회사 (합)광복농산을 통하여 시중에 유통되고 있다. 녹색 WG쌀과 녹색 WG보리는 이마트 160개 지점 중 32개 지점에 독점 공급하고 있으며 녹색 WG쌀은 롯데마트에 OEM 형태로 제품 납부를 하고 있다. (주)지엔비홀딩스는 해외 판매를 위하여 전시회 등을 통한 업체와의 유통망 구축을 시도 중에 있다.

(1) 연구기관 : 농림바이오기술산업화 연구 사업단(충남대)

○소재지 - 대전시 유성구 궁동220번지(충남대 식물자원학부)

- 대표자 - 사업단장 구자형(62세)
- 규모 - 연구원40명
- 연구 성과 - 녹색 풋보리쌀의 가공생산법 특허(2003)
동결건조 및 동결후 풍건에 의한 녹색곡물제조방법특허(2005)

(2) 가공업체 : (주)지앤비홀딩스

- 소재지 - 김제시 백학동 84번지(한국 폴리텍V 창업보육센터 206호)
- 대표자 - 대표이사 함명수(53세), 상임고문 이은명 (62세)
- 규모 - R&D 연구소 및 OEM(광복농산, 새만금홀그레인)
- 고용인원 - 7명
- 자산규모 - 2억원

(3) 생산·가공업체 : (유)새만금홀그레인농업회사법인

- 소재지 - 군산시 대야면 467-7번지
- 대표자 - 대표이사 이승주(64세), 참여농업인 22명
- 규모 - 녹색곡물시험생산(2009)

(4) 유통업체 : (합)광복농산

- 소재지 - 충북 청원군 부용면 외천리 822(설립일 1997.)
- 대표자 - 회장 이광복(60세), 대표이사 전병용(47세)
- 규모 - 대지 10,000평, 가공시설 4,000평(싸이로12기 7,000톤)
- 고용인원 - 50명
- 연매출액 - 900억원
- 자산규모 - 300억원
- 취급품목 - 잡곡, 미곡, 두류, 맥류
- 주거래처 - 이마트, 롯데마트, CJ홈쇼핑, 푸드머스, 풀무원 등

다. 녹색 WG 가공 판매 실적

녹색 WG보리와 WG쌀은 연구 목적 뿐만 아니라 (합)광복농산을 통하여 이마트와 롯데마트 등에 탁송 및 oem 형태로의 판매를 실시하였으며 약 3억 7천만원의 판매수익을 올렸다(표 1-11, 12, 13). 최종년도의 매출은 현 사업단에 참가하는 농가와 업체들이 군산시 녹색 통곡물산업화 사업을 동시에 수행하기에는 어려움이 있어 일시적으로 생산 및 판매량이 감소하였다.

표 1-11. 연도별 녹색 WG보리 판매현황

년도	판매량(kg)	금액(원)	비고
2010	5,500	23,100,000	연구용, 기타판매
2011	11,850	44,010,000	이마트 공급, 탁송판매
2013	17,520	67,452,000	이마트 공급
계	34,870	134,562,000	

표 1-12. 연도별 녹색 WG쌀 판매현황

년도	판매량(kg)	금액(원)	비고
2010	2,700	22,140,000	연구용, 기타판매
2011	50,000	150,000,000	이마트 공급 롯데마트 OEM 공급
2013	10938	57,971,400	이마트 공급
계	63,638	230,111,400	

표 1-13. 연도별 녹색 WG밀 판매현황

년도	판매량(kg)	금액(원)	비고
2010	-	-	생산 전량(770kg) - 연구 분석용 사용
2011	-	-	생산 전량(732kg) - 연구 분석용 사용
2013	-	-	생산 전량(400kg) - 연구 분석용 사용
계	-	-	

3. 녹색 WG 상품 다양화 및 고섬유소 식품 개발

가. 녹색 WG 상품 다양화

(1) 취반특성 및 영양분석을 통한 상품개발

품종별로 실제 취사를 위해 50℃에서 건조된 5g의 녹색 WG를 물에 불려가며 시간의 경과에 따라 무게를 측정된 결과 품종과 시간에 따라서 약 8-11g으로 차이가 발생했는데 이는 녹색 WG 품종 각각의 특성에 기인한 것으로 여겨진다(표 1-14). 또한 물에 침지하고 시간이 경과하였을 경우에도 곡물의 녹색도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(표 1-15). 그러나 침지시간이 8시간을 넘을 경우에는 녹색도가 조금 떨어지는 것을 알 수 있었다. 녹색 WG 쌀은 취반 후에 녹색도가 퇴색하여 그림과 같이 노란색을 띄어 녹색도의 정상적인 유지는 다소 어려운 것으로 나타났다(그림 1-19). 표 1-16은 취반 직후의 색도 value를 나타낸 것으로 a의 수치가 마이너스 값을 유지하여 약간의 녹색은 띄는 것으로 나타나 색에 의한 혐오감은 없을 것으로 추정된다. 취반 후 24시간 4C의 냉장고에 저장 후에도 마이너스 값을 유지되었으며(표 1-17) 녹색 WG로서의 가치는 충분히 유지되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 녹색 WG쌀의 생산은 기존의 현미에 비해 질감과 색도를 크게 개선할 수 있어 소비자들에게 기피되었던 현미를 대체할 수 있는 WG로 충분하며 취사 후의 녹색도 감소에 대한 대책이 마련되면 그 상품가치와 선호도는 더욱 높아질 것으로 예상된다.

표 1-14. 품종별 녹색 WG 쌀의 취반 전 침지시간에 따른 무게 변화 (g)

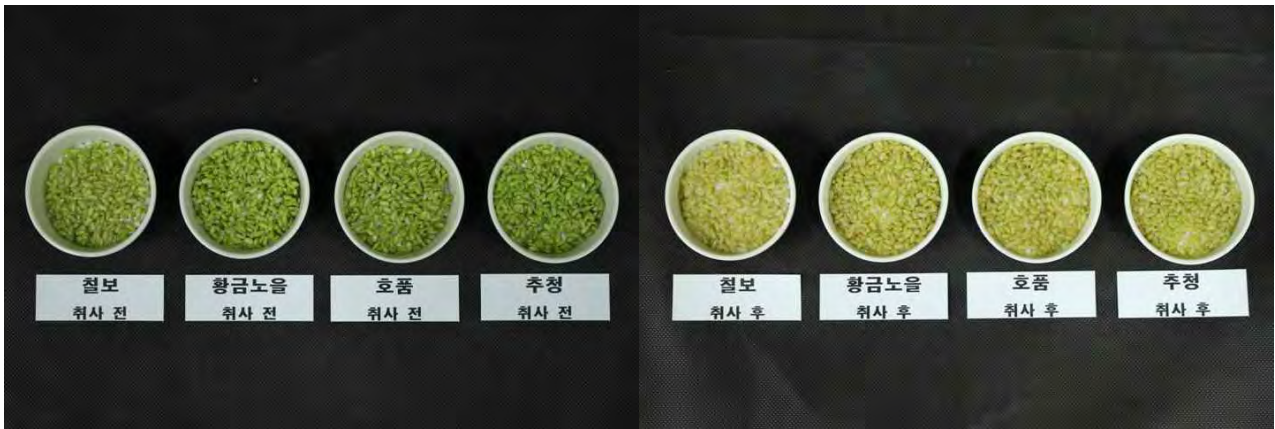
Cultivar	Hour					
	0	1	2	4	6	8
칠보	5	6.28	6.98	7.71	8.16	8.45
황금노을	5	7.63	8.8	10.01	10.91	11.24
호품	5	6.88	7.69	8.61	9.02	9.37
추청	5	7	7.96	8.77	9.32	9.61
눈보라	5	6.63	7.54	8.57	9.17	9.7
삼광	5	6.11	6.71	7.52	7.66	7.88
신선찰	5	6	6.68	7.23	7.61	7.86
동진찰	5	6.15	6.62	7.07	7.52	7.68
보석찰	5	6.64	7.2	7.94	8.5	8.75
생동찰	5	7.85	8.76	9.58	10.04	10.28
녹원찰	5	7.31	8.21	9.18	9.86	10.2
백옥찰	5	7.39	8.24	9.17	9.84	10.37
큰눈이	5	6.61	7.28	8.03	8.51	8.78

표 1-15. 품종별 녹색 WG 쌀의 취반 전 침지시간에 따른 색도변화

Cultivar	Hour	Hunter value		
		L	a	b
칠보	0	50.77	-8.27	31.92
	1	51.48	-12.20	32.88
	2	48.66	-11.01	28.20
	4	51.38	-10.48	29.02
	6	57.19	-11.95	32.13
	8	57.74	-11.47	31.90
황금노을	0	50.15	-10.91	33.77
	1	48.30	-12.20	31.31
	2	48.55	-11.38	28.79
	4	51.29	-12.35	41.09
	6	54.26	-13.18	32.48
	8	58.78	-12.15	29.33
호품	0	47.63	-10.40	33.80
	1	46.25	-11.57	32.55
	2	49.21	-12.19	32.34
	4	48.44	-9.86	28.37
	6	53.64	-11.96	30.51
	8	53.18	-12.06	31.80
추청	0	56.54	-3.52	28.73
	1	46.92	-12.69	30.40
	2	47.28	-13.12	32.10
	4	55.29	-13.93	33.40
	6	54.53	-12.48	32.00
	8	57.65	-12.18	30.94
눈보라	0	54.41	-7.71	31.07
	1	52.56	-7.96	29.06
	2	52.60	-9.28	30.45
	4	53.43	-9.05	27.35
	6	57.89	-10.22	30.75
	8	54.31	-8.30	27.15
삼광	0	52.84	-9.58	31.86
	1	47.78	-9.92	28.44
	2	51.66	-9.05	28.45
	4	52.96	-9.16	28.58
	6	58.38	-8.03	27.05
	8	56.39	-10.74	29.65
신선찰	0	50.93	-6.08	29.36
	1	51.48	-7.35	28.39
	2	48.88	-7.56	30.84
	4	50.09	-6.95	27.77
	6	52.45	-7.69	30.15
	8	53.42	-7.80	29.63

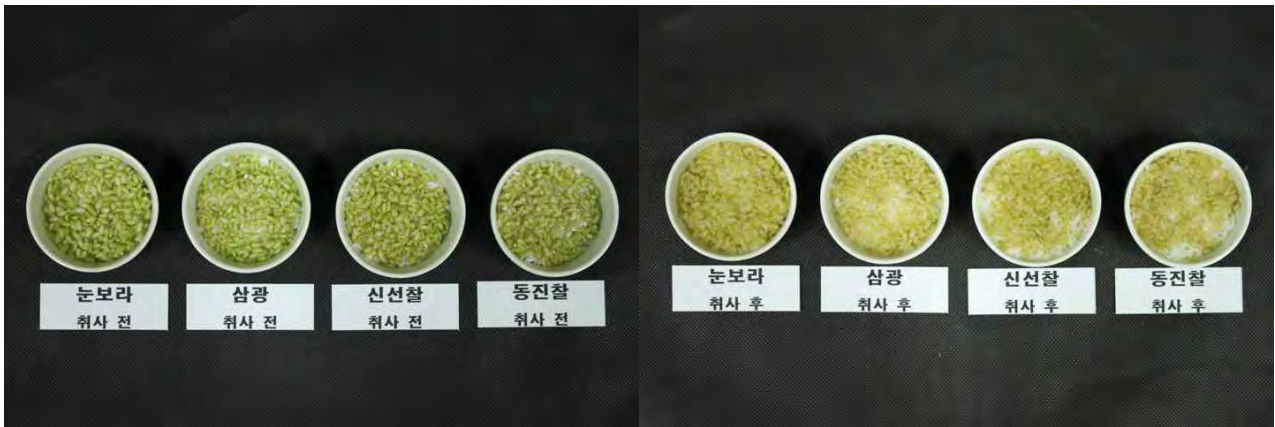
표 1-15. continued

Cultivar	Hour	Hunter value		
		L	a	b
동진찰	0	52.37	-8.39	32.76
	1	49.76	-6.80	28.92
	2	48.08	-5.47	25.65
	4	52.24	-7.74	26.48
	6	51.80	-6.09	25.64
	8	56.58	-7.64	26.95
보석찰	0	54.14	-8.83	33.05
	1	50.50	-11.58	33.41
	2	50.29	-11.28	31.84
	4	57.17	-10.93	32.24
	6	55.28	-13.05	31.90
	8	57.63	-11.36	31.52
생동찰	0	41.52	-4.97	24.54
	1	43.51	-8.27	25.65
	2	42.79	-5.12	24.44
	4	43.05	-5.54	24.18
	6	48.72	-5.68	24.25
	8	49.26	-7.06	27.10
녹원찰	0	30.73	-1.26	14.55
	1	41.93	-5.49	23.08
	2	44.00	-8.04	25.06
	4	50.09	-8.11	27.92
	6	50.28	-8.94	25.24
	8	49.09	-7.49	24.17
백옥찰	0	52.92	-9.73	35.79
	1	47.87	-11.88	32.60
	2	54.29	-11.18	32.56
	4	53.40	-11.24	32.17
	6	59.16	-12.62	32.39
	8	53.40	-11.27	31.68



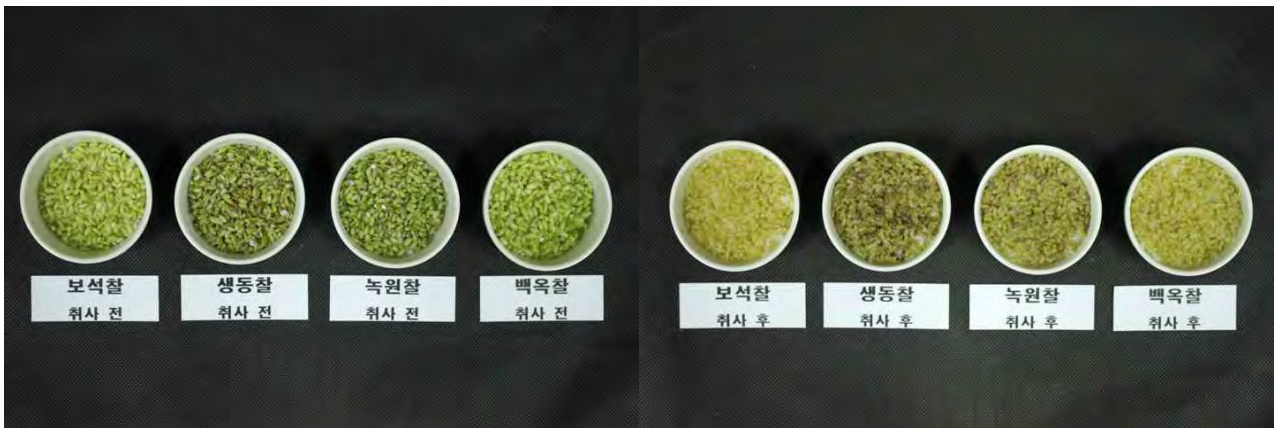
취사전 (8시간 침지)

취반완료 직후



취사전 (8시간 침지)

취반완료 직후



취사전 (8시간 침지)

취사완료 직후

그림 1-19. 녹색 WG의 품종별 취반 전·후의 색도변화

표 1-16. 녹색 WG쌀의 취반 직후 색도변화

Cultivar	Hunter value		
	L	a	b
칠보	50.32	-5.27	21.86
황금노을	51.63	-6.52	30.26
호품	49.41	-5.75	28.07
추청	48.89	-6.53	29.49
눈보라	48.32	-1.74	24.60
삼광	50.00	-4.88	23.64
신선찰	45.09	-4.69	27.01
동진찰	49.07	-3.18	22.39
보석찰	48.61	-6.04	27.65
생동찰	40.00	-3.31	22.05
녹원찰	39.16	-3.38	23.26
백옥찰	46.66	-5.68	27.47

표 1-17. 취반 24시간 후 색도변화

Cultivar	Hunter value		
	L	a	b
칠보	47.61	-3.11	24.75
황금노을	47.55	-3.17	26.67
호품	47.11	-2.66	26.08
추청	48.52	-3.22	25.92
눈보라	45.30	-2.09	24.57
삼광	47.57	-2.25	22.86
신선찰	44.03	-2.23	24.60
동진찰	44.72	-1.06	23.16
보석찰	42.92	-2.47	24.37
생동찰	34.90	0.10	18.78
녹원찰	39.47	-0.50	21.92
백옥찰	45.32	-2.70	25.23
큰눈이	47.30	-2.48	27.13

(2) 습식 상태의 녹색 WG 상품 개발

Blanching 처리한 녹색 WG를 건조를 거치지 않고 바로 탈부하여 이를 바로 제품화 하는 방법을 모색하였다. 탈부 방법은 대량생산 기계가 개발되지 않아 저속의 (700 rpm)믹서를 이용하여 탈부를 시도하였다. 밀의 경우는 탈부 되지 않은 낱알이 별로 존재하지 않았으나 보리의 경우는 쌀보리일지라도 탈부되지 않는 낱알이 3-5%에 달하였다. 대량생산을 위한 탈부기의 개발과 함께 정선할 방법에도 주의를 기울여야 할 항목으로 생각되었다. 보리의 경우는 믹서의 날에 상처를 받은 낱알이 다소 있었으나 밀은 일차적으로 blanching 과정을 거치면서 겉면이 다소 경화되는 경향을 보여 파괴된 형태의 낱알이 거의 없었다. 습식상태의 녹색 WG 밀과 WG 보리(그림 1-20)는 씹기에 부드러운 질감을 가지고 있어 샐러드나 통조림용으로 사용하기에 적합할 것으로 파악되었다. 탈부 장치 개발이 완료되어 대량생산이 이루어질 수 있다면 밀을 주식으로 하는 국가에 대한 새로운 수출상품으로 아주 유망할 것으로 기대되었다.



그림 1-20. 습식 탈부된 녹색 WG 밀(좌)과 WG 보리(우)

소량 생산된 습식 형태의 녹색 WG 밀은 통조림과 파우치 형태로 포장한 후 저장 기간 및 변화도에 대한 실험은 3과제에서 진행하였다(그림 1-21).



그림 1=21. 녹색 WG밀을 이용한 통조림과 파우치

(3) 수확기간 및 상품의 차별화를 위한 전략

녹색 WG은 조기 수확으로 인하여 영양성분이 일반 WG보다 우수한 것으로 밝혀졌으나 생산수율이 떨어지는 것이 문제점으로 나타났다. 따라서 생산수량 증가 및 다양한 상품 확보를 위한 수확기간 연장방안을 모색하여 호숙기와 완숙기 사이의 곡물을 상품화 하는 방안을 연구하였다. 이 시기의 곡물을 활용할 수 있게 된다면 녹색 WG의 짧은 수확기간을 연장 할 수 있을 뿐만 아니라 생산량 증가 및 가공품 다양화 등 여러 이점이 있을 것으로 예상된다. 또한 기존 WG와 비슷하면서도 영양학적으로 우수하기 때문에 판매 시장 접근과 홍보 등에 있어서 더욱 용이해 질 것으로 예상된다.

(가) 수확기간의 연장범위

호숙기와 완숙기 사이의 곡물을 이용하고자 적정한 수확기간의 범위를 알아보았으며 상품으로써의 접근성이 쉬운 녹색 WG쌀을 선택하였다. 상품의 녹색도는 출수 후 15일에서 가장 우수하였으며 25일과 성숙기 순으로 낮아졌다(그림 1-22). 생산 수량은 출수 후 25일과 성숙기에 서 높게 나타났으며 두 수확시기간의 수량 차이는 크지 않은 것으로 나타났으며 출수 후 15일 수확한 녹색 WG쌀은 다른 두 수확시기에 비하여 1/3 가량 양이 적게 생산 되었다(표 1-18). 따라서 출수 후 25일 까지는 기존의 녹색 WG에 비하여 녹색도가 약간 떨어지긴 하지만 수량이 성숙기에 가까운 제품을 생산할 수 있었다. 이를 이용하면 제품의 등급에 차등을 두고 생산 할 수 있으며 품질에 따라 가격차이가 발생하게 된다. 따라서 생산자는 고품질과 저품질의 다양한 제품을 생산하면서 소득이 증대될 것이고 소비자에게는 선택의 폭이 넓어지는 기회가 될 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 제품의 상품화는 시장 경쟁에 있어서도 타 WG보다 우위를 차지할 수 있을 뿐만 아니라 고품질의 녹색 WG를 홍보할 수 있는 상품으로도 활용 가능 할 것으로 생각된다.



그림 1-22. 수확시기에 따른 녹색 WG쌀(좌로부터 출수 후 15일, 출수 후 25일, 성숙기)

표 1-18. 수확시기에 따른 녹색 WG쌀 생산량

녹색 WG쌀	수량(kg/ha)		
	출수 후 15일	출수 후 25일	성숙기
	216	346	357

(나) 영양평가

표 1-19는 녹색 WG쌀의 출수 후 경과 일수에 따른 영양성분을 분석한 것으로 색도 L(lightness)값은 출수일이 지남에 따라 점차 증가였다. a(Redness:+, Greenness:-) 값은 출수일이 빠를수록 (-)값이 증가하여 녹색도가 증가하였고 b(Yellowness:+, Blueness:-)값은 성숙기가 가장 낮았다. 수분함량은 출수 15일 후가 높은 것으로 나타났으며 출수 15일 후와 출수 25일 후의 차이가 크지 않았으나 성숙기와는 수분함량 차이가 크게 나타났다. 녹색 WG쌀은 출수 15일 후에서 지방 함량이 가장 높았으며 출수일이 경과에 따라 지방함량이 감소하고 성숙기에서 가장 낮았다. 성숙기를 제외한 출수 15일 후와 출수 25일 후에서 β -carotene이 58.6~99.89로 검출되었다. 특히 출수 15일 후에서 β -carotene 함량이 가장 높은 것으로 보아 출수 후 수확시기까지의 기간이 짧을수록 많은 β -carotene이 함유되어있다는 것을 알 수 있다. 출수 후 시간이 경과함에 따라 비타민 B1과 나이아신을 비롯한 비타민류의 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 비타민 C는 성숙기를 제외하고 유사하게 검출되었다. 칼륨은 출수 후 15일에서 가장 많은 양이 검출되었으며 성숙기에서 가장 낮았다. 녹색 WG쌀의 품질 및 영양 성분은 출수 후 15일에서 가장 좋은 것으로 나타났으나 출수 후 25일 전후 즉 호숙기와 성숙기 사이에 생산되어도 성숙기에 비하여 품질 및 영양성분이 우수하므로 일반 WG에 비하여 시장 경쟁력이 높을 것으로 판단된다.

표 1-19. 출수시기에 따른 영양 성분

평가항목	출수 후 15일			출수 후 25일			성숙기		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
색도	41.81 ± 0.22	-8.83 ± 0.30	28.02 ± 0.16	48.57 ± 0.07	-5.69 ± 0.37	26.96 ± 0.15	57.11 ± 0.25	2.05 ± 0.27	22.75 ± 0.08
수분함량	Moisture contents (%)								
	13.68 ± 0.17			11.87 ± 0.28			14.28 ± 0.61		
조지방함량	Crude fat contents (%)								
	3.58 ± 0.42			3.16 ± 0.24			1.80 ± 0.00		
β-carotene	β-Carotene (μg/100g)								
	99.89 ± 4.98			58.60 ± 7.81			N.D		
식이섬유	Fiber (g/100g)								
	3.77±0.40			3.63±0.29			3.62±0.33		
비타민 B1	mg/100g								
	0.71			0.68			0.64		
비타민 C	mg/100g								
	1.78			1.70			ND		
나이아신	mg/100g								
	2.77			2.59			1.02		
칼륨	(mg/100g)								
	320.73			212.83			196.90		

N.D = Not Detected

(3) 고 섬유소 식품 개발

우리나라의 2010년도 국민의료비지출이 73조원에 달하고 있으며 이러한 지출의 증가를 막기 위해서는 국민건강 증진이 필수적이다. 미국과 유럽 등의 선진국에서는 식품의 개선으로 20-30%의 성인병 발생을 감소시킬 수 있다는 연구결과를 근거로 WG 제품을 권장하고 있다. 국내의 식단이 서구화됨에 따라 고혈압, 당뇨, 심혈관 질환을 앓고 있는 성인병 환자들이 2005년 737만여명에서 2009년 923만여명으로 약 25.3%로 급격히 증가되고 있으며 이로 인한 의료비 지출도 늘어나고 있다. 따라서 우리나라에서도 의료비지출 감소방안의 하나로 WG의 보급은 미

국의 경우와 같이 필수사항이 될 것이 분명하다. 국내에는 WG 제품이 현미를 제외하면 거의 없고 WG 이용 과자류도 외국에서 수입되고 있는 실정이다. 따라서 이에 대비한 식품의 개발이 필요성이 있으며 녹색 WG를 이용한 상품은 세계에서 최초로 개발되는 새로운 식품이기 때문에 녹색 WG와 더불어 유망할 것으로 예상된다.

(가) 미강 및 보리 겨를 첨가한 누룽지의 개발

손쉽게 접할 수 있는 누룽지에 미강 및 보리 겨를 첨가하여 섬유소 함량을 증가 시킨 제품을 생산하기 위한 방안이다. 누룽지 및 제과 제조업체인 오성제과에 의뢰하여 미강 및 보리 겨를 첨가한 누룽지를 생산하였다. 섬유소의 첨가 비율이 높을수록 제조 공정 중 제조 팬에 눌러붙는 현상이 발생하여 생산완료 후 누룽지가 이탈되지 않는 문제점이 발생하였다. 이러한 결과는 생산에 소요되는 시간의 증가와 함께 판매될 제품의 품질 저하 요인이 되기 때문에 완전한 제품 생산에 차질을 빚게 되므로 해결 방안 모색을 위하여 섬유소 첨가 비율에 따른 제품 생산성과 품질을 비교하였다. 미강을 5% 이상 첨가 하였을 경우, 팬에 붙어 생산에 큰 어려움이 있었으므로 미강을 2.5%와 5% 첨가하여 제조하였다. 5% 첨가하였을 경우 고소한 맛은 있었으나 누룽지 외부가 부서져 외관상 보기가 좋지 않았고 미강 2.5%에서는 일반 제품과 큰 차이는 없지만 고소한 맛을 간직하며 생산에 있어서도 별 어려움이 발생하지 않았다. 따라서 품질과 생산성을 기준으로 보았을 때 아래 그림 와 같이 첨가율 2.5%수준이 가장 적절할 것으로 판단되었다(그림 1-23).



그림 1-23. 미강을 첨가한 누룽지 제조

(나) 녹색WG쌀 분말을 이용한 푸딩 제조

그림 1-24와 25는 녹색 WG쌀 분말을 첨가할 푸딩의 제조 예를 제시한 것이다. 감귤(효소), 채소(효소), 딸기, 블루베리에서 추출한 첨가물들은 녹색 WG쌀 분말로 대체가 가능하며 그 방법은 아래와 같다.



그림 1-24. 첨가물 + 베이스 + 우유

① 제조방법

1) 베이스

(미숫가루40g, 설탕20g, 물150ml, 생크림150ml, 우유150ml, 젤라틴8g+물45ml)

*위 분량은 100ml푸딩 약 6개 분량임

- ① 분량의 젤라틴을 물에 불려 준비한다.
- ② 미숫가루와 설탕을 물에 갠다.
- ③ 생크림과 우유를 첨가하여 끓기 직전까지 데워준다.
- ④ 불린 젤라틴을 녹여 고운체에 거른다.
- ⑤ 기호에 따라 첨가물을 섞어 차가운 곳에서 굳혀준다.

* 첨가물이란 귤(효소), 채소(효소), 딸기, 블루베리 등 기호에 맞는 모든 식품이 가능하다.
효소를 이용하지 않을 경우 과일을 그대로 믹서에 갈아 사용 할 수 있음

2) 우유

(우유, 생크림, 설탕)

- ① 우유와 생크림 1:1비율에 설탕 약5%를 녹여 끓기 직전까지 데운다.
- ② 약간의 젤라틴을 녹인다.
- ③ 녹인 것을 고운 체에 거른다.
- ④ 굳은 베이스층 위에 부어 차가운 곳에서 굳혀준다.

3) 첨가물

(첨가물, 설탕, 젤라틴)

① 첨가물에 기호에 따라 설탕 첨가 후 끓기 직전까지 데운다.

② 약간의 젤라틴을 녹여 굳은 우유층 위에 부어준다.

* 젤라틴을 첨가하는 대신 잼이나 시럽을 만들어 사용해도 좋음



상: (당발효액 20% 좌로부터 감귤, 채소, 딸기, 블루베리)

하: (당발효액 40% 좌로부터 감귤, 채소, 딸기, 블루베리)

그림 1-25. 녹색 WG쌀 분말을 이용한 푸딩제조 예

4. 녹색 WG의 홍보

가. 브로셔 제작

녹색 WG에 대한 홍보를 목적으로 전시회, 판매처 제공 등의 용도로 배포하기 위하여 브로셔를 제작하였다. 브로셔는 WG에 대한 기본적인 정보를 제공하며 녹색 WG쌀, 녹색 WG보리, 녹색 WG밀의 특징과 장점들을 소개하고 녹색 WG의 우수성에 대한 내용을 담고 있다(그림 1-26). 이러한 내용을 담아 제작된 브로셔는 생명산업대전, 지폐어, 농어촌 산업박람회 등에서 배포되었다.

(1) 한글 브로셔



그림 1-26. 녹색 WG 홍보용 한글 브로셔

(2) 영문·일문·중문 브로셔

본 사업단 시행 후 처음 참가한 2011년 생명산업대전에서 외국 방문객들에 대한 홍보 자료가 부족한 부분이 발생하였다. 외국 방문객에 제공하고 차후 해외 수출 및 홍보를 위하여 녹색 WG를 소개할 목적으로 특히 출원 중인 나라를 대상으로 한 영문·일문·중문 브로셔를 제작하였다(그림 1-27). 번역된 브로셔의 내용은 국문 내용과 같으며 수출 및 해외 홍보용 샘플을 위해 포장지 또한 같이 디자인 하였다.(그림 1-28).



그림 1-27. 번역된 브로셔 디자인(좌측부터; 영문, 일문, 중문)



그림 1-28. 번역 디자인 한 포장지(좌측부터; 영문, 일문, 중문)

나. 녹색 WG의 홍보

녹색 WG의 인지도를 높이기 위하여 각종 전시회에 참가하여 국내·외 방문객들에게 홍보하고 후속사업인 군산시에서 진행하게 된 “녹색 통곡물의 산업화”의 확정과 함께 지방지 및 기타 언론에 녹색 WG를 소개하는 등 직·간접적인 홍보가 이루어졌다.

(1) 농어촌 산업박람회

2011년도 9.5-8일 총 4일에 걸쳐 진행된 농어촌 산업박람회에 시험 생산 된 녹색 WG보리, 녹색 WG쌀 및 브로셔 등을 통한 홍보 활동을 실시하였다(그림 1-29). 이번 산업박람회는 54개 지자체 136개의 농어촌기업이 참여하였으며 (유)새만금홀그레인, (주)지엔비홀딩스, (합)광복농산 주체로 전시회장을 설치 및 운영을 실시하였다. 산업박람회에 참여한 농민들과 농촌기업들을 대상으로 하여 녹색 WG쌀과 녹색 WG보리 제품을 전시하고 그 우수성을 알리는데 중점을 두고 진행하였다.



그림 1-29. 2011년 농어촌 산업박람회 전시(녹색 WG)

(2) 생명산업대전 참가

녹색 WG의 인지도를 높이기 위한 방안으로 2011, 2012년 생명산업대전에 참가하여 홍보활동을 하였다 (그림 1-30). 전시회장을 찾은 방문객들에게 브로셔를 제공하고 한눈에 알아보기 쉽게 생산부터 유통에 이르기까지의 과정과 녹색 WG의 장단점 등이 담긴 포스터를 설치하였다. 또한 현재 연구 중인 녹색 WG와 그 가공품(누룽지, 요구르트, 바게뜨, 쿠키 등)들을 전시하여 방문객들 직접 만져보고 맛을 볼 수 있도록 하였다(그림 1-31, 32). 그 중 전시회 기간 동안 보관이 편리하여 소비자들에게 안전하게 제공될 수 있는 녹색 WG보리가 함유된 누룽지 제품 시식코너를 설치·진행하였다. 이 누룽지는 남녀노소 할 것 없이 모두 선호하는 경향을 보여주었으며 쉽게 녹색 WG에 대한 관심을 이끌 수 있는 상품으로써 가치가 있는 것으로 판단되었다.

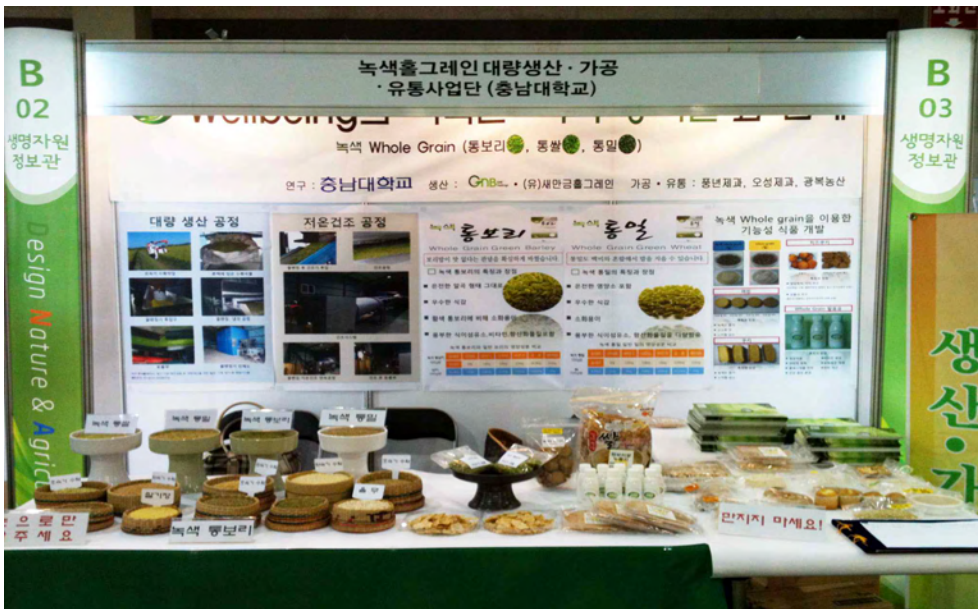


그림 1-30. 2011년 생명산업대전

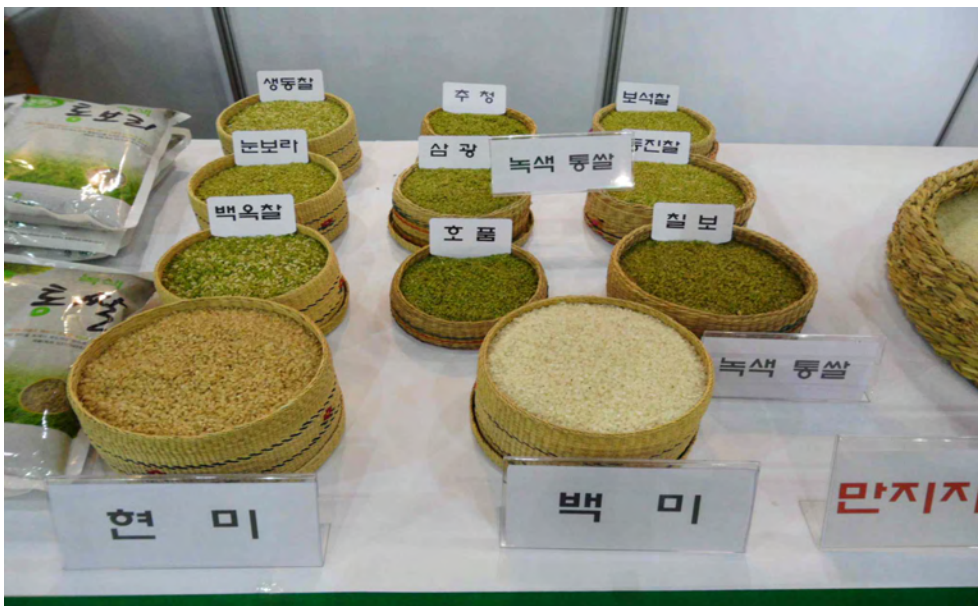


그림 1-31. 녹색 WG쌀



그림 1-32. 녹색 WG가 첨가된 가공품(누룽지, 요구르트, 바게뜨, 쿠키)

(3) 지폐어 참가

2012년 10월 개최된 지폐어에 참가하였다(그림 1-33, 34). 지폐어는 대한민국 우수상품을 전시하고 해외바이어와 맞춤형 비즈니스 상담을 진행함으로써 해외시장을 개척할 수 있게 도와주는 해외수출 전문 전시회이기에 내국인들이 많이 찾는 생명산업전시회와는 다른 분위기에서 진행하게 되었다. 따라서 일반 방문객에 비하여 바이어의 방문 수가 많았고 그에 따른 대량 구매에 대한 문의가 잦았다. 지폐어에는 2013년부터 시행될 "녹색 통곡물의 산업화"사업과 관련된 군산시 관계자와 영농단 대표도 참가하였다.



그림 1-33. 2012년 지폐어



그림 1-34. 2012년 지폐어 참가

(4) 언론매체를 통한 홍보

Dynamic Korea 2011년 2월호 Vision University란에 녹색 WG와 관련된 기사가 수록(52, 53page.)되었다. 언론을 통한 녹색 WG를 소개하였으며 녹색 WG 내용과 함께 군산시에서 주체가 되어 시행하는 통곡물 산업화 사업내용도 다루었다(그림 1-35).



그림 1-35. 녹색 WG 기사
(출처 : Dynamic Korea, 대한뉴스 발행)

다. 녹색 WG의 건강 증진효과 구명을 통한 소비촉진 및 홍보

미국과 같은 외국에서는 WG의 건강기능성 효과에 대한 연구결과가 많고 그 자료를 토대로 자국민의 성인병 예방을 위한 WG 섭취를 권장하고 홍보하고 있다. 하지만 국내에서는 미비한 수준이며 특히 녹색 WG의 건강 기능성과 관련한 자료 근거가 없어 권장하는데 어려움이 발생하였다. 따라서 본 사업단에서는 대표 성인병 중 하나인 당뇨병 진단을 받고 치료 중이거나 새롭게 당뇨병 진단을 받은 환자들을 대상으로 하여 녹색 WG 섭취 전·후의 변화를 관찰하였다(1-5과제에서 수행).혈당과 인슐린 저항성 변화를 관찰한 결과 인슐린 저항성 개선 효과가 있는 것으로(표 1-20)나타났다. 이 자료는 녹색 WG의 건강 기능성과 관련하여 홍보 및 기초 자료 축적의 목적으로 사용되었다.

표 1-20. 당뇨병환자들의 녹색 WG 섭취 전·후 임상 변화

	Baseline	After	P-value
Weigh(kg)	63.8±11.5	63.6±11.4	0.572
Waist(cm)	87.1±9.8	85.1±10.9	0.072
HbA1C(%)	8.3±1.2	8.2±1.1	0.386
Fasting glucose(mg/dL)	156.0±62.0	142.3±46.7	0.162
Creatinine(mg/dL)	3.5±15.3	0.7±0.3	0.323
BUN(mg/dL)	16.1±5.9	15.2±3.4	0.306
Insulin(uIU/mL)	14.5±14.0	10.2±8.9	0.043
C-peptide(pmol/ml)	1.0±0.8	1.2±0.6	0.079
BMI(kg/m ²)	25.5±3.7	25.4±3.7	0.606
HOMA-IR *	5.4±5.4	3.3±2.5	0.017

* HOMA-IR 수치가 낮아지면 인슐린 저항성 개선 효과

라. 지적재산권 확보

(1)상표출원

온알곡 상표 출원시 일상표 일출원 주의 및 상품 지정에 있어 권리 범위를 수월하게 하기 위하여 3개류로 출원을 실시하였다. 예컨대 “온알곡 식빵”이라는 부분이 포장(상표)으로 더 부가되면 상품을 “식빵”만 지정하여야 하는 문제가 추후에 발생할 가능성이 높기 때문에 타원형 안에 국문자 “온알곡” + 영문자 “Wholegrain”으로 구성되어 있는 부분만 상표로 특정하고 상품을 아래와 같이 지정 하였다.

제5류 : 농산물이유식(그림 1-36)

제29류 : 요구르트, 요구르트 음료, 유산균음료(그림 1-37)

제30류 : 쌀, 탈곡한 쌀, 통쌀, 으갠 보리, 탈곡한 보리, 통보리, 현미, 식빵, 쌀빵, 머핀, 소면국

수, 국수(그림 1-38)

제3개류로 구분하여 출원을 실시하면 차후에 상표를 관리하기가 용이하고 실제 사용 시 상품명에 따라 추가로(온알곡 + 식빵 등의 상품명)은 표기하면 되기 때문이다. 상표 출원은 2011년 11월에 최종 등록결정서를 얻을 수 있었으며 녹색 WG 제품과 가공품의 판매가 본격적으로 시작 될 경우 유사 제품들과 차별화 시킬 수 있는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

발송번호: 9-5-2012-003470610
발송일자: 2012.01.18

수신 대전광역시 서구 분산중로 136, 주은리더스텔 401호 플러스 국제특허법률사무소 (도산동)
관오사

302-826

YOUR INVENTION PARTNER
특 허 정
등록결정서



출원인명칭 충남대학교산학협력단 (출원번호: 220040084104)
주소 대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
대리인성명 관오사 외 2명
주소 대전광역시 서구 분산중로 136, 주은리더스텔 401호 플러스 국제특허법률사무소 (도산동)

출원번호 40-2011-0009792
상 품 (서 비 스 업) 류 제 5 류

이 출원은 등록결정합니다. (상표권은 등록료를 납부하여 실정등록함으로써 발생하게 됩니다.)
(관계법령: 상표법 제30조, 제41조)



출고번호: 40-2011-0082903 출고일자: 2011.11.09

그림 1-36. 온알곡 상표 등록 결정서(5류)

발송번호: 9-5-2012-003470755
발송일자: 2012.01.18

수신: 대전광역시 서구 둔산중로 138, 주원리더
스튜디오 401호 플러스 국제특허법률사무소
(둔산동)

권오석

302-828

YOUR INVENTION PARTNER
특 허 정
등록결정서



출 원 인 명 칭: 충남대학교산학협력단 (출원인코드: 220040084104)
주 소: 대전광역시 유성구 대학로 95 (공동, 충남대학교)
대 리 안 명 칭: 권오석 외 2명
주 소: 대전광역시 서구 둔산중로 138, 주원리더스튜디오 401호 플러스
국제특허법률사무소 (둔산동)

출 원 번 호: 40-2011-0009794
상 품 (서 비 스 약) 류 제 29 류

이 출원은 등록결정합니다. (상표권은 등록요를 만족하여 실용등록함으로써 발생하게 됩니
다.)
(권계법령: 상표법 제30조, 제41조)

참고: 상표권변이금지



(본 출원인의 상표권변이금지표는 출원서에 첨부된 상표권변이금지표와 동일할 수 있음을 참고하시기 바랍니다.)

공고번호: 40-2011-0082904 공고일자: 2011.11.09

그림 1-37. 온알곡 상표 등록 결정서(29류)

발송번호: 9-5-2012-003470001
발송일자: 2012.01.18

수신 대전광역시 서구 둔산중로 136, 주문리더
스튜디오 401호 플러스 국제특허법률사무소
(둔산동)

권오석

302-B28

YOUR INVENTION PARTNER

특 히 정
등록결정서



출 원 인 명 칭 충남대학교산학협력단 (출원번호: 220340084104)
주 소 대전광역시 유성구 대학로 99 (공동, 충남대학교)
대 리 인 명 칭 권오석 외 2명
주 소 대전광역시 서구 둔산중로 136, 주문리더스튜디오 401호 플러스
국제특허법률사무소 (둔산동)

출 원 번 호 40-2011-0009796
상 품 (서 비 스 업) 류 제 30 류

이 출원은 등록결정합니다. (상표권의 등록요를 납부하여 실정등록함으로써 발생하게 됩니다.)
(권계법령 : 상표법 제30조, 제41조)



권고번호 : 40-2011-0082905 권고일자 : 2011.11.09

그림 1-38. 온알곡 상표 등록 결정서(30류)

(2) 특허출원

녹색 WG 뿐만 아니라 부산물 활용 방안으로써 곡물 겨를 이용한 고 섬유소 누룽지 및 그 제조에 대한 연구와 개발을 통하여 특허 출원을 신청하였다. 곡물 겨는 고소한 맛을 지니고 있으며 식이섬유가 풍부하여 변비, 다이어트 및 콜레스테롤 흡수 저하에 도움을 주기 때문에 건강에 좋고 녹색 WG를 생산하면서 발생하는 부산물인 겨를 이용하여 생산 가능한 상품의 다양화가 이루어진다면 농가 소득 향상에 도움이 될 것으로 예상된다.

(가) 국내특허출원

① 발명의 명칭 : 곡물 겨를 이용한 고섬유소 누룽지 및 그 제조방법

- 출원인 : 충남대학교 산학협력단
- 출원국 : 대한민국
- 출원 번호 : 10-2011-0117614
- 발명자 : 황용수 · 구자형 · 이은명

② 발명의 명칭 : 녹색통곡물 가공을 위한 연속순환식 건조 시스템 및 그 건조방법

- 출원인 : 전주대학교 산학협력단
- 출원국 : 대한민국
- 출원번호 : 10-2011-0048280
- 발명자 : 서정덕 · 구자형 · 이은명

③ 전곡립을 첨가한 발효유의 제조방법

- 출원인 : 충남대학교 산학협력단
- 출원국 : 대한민국
- 출원번호 : 10-2011-0101707
- 발명자 : 남명수 · 배형철 · 구자형

(나) 해외 특허 출원

해외 전시 및 판매와 관련하여 준비 중 녹색 WG를 해당 국가에 반입하기 위해서는 그 나라의 특허가 필요하며 없을 경우에는 반입이 금지되는 등의 이유로 해외 특허 출원의 필요성이 제기되었다. 따라서 미국, 일본과 중국 등의 해외 홍보, 전시 및 판매를 위해 필요한 특허 출원을 준비 중에 있으며 우선적으로 일본, 미국 출원신청을 완료하였다(그림 1-39). 그림 1-40은 해외 식품점에서의 WG 제품 판매 상품을 나타낸 것으로 상품의 종류가 다양한 것을 알 수 있다.

① 발명의 명칭: 녹색 통곡물의 가공 및 대량생산 방법

- 출원국: 미국(출원번호 : 13/425885), 일본(출원번호 : 2011-256268)
- 출원인: 충남대학교 산학협력단
- 발명자: 구자형/이은명/허윤근/서정덕/조진웅/황용수/이병문

- 우선권 주장: 국내 출원 제 10-2011-0025776 호

特許番号: 11KR1101A 特願2011-256268 (Proof) 提出日: 平成23年11月24日 1/1
 【書名】 出願審査請求書
 【特許番号】 11KR1101A
 【提出日】 平成23年11月24日
 【あて先】 特許庁長官 岩井 良行 殿
 【出願の表示】
 【出願番号】 特願2011-256268
 【請求項の数】 13
 【請求人】
 【住所又は居所】 大韓民国, 305-764, 테ジョン, 유송노크, 클리드온
 220, 초얀 나ショナル 유니버시티
 【氏名又は名称】 인다스트리 앤드 아카데미ック 코퍼레이션 이
 언 초얀 나ショナル 유니버시티
 【代理人】
 【識別番号】 10008807
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 楠本 恭成
 【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 007412
 【納付金額】 170,000円

Electronic Acknowledgement Receipt	
EFS ID:	1235929
Application Number:	1342885
International Application Number:	
Confirmation Number:	7264
Title of Invention:	METHOD OF PROCESSING AND MASS-PRODUCING GREEN WHOLE GRAINS
First Named Inventor/Applicant Name:	Je-Hyeong KU
Customer Number:	23413
Filer:	James J. Merrick/Charmaine Deverport
Filer Authorized By:	James J. Merrick
Attorney Docket Number:	DFL0006US
Receipt Date:	21-MAR-2012
Filing Date:	
Time Stamp:	15:11:48
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)
Payment information:	
Submitted with Payment:	yes
Payment Type:	Credit Card
Payment was successfully received in RAM:	5530
RAM Confirmation Number:	1649
Deposit Account:	061130
Authorized User:	MORRICK,JAMES J.
The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows: - Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.117 (Patent application and reexamination processing fees) - Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)	

그림 1-39. 일본, 미국 특허 출원서



그림 1-40. 해외 시장의 WG 제품

II. 녹색 whole grain 용 쌀 생산을 위한 품종선발 및 재배

1. 적정 벼 품종선발

이앙시기에 따른 벼 품종들의 출수기를 살펴보면 5월 30일 이앙은 출수기가 8월 9일부터 8월 26일 사이에 출수하였다(표 2-1). 출수가 가장 벼 품종은 8월 9일에 출수한 신선찰벼가 가장 빨랐으며 생동찰벼가 8월 26일로 가장 늦게 출수하였다. 6월 20일 이앙했을 때의 출수기는 8월 20일부터 9월 6일 사이였는데 동진찰벼, 보석찰벼, 신선찰벼, 눈보라, 칠보벼 등이 8월 20일에 출수하였으며 생동찰벼가 9월 6일 출수로 가장 늦었다. 이앙시기에 따른 출수기 차이는 6월 20일 만식으로 약 4일에서 11일 정도 출수기가 지연되었는데 칠보벼가 출수기 지연이 4일로 가장 적었으며 생동찰벼와 신선찰벼가 11일 출수가 지연되었다. 벼 품종들의 초장은 만식으로 큰 차이를 보이지 않았지만 잎 및 줄기 건물중은 이앙시기에 의해 차이를 보였다. 이앙이 늦어짐에 따라 잎 건물중 감소를 보인 품종은 동진찰벼, 백옥찰벼, 눈보라 등이었으며, 반대로 잎 건물중이 증가한 품종들은 생동찰벼, 녹원찰벼, 칠보벼 등이었고 신선찰벼, 삼광벼, 황금노들, 추청벼, 호품벼 등은 이앙이 늦어도 잎 건물중 변화는 보이지 않았다. 줄기 건물중 역시 잎 건물중과 비슷한 경향을 보였는데 이앙이 늦어짐에 따라 동진찰벼, 보석찰벼, 삼광벼, 추청벼 등은 감소되었으나 생동찰벼, 녹원찰벼는 증가하는 경향을 보였으며 백옥찰벼, 신선찰벼, 황금노들, 호품벼, 칠보벼 등은 이앙시기가 늦어져도 줄기 건물중은 큰 변화를 보이지 않았다.

이앙시기에 따른 벼 품종들의 성숙기 이후의 수량 및 수량 구성 요소를 살펴보면(표 2-2) 이삭수는 m² 당 5월 30일 이앙은 414개의 칠보벼가 가장 많았으며 백옥찰벼가 224개로 가장 적었다. 또한 6월 20일 이앙은 칠보벼가 418개로 가장 많았으며 추청벼가 229개로 가장 적었다. 이앙시기 차이에 의한 이삭수 변화는 녹원찰벼, 백옥찰벼, 신선찰벼, 삼광벼, 눈보라, 칠보벼 등은 이삭수가 이앙이 늦어져도 큰 변화를 보이지 않았지만 동진찰벼, 생동찰벼, 확므노들, 추청벼, 호품벼는 이삭수가 감소되었고 이 중 추청벼가 약 26%의 이삭수 감소를 보였다. 단위면적당 벼알수 역시 이앙시기에 따라 변화를 보인 품종은 동진찰벼, 신선찰벼, 황금노들, 칠보벼 등이 감소되었지만 나머지 품종들은 벼알수가 크게 변하지 않았다. 등숙율의 경우 품종간에 다소 차이가 보였지만 대체적으로 5월 30일 이앙했을 때 80~90%의 등숙율을 보였으며 6월 20일 만식했을 때에도 5월 30일 이앙과는 큰 차이를 보이지 않았다. 품종 간에는 녹원찰벼가 등숙율이 76~78%로 가장 낮았다. 천립중도 등숙율과 비슷한 경향을 보였지만 생동찰벼의 경우 만식인 6월 20일에 28g으로 22g의 5월 30일의 이앙보다 다소 증가하는 경향을 보였다. 수량은 만식에 의해 일반적으로 감소하는 경향을 보였지만 칠보벼, 눈보라, 녹원찰벼는 각각 537g, 457g, 403g으로 수량이 증가하는 경향을 보였다.

표 2-1. 이앙시기에 따른 출수 후 벼 품종들의 출수기, 초장 및 biomass 변화

품종	이앙시기	출수기	초장			잎건물중			줄기건물중			전체건물중		
			10일	20일	30일	10일	20일	30일	10일	20일	30일	10일	20일	30일
동진찰벼	5.30	8.15	111	117	118	14.1	14.3	15.1	18.9	18.4	24.3	33.0	32.7	39.4
	6.20	8.20	109	110	109	14.5	9.7	8.7	19.3	17.9	14.2	33.8	27.6	22.9
생동찰벼	5.30	8.26	110	119	98	11.4	10.5	9.8	21.7	23.1	14.0	33.1	33.6	23.8
	6.20	9.6	118	117	117	18.8	14.8	11.5	20.4	27.4	18.5	39.2	42.2	30.0
보석찰벼	5.30	8.14	117	115	119	12.1	17.4	11.1	16.6	20.9	24.7	28.7	38.3	35.8
	6.20	8.20	123	120	121	15.7	11.5	8.2	21.3	13.1	14.4	37.0	24.6	22.6
녹원찰벼	5.30	8.19	133	132	129	13.6	8.8	1.3	21.6	15.3	7.9	35.2	24.1	9.2
	6.20	8.30	120	127	128	8.0	9.0	8.3	13.4	15.6	14.0	21.4	24.6	22.3
백옥찰벼	5.30	8.21	131	122	126	24.8	16.9	13.6	25.7	26.0	19.4	50.5	42.9	33.0
	6.20	8.26	130	130	122	8.2	12.2	9.3	10.9	18.4	19.9	19.1	30.6	29.2
신선찰벼	5.30	8.9	111	117	119	11.5	8.5	7.6	20.9	13.4	21.6	32.4	21.9	29.2
	6.20	8.20	114	121	123	14.6	6.5	9.5	20.2	13.4	17.5	34.8	19.9	27.0
삼광벼	5.30	8.13	120	120	123	9.7	17.9	10.2	21.4	24.5	21.5	31.1	42.4	31.7
	6.20	8.22	115	115	116	8.2	10.6	10.5	12.9	14.1	16.9	21.1	24.7	27.4
눈보라	5.30	8.14	115	130	129	15.4	19.8	15.3	25.2	27.2	24.0	40.6	47.0	39.3
	6.20	8.20	112	113	118	15.0	9.5	7.1	18.1	11.7	17.0	33.1	21.2	24.1
황금노들	5.30	8.15	113	117	110	11.5	11.2	7.7	19.0	13.4	14.9	30.5	24.6	22.6
	6.20	8.23	109	112	120	10.3	10.1	6.8	12.5	17.5	12.9	22.8	27.6	19.7
추청벼	5.30	8.16	115	115	116	11.0	11.1	7.4	17.1	17.3	22.8	28.1	28.4	30.2
	6.20	8.21	126	136	135	12.9	10.7	6.4	19.3	16.9	16.2	32.2	27.6	22.6
호품벼	5.30	8.15	100	103	109	11.1	9.9	7.1	16.0	14.0	12.8	27.1	23.9	19.9
	6.20	8.23	108	107	108	7.4	9.1	8.0	8.8	11.5	11.6	16.2	20.6	19.6
칠보벼	5.30	8.16	102	106	109	8.8	15.0	5.3	14.4	24.6	13.0	23.2	39.6	18.3
	6.20	8.20	108	124	109	12.7	11.0	10.0	18.0	13.9	15.4	30.7	24.9	25.4

표 2-2. 이앙시기에 따른 벼 품종별 수량 및 수량구성요소 변화

품종	이앙시기	이삭수(m ²)	벼알수		천립중	수량(g m ²)
			(1,000 x m ²)	등숙율 (%)		
동진찰벼	5.30	361±26	39.2±1.6	92.0±2.7	32.5±1.3	420
	6.20	321±26	38.8±3.4	96.5±1.2	31.5±2.0	380
생동찰벼	5.30	334±49	30.0±8.0	86.3±3.9	22.8±3.7	376
	6.20	317±11	27.0±2.0	83.2±4.3	28.0±2.6	371
보석찰벼	5.30	233±30	25.1±2.0	89.8±3.8	30.1±1.2	410
	6.20	233±45	24.7±3.1	93.3±4.2	27.7±4.6	396
녹원찰벼	5.30	277±11	34.8±1.1	78.5±5.7	22.7±4.3	379
	6.20	282±16	33.6±2.1	76.2±5.7	26.4±1.2	403
백옥찰벼	5.30	224±37	23.6±4.6	93.0±1.9	33.4±1.3	438
	6.20	233±30	28.6±4.5	96.5±0.8	32.8±1.0	434
신선찰벼	5.30	326±16	40.7±2.7	92.3±0.7	26.6±4.8	469
	6.20	304±16	30.5±5.2	92.6±3.4	27.0±1.1	420
삼광벼	5.30	334±32	40.5±5.5	91.9±1.7	29.2±2.7	453
	6.20	339±18	38.7±2.5	96.8±1.7	28.3±1.6	454
눈보라	5.30	282±40	30.1±4.5	89.1±2.6	31.1±0.8	424
	6.20	312±32	34.1±4.0	95.5±1.7	33.8±0.8	457
황금노들	5.30	282±22	35.2±2.5	93.6±2.6	28.8±4.2	453
	6.20	277±10	27.7±2.7	90.6±2.9	32.0±1.6	439
추청벼	5.30	308±20	31.4±2.3	90.5±2.3	25.4±1.6	437
	6.20	229±22	29.8±2.4	93.7±1.9	26.3±0.9	356
호품벼	5.30	321±11	36.7±2.9	90.7±0.8	30.0±1.1	463
	6.20	286±46	34.7±3.3	94.6±1.4	28.9±2.3	435
칠보벼	5.30	414±47	43.2±5.9	92.4±2.4	26.0±1.6	503
	6.20	418±50	36.8±3.7	95.4±2.4	27.7±3.3	537

한편, 출수 후 15일, 25일 및 40일째의 현미의 천립중을 살펴보면 6월 20일 이앙했을 때 5월 30일 이앙한 것 보다 일반적으로 감소되는 경향을 보였지만 동진찰벼, 보석찰벼, 백옥찰벼, 신선찰벼, 눈보라, 황금노들 및 칠보벼는 저하되지 않거나 다소 증가하는 경향을 보였다. 이앙에 의한 천립중 감소는 생동찰벼가 가장 크게 감소되었다. 현미 수량 역시 천립중의 경향과 비슷하였다. 출수 일수에 따른 색체를 살펴보면 녹색 WG쌀로 이용 가능한 시기는 대체적으로 출수 후 15~25일 사이에 적합하다고 할 수 있는데 품종별로 녹색 WG쌀 용 수확시기를 살펴보면 동진찰벼는 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~25일 사이가 가장 적당하며 생동찰벼는 5월 30일 이앙할 경우 출수 후 20~25일이 적당하지만 6월 20일 이앙일 경우 수량 확보가 문제가 될 것으로 보인다(표 2-3, 그림 2-1).

표 2-3. 이앙시기에 따른 벼품종들의 출수 후 일수에 따른 천립중 및 현미 수량 변화

품종	이앙시기	천립중(g)			현미수량 (g m ²)		
		15일	25일	40일	15일	25일	40일
동진찰벼	5.30	14.7	20.3	21.6	286	395	420
	6.20	16.8	19.3	21.1	303	348	380
생동찰벼	5.30	9.7	16.6	16.9	216	369	376
	6.20	7.5	9.6	12.7	219	280	371
보석찰벼	5.30	15.8	20.9	21.4	303	400	410
	6.20	16.3	22.3	22.7	284	389	396
녹원찰벼	5.30	12.4	15.8	16.6	283	361	379
	6.20	9.2	12.2	15.5	239	317	403
백옥찰벼	5.30	11.5	19.6	21.7	232	396	438
	6.20	12.5	19.4	20.1	270	419	434
신선찰벼	5.30	19.0	19.1	19.2	464	467	469
	6.20	19.7	20.1	19.4	414	415	420
삼광벼	5.30	16.0	19.7	20.4	355	437	453
	6.20	12.6	19.6	19.9	287	447	454
눈보라	5.30	17.8	23.8	24.9	303	405	424
	6.20	16.0	24.6	24.4	300	461	457
황금노들	5.30	10.8	18.2	21.3	220	370	475
	6.20	9.2	19.4	21.4	189	398	439
추청벼	5.30	13.3	18.4	19.5	298	412	437
	6.20	10.6	17.0	18.3	206	331	356
호품벼	5.30	14.0	20.3	21.7	299	433	483
	6.20	12.6	19.6	19.9	275	428	435
칠보벼	5.30	15.2	21.6	21.3	359	510	503
	6.20	14.8	22.2	21.2	375	512	537

보석찰벼는 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~25일경이 적당하며 6월 20일 이앙재배는 출수 후 20~25일이 적합하게 보였다. 녹원찰벼는 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~25일경이 적합하지만 6월 20일 이앙은 색상의 변색이 심하여 적합하지 않았으며 백옥찰벼는 5월 30일 이앙할 경우 출수 후 15~20일경이 적합하며 6월 20일 이앙은 출수 후 15~25일이 적합하였다. 또한 신선찰벼는 5월 30일 및 6월 20일 이앙 모두 출수 후 15~20일경 수확이 적합하였으며 삼광벼는

5월30일 및 6월 20일 이앙할 경우 모두 출수 후 15~20일경이 수확시기로 적합하였다. 눈보라, 황금노들 및 추청벼는 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~20일경이 수확적기로 보였으며 호품벼는 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~20일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수 후 20~25일이 수확적기로 보였고 칠보벼는 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~25일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수 후 15~20일경이 수확적기로 보였다.

이상의 결과를 종합할 때 녹색 WG쌀에 적합한 벼 품종은 찰벼는 5월30일 이앙재배일 경우 동진찰벼, 생동찰벼, 보석찰벼, 신선찰벼가 적합하고 6월 20일 이앙재배는 보석찰벼, 백옥찰벼, 신선찰벼가 적합하였으며 메벼일 경우 5월 30일 이앙재배는 삼광벼, 눈보라, 칠보벼가 적합하고 6월 20일 이앙재배일 경우 황금노들, 호품벼, 칠보벼가 적합하였다.

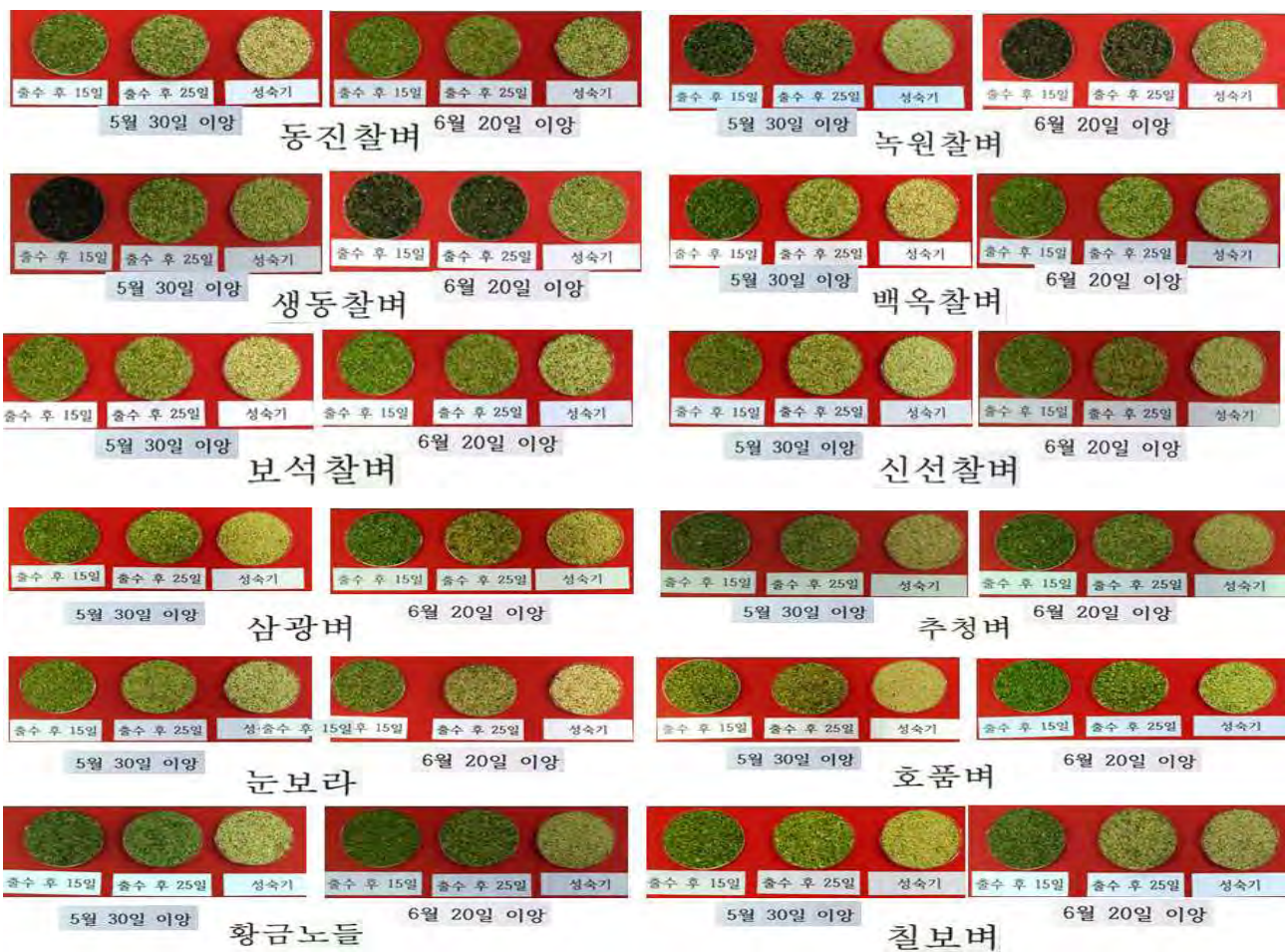


그림 2-1. 벼품종들의 이앙시기와 출수 후 15일, 25일 및 40일째의 녹색 WG쌀의 특성변화

2. 이앙시기 및 질소시비량에 따른 녹색 WG쌀 수확시기 선정

이앙시기에 따른 벼 품종들의 출수기를 살펴보면 5월 30일 이앙은 출수기가 8월 1일부터 8월 31일 사이에 출수하였다(표 2-4).

표 2-4. 이앙시기 및 질소 처리가 몇가지 벼 품종의 출수기 및 수량관련요소

이앙 시기	질소 처리	품종	출수기 (월.일)	이삭수 (m ²)	주당이삭수 (no)	벼알수 (no.)	등숙율 (%)	천립중 (1000 grain W.T g)
5.30	9kg/10a	호품	8.2	342	14	47.4	96.8	24.0
		운광	8.3	317	13	47.1	96.3	27.8
		신선찰	8.14	397	16	48.9	97.9	23.8
		백옥찰	8.3	342	14	44.6	94.0	32.1
	18kg/10a	호품	8.2	367	15	51.3	96.0	28.0
		운광	8.1	315	13	46.7	95.2	26.4
		신선찰	8.12	297	12	37.3	95.4	25.7
		백옥찰	8.3	392	16	51.8	94.9	29.5
6.20	9kg/10a	호품	8.31	377	15	48.2	97.1	26.0
		운광	8.22	337	14	44.9	91.1	26.4
		신선찰	8.26	512	21	46.5	95.0	23.7
		백옥찰	8.2	375	15	46.5	92.2	30.1
	18kg/10a	호품	8.31	415	17	51.7	96.1	27.0
		운광	8.22	340	14	42.3	93.0	26.1
		신선찰	8.25	372	15	43.1	94.4	24.7
		백옥찰	9.2	315	13	40.4	91.4	29.9

표 2-5. 이앙시기 및 질소처리 수준에 따른 벼 품종들의 생육특성

이앙시기	질소처리	품종	엽면적		잎건물중		줄기건물중		전체건물중	
			15일	25일	15일	25일	15일	25일	15일	25일
5.30	9kg/10a	호품	19.3±3.8	21.4±3.3	9.1±1.4	9.7±1	18.4±2.5	22.7±2.7	27.5±3.4	32.4±2.9
		운광	14.6±4.4	17.0±2.9	8.8±2.0	5.4±0.9	15.6±3.3	11.1±2.0	24.4±4.1	16.5±2.9
		신선찰	21.5±7.8	19.4±4.1	7.4±2.1	7.9±2.2	14.5±4.1	21.1±6.4	21.9±6.1	29.0±6.2
		백옥찰	29.1±5.2	21.7±5.5	11.1±1.8	11.9±2.8	29.6±4.7	30.4±3.7	40.7±6.0	42.3±5.5
	18kg/10a	호품	29.7±5.8	36.8±12	14.1±3.5	15.1±3.1	20.4±3.7	24.4±2.8	34.5±4.2	39.5±4.3
		운광	19.0±5.3	20.0±3.6	8.7±2.5	9.4±3.0	11.5±2.6	11.1±3.3	20.1±2.4	20.5±4.9
		신선찰	27.9±5.4	22.8±6.8	6.2±1.6	7.4±1.8	11.5±2.9	20.0±6.5	17.7±4.5	27.3±8.0
		백옥찰	36.2±6.0	26.4±4.4	12.6±3.4	19.2±5.2	32.2±3.9	27.1±6.5	44.8±6.0	46.2±11
6.20	9kg/10a	호품	20.2±3.1	17.2±2.5	7.0±1.8	10.4±1.8	12.2±2.6	16.1±1.0	19.2±4.2	26.5±2.4
		운광	24.6±6.0	23.3±4.6	8.4±2.9	5.5±1.2	13.3±4.1	37.9±4.2	21.7±6.9	43.4±4.7
		신선찰	22.4±4.6	17.6±4.1	7.9±1.2	18.4±7.5	12.7±3.4	35.4±13.3	20.6±3.7	53.7±15.8
		백옥찰	23.6±5.2	18.5±5.1	11.6±2.3	14.8±2.8	29.2±8.7	23.2±4.3	40.9±9.9	37.9±6.8
	18kg/10a	호품	28.5±6.5	27.9±7.9	10.9±3.8	11.6±2.3	19.8±8.4	21.8±4.8	30.8±12.1	33.5±6.8
		운광	15.5±4.4	24.1±7.6	7.1±2	28.0±2.6	14.7±4.5	18.1±6.1	21.8±6.4	46.1±8.1
		신선찰	25.4±7.0	19.5±7.1	10.2±2.3	12.3±2.8	16.9±4.3	37.3±9.3	27.1±6.5	49.6±11.8
		백옥찰	38.1±6.0	28.0±6.1	10.8±4.1	17.9±4.3	24.6±4.1	32.4±6.2	35.4±11.2	50.4±9.0

출수가 가장 빠른 품종은 8월 1일에 질소함량을 2배 시비한 운광벼가 가장 빨랐으며 표준 질소함량을 시비한 백옥찰벼가 가장 늦게 출수하였다.

6월 20일 이앙했을 때의 출수기는 8월 22일부터 9월 2일 사이였는데 질소함량의 차이 없이 운광벼가 가장 먼저 출수하였으며 질소함량의 차이 없이 백옥찰벼가 9월 2일로 출수가 늦었다. 이앙시기에 따른 출수기 차이는 6월 20일 만식으로 약 3일에서 20일 정도 출수기가 지연되었는데 백옥찰벼가 출수기 지연이 약 3일 정도가 가장 적었으며 호품벼는 약 20일 출수가 지연되었다.

이삭수는 5월 30일 이앙에서 표준질소함량일 때는 397개로 신선찰벼가 가장 많았으며 운광벼가 317개로 가장 적었다. 질소함량이 2배일 때는 392개로 백옥찰벼가 가장 많았으며 신선찰벼가 297개로 가장 적었다. 또한 6월 20일 이앙에서 표준질소함량일 때는 512로 신선찰벼가 가장 많았으며 운광벼가 337개로 가장 적었으며 질소함량이 2배일 경우에는 415개로 호품벼가 가장 많았고 백옥찰벼가 315개로 가장 적었다. 질소함량에 따른 이삭수 변화는 질소함량이 2배일 경우 호품벼가 증가를 볼 수 있고 신선찰벼는 감소를 보였다. 운광벼와 백옥찰벼는 큰 변화를 보이지 않았다. 이앙시기에 따른 이삭수 변화는 백옥찰벼는 이앙시기가 늦어짐에 따라 변화를 보이지 않았지만 운광벼는 이삭수가 감소되었고 호품벼와 신선찰벼는 증가하는 경향을 보였다. 단위면적당 벼알수 역시 질소함량이 2배일 경우에는 호품벼는 다소 증가하고 운광벼와 신선찰벼는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이앙시기가 늦어짐에 따라 벼알수는 호품벼는 증가하고 운광벼는 다소 감소하는 경향을 보였다. 등숙율은 전체적으로 이앙시기가 늦어짐에 따라 다소 낮음 등숙률을 보이고 있다. 천립중은 질소함량이 2배일 경우 호품벼, 신선찰벼는 보다 높은 경향을 보이고 있으나 운광벼, 백옥찰벼는 다소 적은 경향을 보였다. 만식일 경우 운광벼와 백옥찰벼, 신선찰벼는 감소하는 경향을 보였지만 호품벼는 큰 변화를 보이지 않았다. 수량은 질소함량이 많을 때 호품벼는 수량의 증가를 볼 수 있었고 운광벼, 신선찰벼는 감소하는 경향을 보였다. 이앙시기가 늦어짐에 따라서 호품벼와 신선찰벼는 수량이 증가되었지만 운광벼는 감소하는 경향을 보였다.

벼 품종들은 잎면적, 잎 및 줄기 건물중은 이앙시기 질소함량에 의해 차이를 보였다(표 2-5). 질소함량에 따라 질소시비를 2배 하였을 경우 호품벼, 신선찰벼, 백옥찰벼가 잎면적이 넓었으며, 운광벼는 질소시비량에 따라 잎면적 변화를 보이지 않았다. 잎건물중과 줄기건물중은 역시 비슷한 경향을 보였는데 질소함량이 2배 일 때, 호품벼, 백옥찰벼는 잎건물중과 줄기건물중이 증가하는 경향을 보이고 있으며 운광벼와 신선찰벼는 질소함량이 증가하여도 건물중은 큰 변화를 보이지 않았다. 이앙이 늦어짐에 따라서 신선찰벼는 잎면적, 잎건물중, 줄기건물중이 증가하는 변화를 보였고 운광벼는 잎면적은 증가되었지만 잎건물중과 줄기건물중에는 큰 변화가 없었다.

반대로 이앙시기가 늦어짐에 따라 호품벼의 잎면적, 잎건물중, 줄기건물중은 줄어드는 경향을 보였으며 백옥찰벼는 이앙시기에 큰 변화를 보이지 않았으며 백옥찰벼는 다른 품종들에 비하여 잎면적, 잎 건물중, 줄기건물중이 더 높음을 볼 수 있었다.

출수 후 15~25일 사이에 수확할 경우 녹색 WG쌀로 이용할 수 있는데 출수 후 15일 의 천립중을 살펴보면 5월 30일 이앙은 질소시비량이 9kg일 때 16.5g였으며 18kg의 질소를 시비하면 15.8g을 보였다. 6월 20일 만과는 9kg질소시비는 16.5g, 18kg의 질소 시비는 16.6g을 보였다. 품종별 천립중은 호품벼가 가장 컸으며 신선찰벼가 백옥찰벼보다 천립중이 높았다. 출수 후 25일째의 천립중은 20.3~20.9g을 보였으며 40일째의 천립중은 22.8~23.6g을 나타내었다. 녹색 WG

쌀의 수량을 보면 출수 후 15일의 경우 5월 30일 이앙했을 때 9kg 질소 시비로 약 153kg을 보였고 18kg의 질소시비로 189kg의 수량을 보였다. 그리고 6월 20일 이앙은 9kg을 시비하여 125kg을 나타내었고 18kg의 질소시비로 약 172kg을 보였다(표 2-6).

표 2-6. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 천립중 및 현미 수량

이앙시기	질소처리	품종	천립중(g)			현미수량(g m ²)				
			15일	25일	40일	15일	25일	40일		
5.30	9kg/10a	호품	19.8	20.8	22.7	216	346	357		
		운광	15.8	22.5	24.4	115	243	326		
		신선찰	15.8	17.6	20.5	111	227	348		
		백옥찰	14.7	20.2	26.1	173	216	373		
		평균	16.5	20.3	23.4	153	258	351		
		호품	18.2	19.1	23.8	238	222	430		
	18kg/10a	운광	15.8	23.5	23.3	169	205	351		
		신선찰	15.3	19.9	23.3	143	252	386		
		백옥찰	14.2	21.0	23.8	209	367	459		
		평균	15.8	20.9	23.6	189	261	406		
		6.20	9kg/10a	호품	18.1	22.4	23.4	194	487	413
				운광	16.9	17.7	22.8	109	225	304
신선찰	16.5			20.6	21.1	90	274	311		
18kg/10a	백옥찰		14.8	20.9	24.1	109	233	277		
	평균		16.57	20.4	22.9	125	304	326		
	호품		17.5	21.6	23.9	211	412	492		
18kg/10a	운광	17.9	19.5	22.7	143	317	314			
	신선찰	16.5	20.7	20.6	139	255	377			
	백옥찰	14.5	20.6	23.8	198	264	386			
	평균	16.6	20.6	22.8	172	312	392			

출수 후 15일, 25일 그리고 40일재의 잎과 줄기의 조단백질 함량을 살펴보면 이앙시기가 5월 30일일 때 출수 후 15일째에 질소시비량이 9kg일 경우 평균 12.94%를 보였으며 18kg을 시비는 16.16%를 보였다. 그 이후는 점차 감소되어 출수 후 25일째는 8.26%와 11.58%를 보였고 출수 후 40일째는 4.72%와 6.00%를 보였다(표 2-7). 6월 20일 이앙은 질소시비량이 9kg이 약 11.43%였으며 18kg의 질소시비가 14.13%를 나타내었다. 25일과 40일재의 단백질 함량은 9kg을 시비하면 각각 7.30%와 6.93%를 보였으며 18kg의 질소시비는 9.81%와 9.59%를 보였다. 가용무질소함량을 보면 잎의 경우 5월 30일 이앙하였을 때 9kg 질소시비가 출수 후 15일에 약 37.83%였으며 18kg의 질소시비는 38.74%를 보였다. 6월 20일 이앙은 9kg과 18kg 질소 시비가 각각 38.78%와 39.44%를 나타내었다. 줄기는 잎보다 다소 높은 가용무질소 함량을 보였는데 5월 30일 이앙했을 경우 출수 후 15일째에 9kg과 18kg의 질소처리로 각각 42.12%와 41.38%를 보였으며 6월 20일 이앙은 9kg과 18kg의 질소 시비로 각각 44.18%와 47.24%를 나타내었다. 한편 이앙시기와 질소시비량을 달리했을 때 녹색 WG쌀의 색상을 살펴보면 호품벼는 6월 20일의 만식재배보다 5월 30일 적기재배가 출수 후 15~25일의 녹색이 더 선명하게 나타났고 표준 시비량의 질소 시비보다는 18kg의 시비량 조건에서 녹색이 더 선명하게 나타났다(그림 2-2).

백옥찰벼도 역시 호품벼와 비슷한 색상을 보였는데 특히 6월 20일의 질소 2배량(18kg) 시비 수준에서 녹색도가 더욱 선명하게 나타났다. 따라서 녹색 WG쌀로 이용하고자 할 때는 질소시비 수준을 높게 하여 재배해야 할 것으로 생각된다.



그림 2-2. 이앙시기와 질소시비량에 의한 몇가지 벼 품종들의 출수 후 일수에 따른 녹색 WG쌀

표 2-7. 이앙시기와 질소처리 수준에 따른 벼 품종들의 출수 후 일수에 따른 조단백질 함량과 가용무질소물 함량 변화

이앙시기	질소처리	품종	조단백질						가용무질소물					
			잎			줄기			잎			줄기		
			15일	25일	40일	15일	25일	40일	15일	25일	40일	15일	25일	40일
5.30	9kg/10a	호품	9.88	7.57	4.96	2.46	2.02	2.96	38.68	40.40	45.38	40.86	43.01	51.47
		운광	15.82	8.55	5.10	5.79	2.65	2.54	36.64	39.85	44.42	40.47	38.45	39.11
		신선찰	9.54	8.94	4.27	3.00	2.98	2.49	37.36	40.83	42.27	40.62	40.69	50.85
		백옥찰	16.52	7.99	4.57	2.67	2.13	2.18	38.62	42.20	42.95	46.53	52.79	51.56
		평균	12.94	8.26	4.72	3.48	2.44	2.54	37.83	40.82	43.76	42.12	43.74	48.25
	18kg/10a	호품	10.21	16.13	6.47	5.02	3.02	2.57	44.01	34.29	42.82	43.54	40.49	42.18
		운광	15.89	9.03	4.20	5.30	2.86	2.88	32.48	42.21	42.83	35.61	41.85	45.15
		신선찰	24.44	10.84	6.29	2.97	3.62	3.95	41.49	43.05	44.10	39.62	40.99	49.88
		백옥찰	14.09	10.32	7.04	4.87	3.41	3.51	37.00	41.96	46.31	46.74	53.30	53.42
		평균	16.16	11.58	6.00	4.54	3.23	3.23	38.74	40.38	44.02	41.38	44.16	47.66
6.20	9kg/10a	호품	13.12	6.62	9.90	3.07	2.54	2.87	36.74	45.20	38.78	44.68	51.60	51.85
		운광	12.55	8.06	6.11	3.20	3.01	3.12	39.73	44.09	44.10	44.11	45.16	47.98
		신선찰	10.67	8.04	5.33	3.09	2.83	2.84	40.28	42.31	44.27	39.98	47.19	50.53
		백옥찰	9.39	6.46	6.36	3.62	4.77	2.27	38.38	46.31	43.75	47.95	47.76	53.35
		평균	11.43	7.30	6.93	3.25	3.29	2.78	38.78	44.48	42.73	44.18	47.93	50.93
	18kg/10a	호품	16.72	7.92	13.64	4.56	3.98	3.02	37.62	46.26	37.74	46.00	45.95	53.69
		운광	11.26	9.46	7.93	2.42	3.95	3.72	45.34	40.44	43.54	48.71	45.91	49.74
		신선찰	16.06	9.63	6.29	5.52	3.63	3.65	35.55	46.66	46.70	42.56	51.20	53.61
		백옥찰	12.47	12.22	10.50	2.91	2.75	3.53	39.25	39.44	43.51	51.69	49.52	49.41
		평균	14.13	9.81	9.59	3.85	3.58	3.48	39.44	43.20	42.87	47.24	48.15	51.61

3. 일반성분 및 품질 특성

이양시기 및 질소처리에 따른 생육조사는 표 2-8과 같다. 운광벼는 5월 30일 이양의 9kg/10a의 질소시비에는 7월 31일에 출수하여 출수일수는 63일, 5월 30일 이양의 18kg/10a 질소시비에는 7월 29일에 출수하여 출수일수는 61일이었고, 6월 20일 이양은 질소시비량에 관계없이 8월 11일에 각각 출수하여 출수일수는 53일이였다. 호품벼는 5월 30일 이양은 질소시비량에 관계없이 8월 13일에 각각 출수하여 출수일수는 79일이였고, 6월 20일 이양의 5월 30일 이양의 9kg/10a의 질소시비에는 8월 22일에 출수하여 출수일수는 65일이였고, 6월 20일 이양의 18kg/10a 질소시비에는 8월 21일에 출수하여 출수일수는 64일이였다.

신선찰벼는 5월 30일 이양의 9kg/10a의 질소시비수준에서 8월 4일에 출수하여 출수일수는 66일, 5월 30일 이양의 18kg/10a 질소시비수준에서는 8월 3일에 출수하여 출수일수는 65일이였고, 6월 20일 이양시기의 9kg/10a의 질소 시비 수준에는 8월 16일에 출수하여 출수일수는 57일이였고 6월 20일 이양시기의 18kg/10a 질소 시비 수준에서는 8월 15일에 출수하여 출수일수는 56일을 보였다.

백옥찰벼는 5월 30일 이양의 9kg/10a의 질소시비수준에서 8월 19일에 출수하여 출수일수는 81일, 5월 30일 이양의 18kg/10a 질소시비수준에서는 8월 18일에 출수하여 출수일수는 80일이였고, 6월 20일 이양시기에서 질소시비량에 관계없이 8월 25일에 출수하여 출수일수는 66일이였다. 이양시기가 늦어질수록 출수 일수는 단축되었으며 단축 정도는 신선찰벼에 비해 백옥찰벼에서 큰 것으로 나타났으며 질소시비량에 따른 차이는 없었다. 품종간의 출수 일수의 단축 정도의 차이를 보인 것은 숙기의 생태적인 원인에 따른 것으로 보인다.

메벼 중에서 조생종인 운광벼의 만과 재배시 출수기간은 10일 짧아졌고, 간장은 10.4cm, 수장은 0.1cm 짧아졌고, 엽면적지수는 0.2 낮아지는 결과를 나타냈다. 중, 만생종인 호품벼의 만과 재배시 출수기간은 12일 짧아졌고, 간장은 7cm 증가하였으나 수장은 0.8cm 짧아졌다. 이양에서 출수까지 본답 생육일수는 이양시기가 늦어질수록 짧아지는 경향이 있었다. 이는 평균기온이 상승하고 일장이 짧아졌기 때문이라고 보고 있다. 찰벼 중에서 조생종인 신선찰벼의 만과 재배시 출수기간은 9일 짧아졌고, 간장은 4.2cm, 수장은 1.5cm 커졌고, 엽면적지수는 0.6 감소하는 결과를 나타냈다. 중, 만생종인 백옥찰벼의 만과재배시 간장은 3cm, 수장은 0.4cm 증가를 보였다. 품종의 특성상 신선찰벼보다 간장, 수장이 커 도복의 위험성이 나타났다.

질소함량에 따라 질소시비를 2배 하였을 경우 호품벼, 신선찰벼, 백옥찰벼가 잎면적지수가 증가하였다. 초장의 경우 질소시비를 2배 하였을 때 모든 품종에서 초장, 간장, 수장이 증가하였고, 간장은 백옥찰벼를 제외한 나머지 벼는 질소시비를 2배 하였을 때 증가하였다. 수장은 질소시비를 2배 하였을 때 호품벼와 백옥찰벼에서만 증가하였고, 운광벼와 신선찰벼는 감소하였다.

표 2-8. 이앙시기 및 질소 처리에 따른 벼 품별별 생육특성

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수기 (월,일)	간장 (cm)	수장 (cm)	출수기간 (일)	이앙 후 출수기 의 평균온 도(°C)	적산온도(°C)						등숙기 적산온도 (°C)	엽면적 지수 (LAI)
								DAH ^a)	DAH15	DAH20	DAH25	DAH30	DAH4 0		
호품벼	5.30	9	8.13	67.3	15.3	75.0	24.9	1923.5	2322.6	2441.8	2555.1	2664.3	2860.6	937.1	5.2
		18	8.13	71.3	15.8	75.0	24.9	1923.5	2322.6	2441.8	2555.1	2664.3	2860.6	937.1	5.8
	6.20	9	8.22	74.3	14.5	63.0	26.3	1735.0	2098.3	2207.6	2308.7	2405.6	2592.0	857.0	4.9
		18	8.21	75.3	14.8	62.0	26.3	1712.6	2075.9	2185.2	2286.3	2383.2	2569.6	857.0	5.6
운광벼	5.30	9	7.31	73.8	20.0	62.0	24.9	1569.3	1999.3	2135.6	2255.9	2384.9	2612.3	1043.0	5.3
		18	7.29	76.4	22.3	60.0	24.7	1509.6	1946.1	2079.9	2206.9	2337.7	2570.0	1064.4	5.8
	6.20	9	8.11	84.2	20.1	52.0	26.6	1624.8	1754.4	1892.1	2014.3	2138.4	2365.0	740.2	5.1
		18	8.11	89.0	17.7	52.0	26.6	1624.8	1754.4	1892.1	2014.3	2138.4	2365.0	740.2	5.4
백옥찰벼	5.30	9	8.19	87.2	20.4	81.0	25.7	2108.9	2482.2	2592.2	2700.1	2796.5	2992.7	883.8	5.8
		18	8.18	87.0	28.1	80.0	25.6	2079.9	2456.8	2570.0	2679.1	2775.7	2973.7	893.8	6.1
	6.20	9	8.25	90.2	20.8	66.0	26.4	1986.1	2342.5	2449.5	2546.9	2644.4	2826.2	840.1	5.5
		18	8.25	95.0	21.7	66.0	26.4	1986.1	2342.5	2449.5	2546.9	2644.4	2826.2	840.1	6.3
신선찰벼	5.30	9	8.4	83.6	14.9	66.0	24.7	1703.2	2119.0	2239.6	2374.0	2492.3	2710.2	1007.0	5.4
		18	8.3	88.5	14.1	65.0	25.1	1681.0	2096.8	2217.4	2351.8	2470.1	2688.0	1007.0	6.2
	6.20	9	8.16	87.8	16.4	57.0	26.6	1574.8	1958.8	2078.1	2185.4	2289.8	2485.0	910.2	4.8
		18	8.15	91.1	14.7	56.0	26.6	1552.6	1936.6	2055.9	2163.2	2267.6	2462.8	910.2	5.2

^{a)}DAH : 출수 후 일수

품종별 이앙시기에 따른 수량은 표 2-9와 같다. 운광벼의 경우 만파 재배시 면적당 이삭수, 수당립수, 등숙률, 천립중, 수량 모두 낮아지는 결과를 나타냈다. 호품벼 역시 만파 재배시 현미의 수량이 $668.6\text{g}/\text{m}^2$ 에서 $655.1\text{g}/\text{m}^2$ 으로 낮아 졌으나 운광벼에 비해 낮은 감소량을 보였다. 신선찰벼의 경우 만파재배시 현미의 수량이 $613.8\text{g}/\text{m}^2$ 에서 $618.7\text{g}/\text{m}^2$ 으로 조금 높음을 보였으며, 백옥찰벼의 경우 만파재배시 수량은 $46.38\text{g}/\text{m}^2$ 낮아지는 결과를 나타냈다.

질소시비에 따라서는 이삭당 이삭 꽃수, 등숙률, 천립중 차이를 보였다. 질소시비량에 높음에 따라 이삭당 이삭 꽃수는 높아지고, 등숙률과 천립중은 낮게 조사되었다.

현미수량은 품종과 이앙시기에 많은 영향을 보였다. 이앙시기가 늦음에 따라 수량이 줄어들었고 질소시비량에 따라서는 현미수량에 영향을 미치지 않았다.

단위면적당 이삭수는 질소처리 9kg/10a 일 때는 328.6 로 호품벼와 신선찰벼가 가장 많았으며 백옥찰벼가 277.5 로 가장 적었다. 질소함량이 2배일 때는 350.8개로 신선찰벼가 가장 많았으며 운광벼가 281.9개로 가장 적었다. 1주당 이삭수는 질소함량이 2배일 경우에는 운광벼, 신선찰벼, 백옥찰벼가 다소 증가하고 호품벼는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이삭당 개체수는 모든 품종에서 질소함량이 2배일 경우 증가하였다. 천립중은 질소함량이 2배일 경우 모든 품종에서 감소하는 경향을 보이고 있다. 현미수량은 질소함량이 2배일 때 수량이 증가함을 볼 수 있었다.

이상의 결과를 종합하면 호품벼와 운광벼는 만파 재배시 이앙 후 출수기까지의 기간은 단축하였으나 메벼 중에 호품벼, 찰벼 중에 신선찰벼의 경우가 운광벼, 백옥찰벼보다 현미수량의 감소가 적어 만파재배로써 적합한 품종으로 보인다.

표 2-9. 이앙시기 및 질소 처리에 따른 벼 품별별 수량

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	주당이삭 수 (no)	이삭수 (m2)	영화수 (no)	등숙률 (%)	천립중 (g)	현미수량 (g/m2)
호품벼	5.30	9	13.8	306.4	101.3	89.4	24.1	668.6
		18	14.3	317.5	106.5	88.0	22.9	681.3
	6.20	9	14.3	317.5	95.4	90.5	23.9	655.1
		18	14.2	315.2	100.4	88.5	23.1	647.0
운광벼	5.30	9	14.8	328.6	98.0	87.3	24.3	683.1
		18	15.2	337.4	100.0	84.0	23.9	677.4
	6.20	9	14.3	317.5	93.0	86.2	22.7	577.7
		18	14.1	313.0	97.0	83.8	22.5	572.5
백옥찰벼	5.30	9	12.5	277.5	113.0	85.0	25.5	679.7
		18	14.1	290.8	117.0	84.0	23.8	680.2
	6.20	9	13.0	288.6	109.0	84.1	24.1	637.6
		18	13.5	299.7	110.0	83.8	23.4	646.5
신선찰벼	5.30	9	14.8	328.6	93.0	89.5	21.3	582.6
		18	15.8	350.8	100.4	87.0	20.3	622.0
	6.20	9	14.4	319.7	98.1	88.1	21.3	588.5
		18	15.8	350.8	99.0	89.4	20.5	636.5

녹색 WG 쌀을 위하여 색도와 천립중, 현미수량을 확인해 보았을 때 25-30일에 수확하여 녹색 WG 쌀을 이용하여야 효율적이라 간주된다. (표 2-10)

호품벼의 천립중은 출수 후 20일부터 천천히 증가를 나타내고 있다. 25-30일에서는 18.2-23.3 g의 천립중을 나타냈고, 6월 20일 이상의 9kg/10a 질소시비였을 때 가장 높은 천립중을 나타내었다. 운광벼는 25-30일에 16.8 - 21.5 g의 천립중을 보였고, 5월 30일 이상의 9kg./10a 질소시비에서 가장 높은 천립중을 나타냈다.

호품벼의 현미수량은 25~30일 일 때 최소 441.0 g/m² 에서 최대 606.6 g/m² 의 수량을 보였고, 운광벼는 최소 410.8 g/m² 에서 최대 592.5 g/m² 의 수량을 나타냈다. 호품벼는 5월 30일 이상의 18kg/10a 질소시비에서 가장 좋은 수량을 보였고, 운광벼는 5월 30일 이상의 9kg/10a 질소시비에서 가장 좋은 수량을 보였다.

백옥찰벼의 천립중은 출수 후 40일까지 점차적으로 증가를 나타내고 있다. 현미수량은 출수 후 30일이 되면서 높은 현미수량을 볼 수 있었다. 출수 후 25-30일 사이의 현미수량은 5월 30일 이상이 6월 20일이 이상보다 30-60 g/m² 의 차이를 보이고 있다. 중만생종의 백옥찰벼가 만식재배와의 수량차이를 보이는 것은 품종의 특성이 다르기 때문이라 볼 수 있다.

신선찰벼는 출수 후 25일이 되면서 천립중과 현미수량에서 높은 값을 보이고 그 후로부터는 서서히 증가하였다. 25-30일에서는 18.0-20.1 g 의 천립중을 나타내었고, 5월 30일 이상의 9kg/10a 질소시비였을 때 가장 높은 천립중을 나타내었다. 현미수량은 출수 후 25-30일 일 때 최소 487.9 g/m² 에서 최대 599.1 g/m² 의 수량을 나타내었고, 5월 30일 이상의 18kg/19a 질소시비를 하였을 경우 가장 좋은 수량을 보였다.

백옥찰벼는 6월 20일 이상의 호숙기 때의 수량은 5월 30일 이상의 수량에 비교하여 낮은 값을 볼 수 있었다. 백옥찰벼는 만식재배를 하여 호숙기 때의 수확으로 녹색 WG쌀을 재배하기 위한 품종으로 적합하지 않은 것으로 간주된다.

표 2-10. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 천립중 및 현미 수량

품종	이앙 시기	질소처리 (kg/10a)	천립중 (g)					현미수량 (g/m ²)				
			DAH 15	DAH 20	DAH 25	DAH 30	DA H40	DAH 15	DAH 20	DAH 25	DAH 30	DAH 40
호품벼	5.30	9	14.6	18.5	20.5	20.6	24.1	346.5	456.2	484.9	546.8	668.6
		18	11.1	17.5	18.2	20.1	22.9	265.3	477.9	521.7	606.6	681.3
	6.20	9	14.7	18.2	20.5	23.3	23.9	383.3	389.3	441.0	485.0	655.1
		18	13.0	17.9	18.5	19.5	23.1	279.5	454.0	492.0	509.0	647.0
운광벼	5.30	9	14.3	16.8	20.3	21.5	24.3	330.3	384.1	471.2	592.5	683.1
		18	13.8	15.7	17.4	19.8	23.9	343.6	422.6	517.7	584.2	677.4
	6.20	9	14.2	16.4	19.4	20.8	22.7	283.5	341.7	421.4	451.7	577.7
		18	13.3	15.2	16.8	19.1	22.5	297.2	354.1	410.8	484.6	572.5
백옥찰벼	5.30	9	15.2	18.4	21.2	23.6	25.5	342.3	482.0	590.7	651.0	679.7
		18	15.1	16.9	18.0	20.7	23.8	350.1	511.1	575.5	664.5	680.2
	6.20	9	14.8	17.4	21.9	22.9	24.1	298.4	364.4	481.2	581.4	637.6
		18	14.3	16.2	20.4	22.1	23.4	312.5	387.9	492.8	552.0	646.5
신선찰벼	5.30	9	14.8	15.5	20.1	20.9	21.3	287.8	316.2	509.1	570.6	582.6
		18	14.3	15.7	17.9	18.8	20.3	312.0	503.1	586.6	599.1	622.0
	6.20	9	13.7	17.9	19.1	20.0	21.3	332.9	426.1	487.9	517.7	588.5
		18	12.7	16.3	19.1	19.3	20.5	382.4	431.7	502.0	569.1	636.5

^{a)}DAH : 출수 후 일수

표 4에서 출수 후 벼 품종별 색도분석 결과를 a값을 통해 녹색의 정도를 알 수 있었다. a 값은 출수 후 30일 까지 -값을 나타내었는데 출수 후 40일 이후로는 이양시기 및 질소시비량에 관계없이 +값을 나타내어 녹색도가 거의 없음을 나타내었다.

L, a, b 값은 모든 품종에서 파종 및 수확시기가 같아도 차이가 있었으며 수확 날짜의 차이에 따라 색도의 변화가 크게 나타나는 것으로 알 수 있었다.

호품벼는 5월 30일 이양의 적기재배보다 6월 20일 이양의 만식재배가 녹색도가 출수 후 20-30일이 -값이 나타났고 18kg의 질소시비를 하였을 경우가 더 -값을 나타냄을 볼 수 있었다. 신선찰벼는 이양시기에는 큰 차이를 보이지 않았으며 18kg의 질소시비를 하였을 경우가 더 -값을 나타냄을 볼 수 있었다.

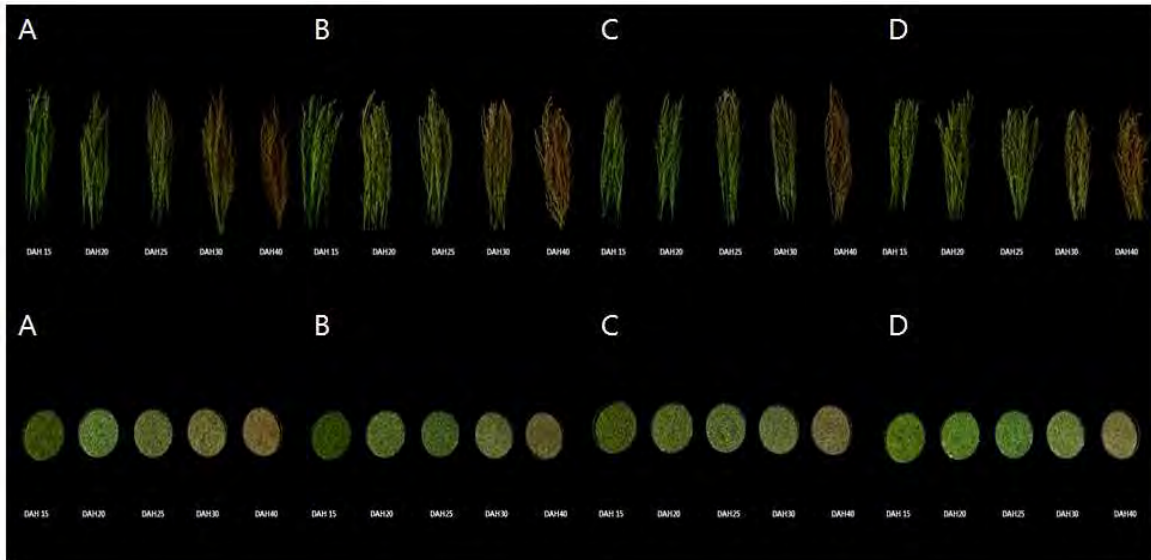
출수 후 25-30일의 수확시기는 두 품종 모두 녹색도를 -값을 나타내고 적절한 현미수량보이고 있어 녹색 WG 쌀의 이용에 적절한 시기로 보인다.

질소시비수준을 높게 하여 재배하면 녹색 WG쌀로 이용하고자 할 때 용이할 것으로 간주된다. 아래 그림 2-2는 메벼의 호품벼이고 그림 2-3은 찰벼의 신선찰벼이다. 두 품종 모두 질소시비량이 많을 때 색이 진함을 볼 수 있었다.

표 2-11. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 색도분석

품종	이앙 시기	질소처리 (kg/10a)	Color value														
			L					a					b				
			DAH1 5	DAH2 0	DAH2 5	DAH3 0	DAH4 0	DAH1 5	DAH2 0	DAH2 5	DAH3 0	DAH4 0	DAH1 5	DAH2 0	DAH2 5	DAH3 0	DAH40
호품벼	5.30	9	50.8	61.3	59.0	62.9	64.8	-5.8	-5.9	-1.0	1.9	6.6	26.1	26.4	25.3	26.0	24.0
		18	48.9	61.8	58.0	67.0	66.4	-5.2	-3.3	-2.4	1.9	6.2	26.3	28.2	25.9	26.3	24.7
	6.20	9	53.5	58.9	61.6	62.6	66.3	-5.5	-5.1	-3.3	-2.1	4.3	23.2	31.3	29.1	27.9	25.1
		18	56.2	57.1	59.1	64.5	64.2	-6.5	-7.1	-3.7	-1.5	6.3	28.4	30.1	27.6	28.8	24.4
신선찰벼	5.30	9	54.1	58.2	65.8	68.7	72.7	-4.6	-7.7	-3.5	2.5	5.5	26.9	30.4	28.4	26.1	23.9
		18	49.5	55.8	59.3	67.4	68.4	-5.9	-5.7	-4.3	-1.9	5.6	25.3	27.7	26.5	27.3	24.1
	6.20	9	54.2	66.0	61.3	65.1	72.5	-7.8	-7.5	-4.9	-1.7	5.1	27.8	32.5	29.1	27.2	22.8
		18	52.6	57.2	62.0	68.4	71.2	-7.1	-8.8	-4.9	-1.9	5.3	30.2	29.9	30.2	27.7	23.8

Measured by Minolta Chroma Meter(CR-200), and the L scale(0-100) mean lightness, that is, blackness when 0 and whiteness when 100, the a scale(-80 - 100) redness when positive and greenness when negative, and the b scale(±70) yellowness when positive and blueness when negative



A: 이앙시기 5.30, 질소처리 9kg/10a B: 이앙시기 5.30, 질소처리 18kg/10a
 C: 이앙시기 6.20, 질소처리 9kg/10a, D: 이앙시기 6.20, 질소처리 18kg/10a

그림 2-2. 출수 후 호품벼의 호숙기 녹색 WG쌀



A: 이앙시기 5.30, 질소처리 9kg/10a B: 이앙시기 5.30, 질소처리 18kg/10a
 C: 이앙시기 6.20, 질소처리 9kg/10a, D: 이앙시기 6.20, 질소처리 18kg/10a

그림 2-3. 출수 후 신선찰벼의 호숙기 녹색 WG 쌀

잎의 조단백질 함량은 이앙시기에는 큰 차이를 보이지 않았으며 호품벼에서 25-30일 사이에는 18kg 질소시비에서 0.4 - 2.2 %가 높았고, 신선찰벼는 0.6-1.6 %가 높았으며 25일 이후에 크게 감소하는 것을 볼 수 있었다. 줄기의 조단백질에서는 호품벼는 3.9-6.9 %를 나타내었고, 출수 후 15일 이후부터 크게 감소는 경향을 나타내었으며 신선찰벼에서는 3.2-6.1 %를 나타내었다. 출수 후 기간이 지날수록 조단백질함량은 감소하는 경향을 나타내었다. 잎의 조지방은 호품벼에서 1.2-2.6 %이었고 출수 후 25일 이후로 감소하는 경향을 보였다. 신선찰벼는 1.9-

4.0%이었고 출수 후 20일 까지 크게 감소함이 조사되었다. 줄기의 조지방 함량은 호품벼에서 0.2-1.6 % 이었고 5월 30일 이양에는 일정하게 감소하는 경향을 보이고 있고 신선찰벼에서는 0.6-2.1%이었고 질소시비량이 18kg/10a에서 더 낮은 경향을 볼 수 있었다. 출수 후 기간이 지날수록 조지방함량은 감소하는 경향을 나타내었다. 잎의 조섬유는 호품벼에서 26.5- 30.0%이었고 신선찰벼에서는 25.3-30.8%를 보였다. 줄기의 조섬유는 호품벼에서 30.2- 39.2%이었고 신선찰벼에서는 29.7-40.0%를 보였다. 출수 후 기간이 지날수록 조섬유 함량은 잎에서는 증가하는 경향을 나타내었고 줄기에서는 조금 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 조회분의 함량을 측정한 결과는 그림 1 와 같다. 잎의 조회분은 호품벼에서 10.2-17.9%이었고 신선찰벼에서는 11.3-16.7%를 보였다. 줄기의 조회분은 호품벼에서 12.1-17.9% 이었고, 신선찰벼에서는 10.1-16.4%를 보였다. 잎의 NDF는 호품벼에서 61.2-66.9%이었고 신선찰벼에서는 59.2-69.2%를 보였다. 줄기의 NDF는 호품벼에서 51.6 ~ 69.3%이었고, 신선찰벼에서는 53.4-71.7%를 보였다. 출수 후 기간이 지날수록 NDF의 함량은 감소하는 경향을 볼 수 있었는데 두 품종 모두 줄기에서 출수 후 25일 이후로 급격히 NDF가 떨어짐을 볼 수 있었다. 잎의 ADF는 호품벼에서 37.8 ~ 45.6%이었고 신선찰벼에서는 37.0-47.2%를 보였다. 줄기의 ADF는 호품벼에서 35.0-51.2%이었고, 신선찰벼에서는 37.6-54.1%를 보였다. 출수 후 기간이 지날수록 ANF의 함량은 잎에서는 큰 차이를 보이지 않았고 줄기에서는 감소하는 경향을 나타내었다.(표 2-12, 13)

표 2-12. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 잎 성분분석

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수 후 일수	물(%)	조단백 질(%)	조지방 (%)	조섬유 (%)	조회분 (%)	NDF (%)	ADF (%)
호품벼	5.30		15	8.3	14.3	2.5	29.7	11.5	64.3	41.9
			20	8.3	13.4	2.3	29.8	11.5	65.4	42.8
			25	8.5	12.5	2.2	30.0	11.7	66.3	43.3
			30	8.5	10.7	1.7	29.4	12.8	63.1	43.8
			40	8.7	7.9	1.2	28.5	14.7	61.2	44.1
	18		15	6.6	14.9	2.3	28.0	14.4	66.4	40.5
			20	6.7	14.6	2.2	28.5	14.5	65.1	41.2
			25	6.7	14.3	2.2	28.7	14.7	63.6	41.9
			30	6.9	11.1	2.2	28.2	15.2	63.5	43.5
			40	7.1	8.8	2.2	28.1	17.9	63.4	44.4
	9		15	6.4	15.6	2.1	27.0	11.2	62.4	38.2
			20	6.6	14.8	2.1	27.4	11.8	66.9	38.5
			25	6.9	11.8	2.0	27.8	12.3	67.2	38.7
			30	7.3	11.3	2.0	27.6	14.3	62.4	38.1
			40	7.7	10.1	1.9	27.1	16.3	59.8	37.8
	6.20		15	6.6	16.4	2.6	28.4	10.2	64.9	38.1
20			6.6	14.1	2.5	28.1	11.4	63.4	42.6	
25			6.7	14.0	2.5	27.5	12.6	62.9	45.6	
30			7.2	12.1	2.1	27.5	12.8	62.5	42.1	
40			7.7	10.9	1.7	26.5	12.9	62.2	40.8	
신선찰벼	5.30		15	7.7	13.8	4.0	28.2	11.3	69.2	37.0
			20	7.7	12.9	3.2	29.1	11.9	67.5	44.9
			25	7.7	12.0	3.1	29.5	12.6	66.5	55.4
			30	7.9	8.8	2.6	29.8	12.9	63.4	47.2
			40	8.0	5.5	2.5	30.8	13.3	60.7	44.8
	18		15	6.9	14.2	3.0	25.3	13.5	65.8	39.2
			20	7.5	13.7	2.7	26.7	13.9	66.0	45.2
			25	8.2	13.2	2.5	28.5	14.4	66.5	50.8
			30	8.5	10.4	2.1	29.2	15.3	65.7	43.2
			40	8.6	7.5	2.0	30.4	16.7	65.5	40.9
	9		15	5.4	14.2	3.7	26.8	12.7	67.1	38.0
			20	6.8	13.7	3.2	28.1	12.8	64.9	41.9
			25	6.7	13.2	3.0	30.7	13.0	62.6	45.0
			30	7.3	10.1	2.6	28.9	13.2	62.5	41.9
			40	7.6	7.0	1.9	29.9	13.8	62.5	39.6
	6.20		15	6.8	17.4	2.9	28.4	11.7	61.6	37.2
20			6.9	15.6	2.5	27.7	11.9	60.8	38.9	
25			7.0	13.8	2.4	27.4	12.0	59.7	39.8	
30			7.4	10.9	2.3	26.2	13.5	59.5	41.8	
40			7.7	8.0	2.3	26.4	13.9	59.2	42.6	

표 2-13. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 줄기 성분분석

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수 후 일수	수분 (%)	조단백 질 (%)	조지방(%)	조섬유(%)	조회분(%)	NDF (%)	ADF (%)
호품벼	5.30		15	7.5	5.4	1.4	36.7	12.9	66.8	49.1
			20	7.7	5.4	1.1	36.7	13.5	67.5	48.2
			25	8.1	5.1	0.8	36.7	13.8	68.9	47.1
			30	8.1	5.1	0.7	33.1	14.9	59.2	45.6
			40	8.3	4.9	0.3	29.6	16.0	56.7	40.2
			15	6.4	5.9	1.6	35.4	16.7	66.9	47.7
	18	20	6.8	5.0	1.3	38.1	16.9	68.1	48.9	
		25	7.1	4.2	0.9	41.2	17.0	69.3	51.2	
		30	7.3	4.1	0.9	37.7	17.5	64.1	50.8	
		40	7.4	4.1	0.9	35.5	17.9	62.8	49.9	
		6.20	15	7.3	6.9	0.8	33.8	10.2	63.7	44.6
			20	7.4	5.4	0.8	35.1	12.1	64.1	45.6
25	7.6		4.4	0.8	36.5	13.7	66.9	49.5		
30	8.1		4.1	0.6	32.1	13.8	57.3	46.2		
40	10.8		3.9	0.2	27.2	13.9	51.6	35.0		
15	6.3		5.4	1.2	36.8	11.4	65.7	46.3		
신선찰벼	5.30		20	6.8	5.3	1.1	36.5	12.4	66.2	48.2
			25	7.2	5.1	1.0	36.4	13.4	67.2	50.7
			30	7.5	4.6	1.0	33.3	14.7	62.1	47.9
			40	8.3	4.2	1.0	30.2	16.3	57.1	44.7
			15	7.0	3.9	2.1	35.8	10.1	68.0	46.8
			20	7.4	3.6	1.3	36.7	10.9	69.2	49.5
	9	25	7.8	3.2	1.2	39.3	11.8	70.2	55.7	
		30	8.3	3.3	1.1	35.4	12.8	64.8	44.1	
		40	8.9	3.4	1.0	32.0	13.0	62.3	39.9	
		15	8.1	4.8	1.0	37.6	11.3	67.8	49.7	
		20	8.3	4.8	0.9	37.6	12.1	68.9	52.2	
		25	8.4	4.5	0.8	37.8	13.6	71.7	57.0	
18	30	8.4	4.4	0.8	32.8	14.2	59.8	46.2		
	40	8.8	3.5	0.8	29.7	14.9	56.4	39.1		
	15	6.4	5.5	1.8	40.0	13.1	70.5	52.5		
	20	6.4	5.4	1.5	39.9	13.5	70.5	51.2		
	25	6.7	5.2	1.0	38.8	14.1	70.5	50.1		
	30	7.3	4.8	0.8	33.3	14.8	67.4	47.5		
6.20	40	8.0	4.1	0.6	34.3	15.4	62.0	42.5		
	15	6.0	6.1	0.9	38.9	11.9	71.6	54.1		
	20	6.2	5.5	0.8	38.5	13.1	70.8	52.9		
	25	6.3	5.0	0.8	37.4	14.9	68.2	49.0		
	30	7.9	4.5	0.7	35.7	15.9	60.7	45.7		
	40	8.6	4.0	0.7	29.6	16.4	53.4	37.6		

쌀의 조단백질 함량은 쌀의 식미를 결정하는 중요한 성분으로 함량이 높을 경우 쌀의 경도가 높아지고 점도가 낮아지고 식미가 떨어지는 것으로 보고된 바 있다. 호품벼에서 조단백질 함량은 7.41 ~ 9.42%이었고, 신선찰벼에서는 7.30 ~ 9.68%를 보였으며 호품벼는 5월 30일 이앙에서 신선찰벼는 6월 20일 이앙에서 높은 조단백질 함량을 보였다. 또한 조단백질 함량은 두 품종 모두 출수 후 성분함량이 더 크게 증가하는 경향을 보이고 있다. 조섬유 함량은 두 품종 모두 출수 후 벼가 등숙기간이 점차 경과함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 호품벼에서 1.32 ~ 2.61%의 성분함량의 수치를 보였으며 신선찰벼에서 1.46 ~ 2.41%의 성분함량이 조사되었다.

아밀로오스의 함량은 쌀의 식미를 결정하는 요인으로 아밀로스 함량이 적정 수준 이상으로 높을 경우 쌀의 점도와 응집력이 떨어져 찰기가 없다.

아밀로오스 함량은 두 품종 모두 출수 후 벼가 성숙함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며 호품벼에서 15.40 ~ 22.74%이었고 신선찰벼에서는 8.58 ~ 18.13%를 보였다. 아밀로펙틴 함량은 두 품종 모두 출수 후 벼가 성숙함에 따라 증가하는 경향을 보이고 있으며 호품벼에서 77.52 ~ 85.41%이었고 신선찰벼에서는 80.74 ~ 91.42%를 보였다.(표 2-14)

표 2-14. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 이삭 성분분석

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수 후 일수	단백질(%)	Amylose (%)	Amylopectin (%)	조섬유(%)
호품벼	5.30	9	15	8.6	20.7	79.3	2.0
			20	8.6	20.2	79.7	1.9
			25	8.6	19.9	80.1	1.8
			30	8.8	16.8	82.3	1.5
			40	9.2	15.4	86.8	1.3
		18	15	8.4	21.6	78.4	2.6
			20	8.6	21.2	79.1	2.4
			25	8.7	20.2	79.8	2.0
			30	9.2	18.3	80.4	1.8
			40	9.4	18.3	81.7	1.6
	6.20	9	15	7.4	22.7	77.5	1.8
			20	7.7	22.5	79.1	1.7
			25	7.9	22.5	80.4	1.5
			30	8.2	21.9	81.3	1.4
			40	8.3	20.7	85.4	1.4
		18	15	7.4	22.3	77.7	2.5
20			7.5	21.9	78.0	2.2	
25			7.7	21.5	78.5	1.9	
30			8.2	19.5	79.0	1.7	
40			8.4	17.3	79.3	1.5	
신선찰벼	5.30	9	15	7.7	18.1	81.9	1.9
			20	7.8	17.9	81.3	1.8
			25	7.8	14.3	82.2	1.8
			30	8.1	12.4	85.4	1.5
			40	8.5	11.6	88.4	1.5
		18	15	7.3	17.3	80.7	1.7
			20	8.2	16.5	84.4	1.7
			25	8.5	11.2	89.8	1.6
			30	8.7	11.0	90.3	1.6
			40	9.2	9.9	90.7	1.6
	6.20	9	15	8.2	15.4	84.6	2.4
			20	8.5	14.7	85.2	2.2
			25	8.6	12.8	87.2	2.1
			30	8.7	11.6	89.5	1.6
			40	9.3	11.1	91.4	1.3
		18	15	8.5	15.2	84.8	2.2
20			8.5	14.3	86.9	2.1	
25			8.6	11.8	87.8	2.1	
30			8.9	11.2	88.3	1.7	
40			9.7	8.6	89.2	1.3	

4. 적요

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 녹색 WG쌀을 생산하기 위한 벼 품종들의 적정수확시기는 일반적으로 출수 후 15일~25일 경이 가장 적당하다.
2. 벼 품종별 녹색 WG쌀의 한계 수확시기인 출수 후 25일경 수량은 찰벼 품종으로는 신선찰벼가 가장 많았으며 메벼 품종은 칠보벼가 가장 많았다.
3. 이앙시기별 녹색 WG쌀(현미)의 수량은 일반적으로 5월30일 이앙이 6월 20일 이앙보다 많았으며 수확시기인 출수 후 15~25일 수량은 품종에 따라 다양하였다.
4. 녹색 WG쌀에 적합한 벼 품종은 찰벼는 5월30일 이앙재배일 경우 동진찰벼, 생동찰벼, 보석찰벼, 신선찰벼가 적합하고 6월 20일 이앙재배는 보석찰벼, 백옥찰벼, 신선찰벼가 적합하다. 메벼일 경우 5월 30일 이앙재배는 삼광벼, 눈보라, 칠보벼가 적합하고 6월 20일 이앙재배일 경우 황금노들, 호품벼, 칠보벼가 적합하였다.
5. 품종별 적정 수확시기는 다음과 같다.
 - 1) 동진찰벼 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15일~20일경이 수확적기임.
 - 2) 생동찰벼 : 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 20~25일이 적합함.
 - 3) 보석찰벼 : 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~20일경이 적당하며 6월 20일 이앙은 출수 후 20~25일경이 수확적기임.
 - 4) 녹원찰벼 : 5월 30일 이앙할 경우 출수 후 15~25일경이 수확적기임.
 - 5) 백옥찰벼 : 5월 30일 이앙할 경우 출수 후 15~20일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수 후 15~25일이 수확적기임.
 - 6) 신선찰벼 : 5월 30일 및 6월 20일 이앙 모두 출수 후 15~20일경 수확이 적합함.
 - 7) 삼광벼 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~20일경이 수확적기임.
 - 8) 눈보라 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~20일경이 수확적기임
 - 9) 황금노들 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 20~25일경이 수확적기임.
 - 10) 추청벼 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~20일경이 수확적기임.
 - 11) 호품벼 : 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~20일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수 후 20~25일이 수확적기임.
 - 12) 칠보벼 : 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~25일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수 후 15~20일경이 수확적기임.
6. 질소함량에 따른 이삭수 변화는 질소함량이 2배일 경우 호품벼가 증가를 볼 수 있고 신선찰벼는 감소를 보였다. 운광벼와 백옥찰벼는 큰 변화를 보이지 않았다
7. 이앙시기에 따른 이삭수 변화는 백옥찰벼는 이앙시기가 늦어짐에 따라 변화를 보이지 않았지만 운광벼는 이삭수가 감소되었고 호품벼와 신선찰벼는 증가하였다.
8. 단위면적당 벼알 수 역시 질소함량이 2배일 경우에는 호품벼는 다소 증가하고 운광벼와 신선찰벼는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이앙시기가 늦어짐에 따라 벼알수는 호품벼는 증가하고 운광벼는 다소 감소하였다.
9. 수량은 질소함량이 많을 때 호품벼는 수량의 증가를 볼 수 있었고 운광벼, 신선찰벼는 감소

하는 경향을 보였다. 이앙시기가 늦어짐에 따라서 호품벼와 신선찰벼는 수량이 증가되었지만 윤광벼는 감소하였다.

10. 질소함량에 따라 질소시비를 2배 하였을 경우 호품벼, 신선찰벼, 백옥찰벼가 일면적이 넓었으며, 윤광벼는 질소시비량에 따라 일면적 변화를 보이지 않았다. 이앙이 늦어짐에 따라서 신선찰벼는 일면적, 일건물중, 줄기건물중이 증가하는 변화를 보였고 윤광벼는 일면적은 증가되었지만 일건물중과 줄기건물중에는 큰 변화가 없었다.

11. 잎과 줄기의 조단백질 함량을 살펴보면 이앙시기가 5월 30일일 때 출수 후 15일째에 질소시비량이 9kg일 경우 평균 12.94%를 보였으며 18kg을 시비는 16.16%를 보였다. 그 이후는 점차 감소되어 출수 후 25일째는 8.26%와 11.58%을 보였고 출수 후 40일째는 4.72%와 6.00%을 보였다.

12. 이앙시기와 질소시비량을 달리했을 때 녹색 WG쌀의 색상을 살펴보면 호품벼는 6월 20일의 만식재배보다 5월 30일 적기재배가 출수 후 15~25일의 녹색이 더 선명하게 나타났고 표준시비량의 질소 시비보다는 18kg의 시비량 조건에서 녹색이 더 선명하게 나타났다.

13. 만식재배에 적절한 품종은 호품벼, 윤광벼, 신선찰벼가 적절하였고, 녹색 WG쌀로 이용하고자 할 때는 질소시비 수준을 높게 하여 재배해야 할 것으로 사료된다.

14. 메벼에서는 호품벼, 찰벼에서는 신선찰벼가 만기이앙의 재배에 용이하고 질소시비를 많이 할 경우 높은 수량을 나타내었다.

15. 백옥찰벼는 6월 20일 이앙의 호숙기 때의 수량은 5월 30일 이앙의 수량에 비교하여 낮은 수량을 보였으며 이러한 점을 미루어 보았을 때 만식재배를 하여 호숙기 때의 수확으로 녹색 WG쌀을 재배하기 위한 품종으로는 적합하지 않은 것으로 보였다.

16. 호숙기의 현미수량과 색도를 보았을 때, 출수 후 25~30일 경우 녹색 WG쌀로의 사용이 적합하다.

17. 성분분석을 통해 호품벼에서 잎 조단백질 성분함량은 7.9 ~ 16.4 %를 나타내었고, 신선찰벼는 5.5 ~ 17.4 %를 나타내었다. 잎에서 높은 조단백질 함량을 볼 수 있었다.

18. 이삭의 성분분석에서 출수 후 시간이 지남에 따라서 단백질함량은 증가하고 아밀로오스와 조섬유 함량은 감소하는 경향을 보였다. 호품벼는 5월 30일 이앙이 단백질이 높고 아밀로오스 함량이 낮음을 볼 수 있었고, 질소시비량이 18kg/10a일 때 단백질함량이 높고 아밀로오스 함량이 낮은 것으로 조사되었다.

19. 5월 30일 이앙하여 출수 후 25~30일 수확하여 사용할 경우 재배기간을 2주 정도 단축시킬 수 있고 6월 20일 이앙하여 수확하여 사용할 경우 재배기간을 5주 정도 단축시켜 농경지 활용에 적합하다.

20. 녹색 WG쌀로 유색의 현미의 상태로 먹기에는 25~30일이 적절하였고, 이 시기에 건물생산량이 높고 잎과 줄기의 성분이 좋아 가축의 사료로 사용이 적합하다.

Ⅲ. 녹색 Whole Grain용 보리 생산을 위한 품종선발 및 재배

1. 녹색보리로 이용 가능한 적정 품종 선발

가. 보리 품종별 생육현황

표 3-1은 1회 시험의 결과로 녹색 WG보리로 이용 가능한 적정 품종별 생육상황을 나타낸 것이다. 15품종을 10월 달에 춘파하였으며 보리 중 간장은 진주찰쌀보리가 82cm로 가장 길었고 송학쌀보리가 51cm로 가장 짧았다. 수장은 두원찰쌀보리가 9.9cm로 가장 길었고 송학쌀보리가 4.2cm로 가장 짧았다. 출현은 11월9일 전·후로 대체적으로 양호하였으며 출수기는 송학쌀보리가 5월 3일로 15품종 중 가장 빨랐으며 두원찰쌀보리는 5월 8일로 가장 늦었다. 성숙기는 새한찰쌀보리가 6월 3일로 가장 빨랐으며 다풍쌀보리가 6월 14일로 가장 늦었다. 녹색 WG보리의 생산을 위해서는 성숙기가 되기 전인 녹색을 띄는 호숙기 전·후로 수확을 함으로 성숙기가 늦더라도 후작물에는 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다. 한해는 모든 품종이 3-5정도로 나타났다. 월동 전 경수는 새쌀보리가 416 개/m²로 가장 많았으며 두원찰쌀보리는 29 개/m²로 가장 작았다. 1회 시험의 생육 상태는 모든 품종이 양호한 결과를 보였다.

표 3-2는 2회 시험의 결과로 1회 시험에서 수량과 탈부율, 녹색도의 특성이 낮은 5품종(내한쌀보리, 다송쌀보리, 다풍쌀보리, 두원찰쌀보리, 송학쌀보리)을 제외시킨 나머지 10품종(새쌀보리, 새한찰쌀보리, 광활쌀보리, 동한찰쌀보리, 재안찰쌀보리, 진주찰쌀보리, 청호쌀보리, 풍산찰쌀보리, 호반찰쌀보리, 흰찰쌀보리)에 대하여 재공시하여 생육상황을 조사한 결과이다. 10품종 중 간장은 진주찰쌀보리와 새한찰쌀보리가 88cm로 가장 길었으며 풍산찰쌀보리가 63cm로 가장 짧았다. 수장은 풍산찰쌀보리가 7.9cm로 가장 길었으며 재안찰쌀보리, 청호쌀보리, 흰찰쌀보리가 4.6cm로 가장 짧았다. 월동 전 경수는 청호쌀보리가 702 개/m²로 가장 많았으며 호반찰쌀보리는 344 개/m²로 가장 작았다. 2회 시험에서는 1회 시험보다 출현기는 1-3일 정도 늦었으나 출수기와 성숙기는 빨랐다. 대체적으로 1, 2회 시험결과 품종별 생육상황이 비슷하였으며 1회 시험한 해보다 2회 시험한 해의 생육상황이 좋았는데 그 이유는 2회 시험한 해가 1회 시험한 해보다 월동 중 평균기온이 높았고 다조 및 적당한 강우로 보리의 생육환경이 좋았기 때문인 것으로 사료되었다.

표 3-1. 보리 품종별 생육특성(1회 시험)

Cultivar	Culm	Spike	Emergence	Heading	Maturing	drought	NT*
	length	length	date	date	date	damage	
	— cm —		————	Month/date	————	(0-9)	(unit/m ²)
1. Saessalbori (새쌀보리)	72	5.3	11.09	5.04	6.11	3	416
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	77	5.1	11.09	5.04	6.03	3	293
3. Gwanghwalsalbori (광활쌀보리)	68	5.1	11.09	5.06	6.12	3	320
4. Naehanssalbori (내한쌀보리)	69	7.6	11.10	5.08	6.13	3	67
5. Dasongssalbori (다송쌀보리)	77	5.5	11.09	5.06	6.13	5	178
6. Dapoongssalbori (다풍쌀보리)	62	6.3	11.10	5.06	6.14	5	40
7. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	68	8.2	11.09	5.06	6.12	5	144
8. Duwonchapssalbori (두원찰쌀보리)	56	9.9	11.09	5.08	6.13	5	29
9. Songhakssalbori (송학쌀보리)	51	4.2	11.09	5.03	6.04	3	260
10. Jaeanchalssalbori (재안찰쌀보리)	69	6.3	11.10	5.07	6.12	5	98
11. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	82	5.0	11.09	5.04	6.07	3	407
12. Chunchalssalbori (청호쌀보리)	74	4.9	11.09	5.05	6.10	3	376
13. Poongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	59	7.7	11.09	5.06	6.11	3	220
14. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	71	7.1	11.10	5.07	6.10	5	60
15. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	59	5.0	11.09	5.07	6.12	3	378

*NT : Number of tillers before wintering.

표 3-2. 보리 품종별 생육특성(2회 시험)

Cultivar	Culm	Spike	Emergence	Heading	Maturing	NT* (unit/m ²)
	length — cm —	length	date ———	date Month/date	date ———	
1. Saessalbori (새쌀보리)	86	5.3	11.13	5.01	5.28	582
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	88	4.9	11.11	4.29	5.26	549
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	76	5.0	11.10	4.28	5.26	671
4. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	81	6.9	11.11	4.29	5.25	596
5. Jaeanchalssalbori (재안찰쌀보리)	84	4.6	11.12	4.30	5.27	596
6. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	88	4.7	11.13	5.01	5.29	584
7. Chunchalssalbori (청호찰보리)	79	4.6	11.12	4.30	5.27	702
8. Poongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	63	7.9	11.12	4.30	5.27	522
9. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	87	5.4	11.12	4.30	5.27	344
10. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	71	4.6	11.11	4.29	5.28	640

*NT : Number of tillers before wintering.

나. 보리 품종별 수량구성 요소 및 수량

표 3-3은 1회 시험한 보리의 품종별 수량을 나타낸 것이다. 수수는 풍산찰쌀보리가 664개/m²로 15품종 중 가장 많았고 다송쌀보리가 113개/m²로 가장 작았다. 1,000립중은 두원찰쌀보리가 44.5g으로 대립중으로 가장 무거웠고 흰찰쌀보리가 26.1g으로 가장 가벼웠다. 정곡중 무게는 청호쌀보리, 새쌀보리, 새한찰쌀보리, 광활쌀보리 순으로 가장 많았고 두원찰쌀보리와 다풍쌀보리 등이 가장 적었다.

표 3-4는 1회 시험 후 5품종을 제외한 10품종에 대해 2회 시험한 보리의 품종별 수량을 나타낸 것이다. 수수는 풍산찰쌀보리가 1,162개/m²로 10품종 중 가장 많았고 호반찰쌀보리가 484개/m²로 가장 작았다. 립수는 호반찰쌀보리가 69립으로 많았고 풍산찰쌀보리가 23립으로 작았다. 1,000립중은 풍산찰쌀보리가 35.7g으로 가장 무거웠고 광활쌀보리는 24.5g으로 가벼웠다. 설립중 무게는 청호쌀보리가 가장 무거워 까락이 많이 나왔으며 새쌀보리는 가장 가벼워 정상적인 낱알이 많았다. 정곡중 무게는 새쌀보리가 462 kg/10a로 가장 많았으며 호반찰쌀보리는 382 kg/10a로 가장 적었다. 새쌀보리는 수량도 다른 품종들에 비해 높게 나왔으며 녹색 WG보리로 이용 시 낱알의 크기와 무게도 적당하여 수량구성요소로 판단 시에 녹색 WG보리로 이용하기에 적당한 품종이라고 판단되었다.

표 3-3. 보리 품종별 수량비교 (1회 시험)

Cultivar	Number of spike (Spike/m ²)	Number of leaf	Test weight (g/L)	1,000-grain weight (g)	Empty grain	Grain	Milled grain
					weight	weight	weight
					————— kg/10a —————		
1. Saessalbori (새쌀보리)	456	58	786	29.5 ^{bc}	0.7	517	398 ^{ab}
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	476	59	762	31.2 ^b	1.7	482	371 ^{ab}
3. Gwanghwalsalbori (광활쌀보리)	364	60	748	27.8 ^c	2.3	474	365 ^{ab}
4. Naehanssalbori (내한쌀보리)	236	68	759	37.4 ^{ab}	1.5	312	240 ^{bc}
5. Dasongssalbori (다송쌀보리)	364	59	778	36.5 ^{ab}	2.2	420	323 ^b
6. Dapoongssalbori (다풍쌀보리)	113	62	771	37.1 ^{ab}	1.3	185	142 ^c
7. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	356	57	736	32.1 ^b	5.5	454	349 ^{ab}
8. Duwonchapssalbori (두원찰쌀보리)	249	26	721	44.5 ^a	2.3	117	90 ^c
9. Songhakssalbori (송학쌀보리)	418	54	747	28.8 ^{bc}	0.3	382	294 ^{bc}
10. Jaeanchalssalbori (재안찰쌀보리)	312	66	783	33.1 ^b	1.4	396	305 ^{bc}
11. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	376	59	751	27.4 ^c	3.3	444	342 ^{ab}
12. Chunnhosalbori (청호쌀보리)	569	63	702	29.3 ^{bc}	10.2	541	416 ^a
13. Pongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	664	24	768	39.6 ^{ab}	0.8	417	321 ^b
14. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	276	69	754	31.4 ^b	0.8	318	245 ^{bc}
15. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	384	62	780	26.1 ^c	1.1	457	352 ^{ab}

^{abc}Values followed by the sample letter are not significantly different at 5% level.

표 3-4. 보리 품종별 수량비교(2회 시험)

Cultivar	Number of spike (Spike/m ²)	Number of leaf	Test weight (g/L)	1,000-grain weight (g)	Empty grain	Grain	Milled grain
					weight	weight	weight
					———— kg/10a ————		
1. Saessalbori (새쌀보리)	571	61	804	28.9 ^{bc}	0.5	600	462 ^a
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	573	65	770	29.6 ^b	3.9	591	455 ^a
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	595	63	735	24.5 ^c	5.4	573	441 ^{ab}
4. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	567	57	728	29.5 ^b	10.8	583	449 ^a
5. Jaeanchalssalbori (재안찰쌀보리)	578	56	769	28.3 ^{bc}	2.7	514	396 ^{bc}
6. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	656	61	767	26.0 ^c	2.3	508	391 ^{bc}
7. Chunhosalbori (청호쌀보리)	691	60	725	27.0 ^c	21.7	559	430 ^{ab}
8							
Pongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	1,162	23	785	35.7 ^a	3.2	537	414 ^{ab}
9. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	484	69	776	28.7 ^{bc}	2.4	496	382 ^c
10. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	542	59	785	25.2 ^c	2.0	543	418 ^{ab}

^{abc}Values followed by the sample letter are not significantly different at 5% level.

2. 녹색 WG보리로 이용 가능한 적정 품종 특성

가. 보리 품종별 탈부율

표 3-6은 15품종의 보리를 출수 후 15일부터 5일 간격으로 5회까지 이삭이 달려있는 밑부분을 자른 후 수확하여 즉시 끓는 물에 90초간 blanching 하여 16시간 건조 후 탈부되는 정도를 조사한 표로 출수기가 빠른 품종은 5월 3일에서부터 5월 8일까지 대부분 비슷하게 출수를 하였다. 그중 출수가 빠른 새쌀보리는 출수 후 15일인 1회에도 탈부율이 85.9% 정도로 높았으며 5회까지 탈부율이 높았다. 특히 녹색기간인 출수 후 20일에서 25일 사이의 탈부율이 98.9%, 100%로 녹색 WG보리로서의 활용도가 아주 높은 품종으로 조사되었다. 새쌀보리와 더불어 광활쌀보리도 1회부터 탈부율이 높았으며 35일까지 고르게 탈부율이 높았다. 그밖에 탈부율이 높은 품종으로는 재안찰보리, 진주찰보리, 호반찰쌀보리, 흰찰쌀보리가 녹색 WG보리로 활용하기 용이한 품종으로 보였다.

표 3-6은 2회 시험으로 10품종의 보리에 대해 탈부율을 조사한 결과가 되겠다. 1회 시험과 마찬가지로 10품종의 보리를 출수 후 15일부터 5일 간격으로 5회까지 이삭이 달려있는 밑부분을 자른 후 수확하여 즉시 끓는 물에 90초간 blanching 하여 16시간 건조 후 탈부되는 정도를 조사하였으며 1회 시험에서는 출수기가 5월 초였으나, 2회 시험은 대부분 4월 28일에서 5월 1일로 1회 시험 기간보다 7일에서 10일 정도 빨랐다. 이러한 이유는 동절기 기상조건이 2회 시험 기간 동안의 기상이 1회 시험 기간 동안의 기상보다 기온은 높고 다조였으며 강우가 적당하여 생육이 더 양호한 결과라고 볼 수 있었다. 1회 시험의 결과와 마찬가지로 새쌀보리의 탈부율이 대체적으로 양호하였으며 출수 후 20일에서 25일의 탈부율이 96%, 100%로 탈부가 잘 이루어졌다. 특히 1회 시험에서는 새쌀보리보다 탈부율이 조금 떨어졌으나 2회 시험에서는 탈부율이 가장 높은 호반찰쌀보리 같은 경우 출수 후 1회부터 99%의 높은 탈부율을 보였으며 전체적으로 고른 탈부율을 보여 녹색 WG보리로 이용 가능성이 높은 품종이었다. 이렇게 탈부율이 높은 보리 품종들은 향후 대량 생산을 하게 되면 기계화가 용이하여 품질이 우수한 낱알을 생산할 수 있고 노동력이 많이 줄어들게 되어 품종 선정에 매우 중요한 요소이다. 탈부율 성적으로만 보았을 때 새쌀보리와 호반찰쌀보리가 2회 시험 결과 모두 출수 후 20일에서 25일에서 높은 탈부율을 보여 녹색 WG보리로 이용 가능한 적정 품종으로 판단되었다.

표 3-5. 보리 품종별 보리 탈부율 비교(1회 시험)

Cultivar	Heading date (Month/date)	Dehulling ratio(%)				
		1st*	2nd	3rd	4th	5th
1. Saessalbori (새쌀보리)	5.04	85.9	98.9	100	99.9	100
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	5.04	81.3	70.9	89.9	92.8	94.6
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	5.06	96.8	82.5	99.2	99.2	99.6
4. Naehanssalbori (내한쌀보리)	5.08	66.4	82.6	92.9	92.1	87.1
5. Dasongssalbori (다송쌀보리)	5.06	74.2	89	85.8	92.2	94.3
6. Dapoongssalbori (다풍쌀보리)	5.06	75.9	82.5	81.2	74.7	89.2
7. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	5.06	48.7	57.1	69.7	66.4	65.5
8. Duwonchapssalbori (두원찰쌀보리)	5.08	22.8	59.4	76.1	67.2	81.8
9. Songhakssalbori (송학쌀보리)	5.03	87.9	64.5	78.5	90.3	100
10. Jaeanchalssalbori (재안찰쌀보리)	5.07	84.6	86.9	91.6	99.5	100
11. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	5.04	82.2	85.4	80.1	89.8	79.6
12. Chunchalssalbori (청호찰쌀보리)	5.05	69.7	50.6	84.7	75.1	72.1
13. Pongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	5.06	52.9	50.4	84.8	97.2	81.8
14. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	5.07	99.7	100	99.2	100	97.7
15. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	5.07	80.9	93.4	93.4	99.4	100

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

표 3-6. 보리 품종별 보리 탈부율 비교(2회 시험)

Cultivar	Heading date (Month/date)	Dehulling ratio(%)				
		1st*	2nd	3rd	4th	5th
1. Saessalbori (새쌀보리)	5.01	97	96	100	100	99
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	4.29	55	78	85	97	96
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	4.28	75	84	97	100	100
4. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	4.29	76	90	94	93	87
5. Jaechalssalbori (재안찰쌀보리)	4.30	66	88	98	99	98
6. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	5.01	98	96	98	95	95
7. Chunhosalbori (청호쌀보리)	4.30	78	94	94	92	84
8. Poongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	4.30	94	94	88	82	90
9. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	4.30	99	98	98	100	100
10. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	4.29	68	74	96	99	99

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

나. 보리 품종별 녹색도

표 3-7은 1회 시험 중 15품종에 대한 출수 후 15일째부터 5회에 걸쳐 수확하여 색도계 (Spectrophotometer CM-3500, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter Value Redness값인 명도(L, lightness)와 적색도(a, redness)값을 측정된 결과이다. 적색도는 +값으로 갈수록 붉은색을 나타내는 것을 의미하고 -값으로 갈수록 녹색도가 높음을 의미하는 것으로 출수 후 1회차인 15일까지는 모든 품종이 녹색을 나타내었다. 하지만 출수 후 1회차 수확을 하여 녹색 WG보리로 밥을 지어면 풋내가 나기 때문에 상품성으로는 사용이 어려워 출수 후 20일에서 25일 정도에 녹색 WG보리용으로 수확을 하게 된다. 출수 후 20일인 2회차의 적색도 값을 살펴보면 새한찰쌀보리, 다풍쌀보리, 동한찰쌀보리, 두원찰쌀보리, 진주찰보리, 청호쌀보리 등이 적색도 값이 -로 녹색도가 높았다. 출수 후 25일인 3회차의 적색도 값을 살펴보면 두원찰쌀보리, 재안찰보리, 청호쌀보리, 호반찰쌀보리가 다른 품종에 비해 녹색을 많이 나타내었다. 출수 후 30일은 모든 품종이 황숙기로 접어들어 녹색도가 낮았으나 다풍쌀보리, 송학쌀보리, 청호쌀보리는 다른 품종에 비해 적색도 값이 낮아 녹색을 조금 나타내었다. 상품성이 있는 녹색 WG보리로 활용하기에는 외형적인 색깔만 보았을 때는 출수 후 20일에서 25일까지 녹색도가 높았던 새한찰쌀보리, 다풍쌀보리, 동한찰쌀보리, 두원찰쌀보리, 진주찰보리, 청호쌀보리, 재안찰보리, 호반찰쌀보리가 적합한 품종으로 사료되었다.

표 3-8은 2회에 시험한 녹색도의 값을 나타낸 것이다. 1회 시험의 결과 5품종을 제외한 10품종에 대해 녹색도를 측정하였으며 출수 후 15일인 1회차 적색도 값은 1회 시험의 결과와 비슷한 경향으로 모두 -값을 나타내었다. 그 중 새한찰쌀보리, 동한찰쌀보리, 풍산찰쌀보리, 재안찰쌀보리가 적색도 값이 낮았다. 녹색 WG보리로 활용이 가능한 출수 후 20일인 2회차 적색도 값도 모든 품종이 -값을 나타내었다. -값이 가장 낮은 품종은 호반찰쌀보리로 녹색 WG보리로서의 활용도가 높을 것으로 판단되었다.

표 3-7. 보리 품종별 보리 녹색도 비교(1회 시험)

Cultivar	1st*		2nd		3rd		4th		5th	
	L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**
1. Saessalbori (새쌀보리)	39.06	-1.24 ^{ab}	41.23	-1.41 ^c	44.67	2.19 ^{ab}	48.10	5.78 ^b	45.64	8.03 ^b
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	37.53	-0.65 ^a	39.23	-2.26 ^c	43.71	1.24 ^b	48.19	4.73 ^b	48.64	7.80 ^b
3. Gwanghwalsalbori (광활쌀보리)	39.46	-1.98 ^{bc}	35.31	1.21 ^a	42.83	3.57 ^{ab}	44.19	7.55 ^a	44.50	8.41 ^a
4. Naehanssalbori (내한쌀보리)	37.88	-1.80 ^{bc}	40.52	0.22 ^b	43.15	2.24 ^{ab}	47.82	5.92 ^b	46.57	6.96 ^{bc}
5. Dasongssalbori (다송쌀보리)	39.82	-2.23 ^c	36.92	0.82 ^b	41.89	3.46 ^{ab}	45.01	6.65 ^{ab}	45.52	7.28 ^{bc}
6. Dapoongssalbori (다풍쌀보리)	37.21	-2.85 ^c	35.17	-0.89 ^{bc}	37.37	1.16 ^b	40.45	1.50 ^c	43.64	6.77 ^{bc}
7. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	38.67	-2.46 ^c	38.70	-0.83 ^{bc}	43.53	1.75 ^b	51.30	5.92 ^b	49.15	6.78 ^{bc}
8. Duwonchapssalbori (두원찰쌀보리)	37.80	-2.32 ^c	39.27	-0.79 ^{bc}	40.74	0.75 ^c	43.91	4.67 ^{bc}	44.80	6.42 ^c
9. Songhakssalbori (송학쌀보리)	37.85	-1.84 ^{bc}	41.14	-0.37 ^{bc}	42.10	1.30 ^b	43.05	2.96 ^{bc}	45.60	8.23 ^{ab}
10. Jaeanchalssalbori (재안찰쌀보리)	39.15	-2.02 ^{bc}	38.07	-0.15 ^{bc}	45.48	1.03 ^{bc}	50.08	6.55 ^{ab}	50.18	7.51 ^{bc}
11. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	37.95	-1.20 ^{ab}	40.21	-1.52 ^c	45.59	1.91 ^b	50.97	5.33 ^b	49.57	8.53 ^a
12. Chunhossalbori (청호쌀보리)	40.65	-1.85 ^{bc}	41.01	-2.11 ^c	45.41	0.92 ^{bc}	49.81	3.94 ^{bc}	52.98	7.95 ^b
13. Pongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	38.71	-1.50 ^{bc}	38.98	-0.66 ^{bc}	43.40	2.66 ^{ab}	47.60	6.20 ^b	50.68	8.05 ^b
14. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	36.36	-1.67 ^{bc}	36.20	0.01 ^b	40.66	1.10 ^b	44.45	5.52 ^b	40.72	5.63 ^c
15. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	39.87	-1.16 ^a	39.98	0.90 ^b	45.79	3.82 ^a	49.53	6.94 ^{ab}	45.75	7.39 ^{bc}

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval

** Means value of color : L =lightness, +a=red, -a=green

^{abc}Values followed by the sample letter are not significantly different at 5% level.

표 3-8. 보리 품종별 보리 녹색도 비교(2회 시험)

Cultivar	1st*		2nd		3rd		4th		5th	
	L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**
1. Saessalbori (새쌀보리)	40.92	-2.28 ^a	43.23	-0.41 ^a	49.22	2.84 ^{ab}	47.39	6.63 ^{ab}	46.27	7.79 ^{bc}
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	39.57	-4.15 ^b	40.87	-2.42 ^c	45.14	2.26 ^{ab}	51.23	6.47 ^{ab}	48.64	8.06 ^b
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	40.99	-2.01 ^a	40.11	-0.29 ^a	46.43	2.59 ^{ab}	48.56	6.22 ^b	43.06	8.05 ^b
4. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	41.14	-3.95 ^b	43.00	-1.61 ^{bc}	50.93	1.71 ^{bc}	52.99	5.57 ^{bc}	53.14	7.37 ^c
5. Jaanchalssalbori (재안찰쌀보리)	42.57	-3.66 ^b	46.68	-2.49 ^c	53.50	2.41 ^{ab}	50.83	7.68 ^a	51.18	8.56 ^{ab}
6. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	40.40	-2.68 ^a	43.02	-1.62 ^{bc}	50.23	1.68 ^{bc}	50.09	6.07 ^b	48.50	7.98 ^b
7. Chunhosalbori (청호쌀보리)	41.17	-2.71 ^a	40.60	-1.55 ^{bc}	48.61	1.32 ^{bc}	53.33	6.18 ^b	51.82	8.64 ^a
8. Poongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	41.41	-3.73 ^b	44.44	-1.19 ^{ab}	50.87	2.64 ^{ab}	49.11	6.90 ^{ab}	48.65	7.62 ^c
9. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	38.23	-2.44 ^a	39.67	-2.58 ^c	47.44	0.28 ^c	46.38	6.57 ^{ab}	46.62	8.00 ^b
10. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	42.18	-2.01 ^a	42.91	-1.05 ^{ab}	49.15	3.67 ^a	50.95	5.32 ^c	45.85	8.07 ^b

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval

** Means value of color : L =lightness, +a=red, -a=green

^{abc}Values followed by the sample letter are not significantly different at 5% level.

다. 보리 품종별 엽록소 함량

표 3-9는 1회 시험으로 출수 후 25일까지가 녹색 WG 보리로 활용이 가능할 것으로 판단되어 엽록소 측정기를 이용하여 출수 후 15일부터 5일 간격으로 3회에 걸쳐 엽록소 함량을 품종별로 측정하였다. 그 결과 출수 후 15일인 1회 차의 엽록소 함량이 품종에 관계없이 3회의 조사 중 가장 높았으며 그 중 내한쌀보리와 두원찰쌀보리가 57%로 가장 높았다. 2회 차의 엽록소 함량은 1회 차의 함량보다 대부분 낮아지는 경향을 보였으나 다풍쌀보리와 두원찰쌀보리는 2회 차의 엽록소 함량이 1회 차보다는 높았다. 이와 같이 출수 후 수확이 늦어질수록 엽록소의 함량이 줄어드는 경향을 보였는데 그 이유는 황숙기로 갈수록 엽록소가 분해되어 함량이 줄어드는 것으로 사료되었다. 녹색 WG보리의 수량을 확보하기 위해서는 낱알의 무게가 무겁고 탈부도 잘 되는 시기를 수확 시기로 잡아야 되는데 출수 후 15일은 녹색 WG보리로 이용하기에는 풋내가 남으로 기호성이 많이 떨어진다. 따라서 보통 수량 확보와 함께 기호성과 상품성을 고려하면 출수 후 20일에서 25일 정도가 적당할 것으로 사료되었다.

표 3-10은 2회 시험의 엽록소 측정값으로 1회 시험의 측정값과 비슷한 경향을 보였다. 마찬가지로 출수 후 15일인 1회차의 엽록소 함량보다 2회와 3회차로 갈수록 엽록소가 분해되어 함량이 줄어들었다. 10품종 중 엽록소 함량은 흰찰쌀보리가 1회 차, 2회 차 모두 45%로 가장 높았으며 재안찰쌀보리와 진주찰쌀보리가 10품종 중에서는 엽록소 함량이 가장 낮았다.

표 3-9. 보리 품종별 엽록소 함량 비교(1회 시험)

Cultivar	Heading date (Month/date)	Maturing date	chlorophyll content (%)		
			1st*	2nd	3rd
1. Saessalbori (새쌀보리)	5.04	6.11	48.1	43.2	41.2
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	5.04	6.03	43.7	35.7	32.9
3. Gwanghwalsalbori (광활쌀보리)	5.06	6.12	43.2	40.6	38.0
4. Naehanssalbori (내한쌀보리)	5.08	6.13	57.1	55.7	52.8
5. Dasongssalbori (다송쌀보리)	5.06	6.13	46.1	46.0	44.3
6. Dapoongssalbori (다풍쌀보리)	5.06	6.14	54.0	56.3	58.2
7. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	5.06	6.12	49.1	45.1	46.6
8. Duwonchapssalbori (두원찰쌀보리)	5.08	6.13	57.0	59.5	56.5
9. Songhakssalbori (송학쌀보리)	5.03	6.04	54.2	52.7	49.4
10. Jaechalssalbori (재안찰쌀보리)	5.07	6.12	47.7	48.0	43.5
11. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	5.04	6.07	40.9	36.3	33.6
12. Chunhossalbori (청호쌀보리)	5.05	6.10	49.7	45.3	44.6
13. Pongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	5.06	6.11	51.2	46.8	44.4
14. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	5.07	6.10	55.4	50.8	49.4
15. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	5.07	6.12	47.2	43.8	48.0

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

표 3-10. 보리 품종별 엽록소 함량 비교(2회 시험)

Cultivar	Heading date (Month/date)	Maturing date	chlorophyll content (%)		
			1st*	2nd	3rd
1. Saessalbori (새쌀보리)	5.01	5. 28	41.7	39.9	33.2
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	4.29	5.26	38.5	35.7	31.0
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	4.28	5.26	40.8	38.1	32.9
4. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	4.29	5.25	41.9	38.4	31.0
5. Jaechalssalbori (재안찰쌀보리)	4.30	5.27	38.1	32.5	29.5
6. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	5.01	5.29	37.7	31.4	30.6
7. Chunhosalbori (청호쌀보리)	4.30	5.27	40.0	36.0	36.8
8. Poongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	4.30	5.27	41.5	42.6	36.6
9. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	4.30	5.27	44.3	34.7	33.0
10. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	4.29	5.28	45.0	45.1	36.4

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

라. 보리 품종별 조단백질 함량

표 3-11은 1회 시험의 조단백질 함량을 분석한 결과로 모든 품종들이 출수 후 15일째인 1회 차에서 2회 차로 갈수록 낮아지는 경향을 보였으며 출수 후 25일째인 3회 차까지 조단백질 함량이 낮아지는 경향을 보이다가 출수 후 30일인 4회 차와 35일인 5회 차에서는 점점 증가하는 경향을 보였다. 식이섬유소가 풍부하고 다이어트 식품으로 활용하기 위한 조건은 단백질 함량이 많은 품종이 유리한데 조단백질 함량의 차이는 품종별 차이이고 수확 시기는 조단백질 함량으로만 판단할 때는 출수 후 30일 이후가 함량이 높게 나와 유리할 것으로 판단이 되었다. 15품종 중 조단백질 함량이 가장 높은 품종은 다풍쌀보리, 두원찰쌀보리, 호반찰쌀보리였다.

표 3-12는 2회 시험의 조단백질 함량을 분석한 결과이다. 1회 시험과 같이 품종별로 조단백질 함량이 차이를 보였으며 출수 후 15일 이후부터 25일까지 낮아졌다가 황숙기로 접어들수록 조단백질 함량이 증가하는 경향을 보여 1회 시험과 같이 보리는 영양생장 하는 동안에는 단백질 함량이 줄어들다가 황숙기가 되면 증가한다는 보고와 같은 결과를 보였다. 녹색 WG보리로 활용하기 위한 10품종 중 호반찰쌀보리가 1회 차부터 5회 차까지 나머지 9품종들보다 높은 조단백질 함량을 보여 녹색 WG보리로 활용이 유망할 것으로 사료되었다.

표 3-11. 보리 품종별 조단백질 함량(1회 시험)

Cultivar	Heading date (Month/date)	Crude protein ratio(%)				
		1st*	2nd	3rd	4th	5th
1. Saessalbori (새쌀보리)	5.04	10.71	8.99	8.71	9.41	10.72
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	5.04	12.25	10.01	9.95	10.70	12.02
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	5.06	12.53	9.34	9.89	11.29	12.24
4. Naehanssalbori (내한쌀보리)	5.08	12.06	11.15	11.28	11.94	12.91
5. Dasongssalbori (다송쌀보리)	5.06	10.47	9.17	9.29	10.27	10.77
6. Dapoongssalbori (다풍쌀보리)	5.06	13.10	12.09	12.30	13.74	14.17
7. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	5.06	12.23	9.92	10.59	11.04	12.29
8. Duwonchapsalbori (두원찰쌀보리)	5.08	12.89	12.80	14.12	14.26	15.87
9. Songhakssalbori (송학쌀보리)	5.03	10.83	10.46	10.60	11.01	12.21
10. Jaeanchalssalbori (재안찰쌀보리)	5.07	10.68	11.17	10.72	12.18	12.18
11. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	5.04	11.49	9.08	8.96	9.61	11.61
12. Chunnhosalbori (칭호쌀보리)	5.05	10.72	8.83	8.91	10.03	11.07
13. Pongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	5.06	10.35	9.25	11.18	11.46	10.55
14. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	5.07	13.47	13.01	13.89	15.02	15.89
15. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	5.07	10.77	10.37	9.99	10.51	14.28

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

표 3-12. 보리 품종별 조단백질 함량(2회 시험)

Cultivar	Heading date (Month/date)	Crude protein ratio(%)				
		1st*	2nd	3rd	4th	5th
1. Saessalbori (새쌀보리)	5.01	11.5	9.1	8.7	9.7	9.7
2. Sahanchalssalbori (새한찰쌀보리)	4.29	13.0	10.3	9.7	11.6	11.9
3. Gwanghwalssalbori (광활쌀보리)	4.28	11.8	10.0	10.0	10.5	11.3
4. Donghanchalssalbori (동한찰쌀보리)	4.29	11.4	9.4	9.1	10.6	10.7
5. Jaechalssalbori (재안찰쌀보리)	4.30	11.8	9.8	9.8	11.4	11.8
6. Jinjuchalssalbori (진주찰쌀보리)	5.01	11.8	10.1	9.2	10.2	10.8
7. Chunhosalbori (청호쌀보리)	4.30	11.7	9.6	9.1	9.4	10.4
8. Poongsanchalssalbori (풍산찰쌀보리)	4.30	10.6	9.7	9.4	10.0	10.7
9. Hobanchalssalbori (호반찰쌀보리)	4.30	14.5	12.0	13.2	14.2	13.1
10. Heenchalssalbori (흰찰쌀보리)	4.29	11.6	9.7	9.7	12.0	11.0

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

DAH*

15

20

25

30

35



1. Saessalbori
(새쌀보리)



2. Sahanchalssalbori
(새한찰쌀보리)



3. Gwanghwalsalbori
(광활쌀보리)



4. Naehanssalbori
(내한쌀보리)



5. Dasongssalbori
(다송쌀보리)

DAH*

15

20

25

30

35



6. Dapongssalbori
(다풍쌀보리)



7. Donghanchalssalbori
(동한찰쌀보리)



8. Duwonchapssalbori
(두원찰쌀보리)



9. Songhakssalbori
(송학쌀보리)



10. Jaanchalssalbori
(재안찰쌀보리)

DAH*

15

20

25

30

35



11. Jinjuchalssalbori
(진주찰쌀보리)



12. Chunhossalbori
(청호찰쌀보리)



13. Pongsanchalssalbori
(풍산찰쌀보리)



14. Hobanchalssalbori
(호반찰쌀보리)



15. Heenchalssalbori
(흰찰쌀보리)

그림 3-1. 수확 시기에 따른 blanching 후 녹색도 비교(1회 시험, 15품종)

*DAH 15 : 15 days after heading

DAH*

15

20

25

30

35



1. Saessalbori
(새쌀보리)



2. Sahanchalssalbori
(새한찰쌀보리)



3. Gwanghwalssalbori
(광활쌀보리)



4. Donghanchalssalbori
(동한찰쌀보리)



5. Jaeanchalssalbori
(재안찰쌀보리)

DAH*

15

20

25

30

35



6. Jinjuchalssalbori
(진주찰쌀보리)



7. Chunhosalbori
(청호찰쌀보리)



8. Poongsanchalssalbori
(풍산찰쌀보리)



9. Hobanchalssalbori
(호반찰쌀보리)



10. Heerchalssalbori
(흰찰쌀보리)

그림 3-2. 수확 시기에 따른 blanching 후 녹색도 비교(2회 시험, 10품종)

*DAH 15 : 15 days after heading

DAH*

15

20

25

30

35



수확시기별 색도비교(호반찰쌀보리 1회 시험, 왼쪽부터 출수후 15, 20, 25, 30, 35)

DAH*

15

20

25

30

35



수확시기별 색도비교(호반찰쌀보리 2회 시험, 왼쪽부터 출수후 15, 20, 25, 30, 35)

그림 3-3. 수확시기별 색도비교

*DAH 15 : 15 days after heading

3. 호숙기 유지기간 지속방법 연구

가. 보리 품종별 처리내용에 따른 생육현황

녹색도를 유지하기 위해서는 보리의 호숙기를 연장하는 방법이 있는데 질소 추비량이 증가할수록 안토시아닌 함량이 줄고 높은 질소 함량이 엽록소 생성에 작용해서 엽록소의 분해가 늦어진다(송 등, 2012)는 연구결과를 바탕으로 추비량 비율에 따른 호숙기 유지기간 지속방법을 구명하였다. 표 3-13은 녹색 WG 보리의 품질에 영향을 주는 녹색도를 유지하기 위하여 추비량을 달리하여 처리하였을 때의 생육상황을 나타낸 표이다. 품종은 새쌀보리와 풍산찰쌀보리 2품종에 대해 처리는 기비40% + 1차 추비30% + 2차 추비30%, 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%, 기비 50% + 추비 50% 3가지 처리를 하였다. 출현기는 11월 9일로 처리에 따른 차이는 없었으며 출현도 양호하였다. 출수기는 질소 추비량이 증가함에 따라 지연되었는데, 이 결과는 보리에서 질소시비량이 증가함에 따라 출수기는 늦어진다고 보고한 Lee 등 (1975)의 결과와 일치하여 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%처리구가 출수는 빨랐다. 간장과 수장도 처리에 따른 유의적인 차이는 없었으나 월동 전 경수는 기비40% + 1차 추비30% + 2차 추비30% 처리구가 나머지 2처리에 비해서는 경수가 많았다.

표 3-14는 2회 시험의 결과로 1회 시험과 같이 새쌀보리와 풍산찰쌀보리를 재공시하였고 질소 추비비율도 기비40% + 1차 추비30% + 2차 추비30%, 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%, 기비 50% + 추비 50% 3가지 처리를 하였다. 출현기는 1회 시험과 같이 11월 9일에 모든 처리구에서 양호한 출현을 보였으며 출수기는 기비 50% + 추비 50%보다 각각 1일씩 빨랐다. 성숙기는 처리에 따른 차이를 보이지 않았으며 간장과 수장도 유의적인 차이를 보이지 않았으나 월동 전 경수는 1회 시험에서는 기비40% + 1차 추비30% + 2차 추비30%의 처리구가 높았으나 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40% 처리구가 2품종 모두 높았다. 하지만 처리에 따른 생육은 크게 차이를 나타내지는 않았다.

표 3-13. 질소 추비량에 따른 생육특성(1회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio		Emergence	Heading	Maturing	Culm	Spike	NT* (unit/m ²)
			date	date	date	length	length	
			Month/date			— cm —		
Saessalbori (새쌀보리)	1	4-3-3	11.09	5.06	6.11	75	5.5	344
	2	3-3-4	11.09	5.07	6.12	75	5.4	322
	3	5-5	11.09	5.05	6.10	75	5.4	300
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4	4-3-3	11.09	5.05	6.06	62	7.4	351
	5	3-3-4	11.09	5.06	6.08	62	7.4	273
	6	5-5	11.09	5.04	6.05	61	7.2	307

*NT : Number of tillers before wintering.

표 3-14. 질소 추비량에 따른 생육특성(2회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio		Emergence	Heading	Maturing	Culm	Spike	NT* (unit/m ²)
			date	date	date	length	length	
			Month/date			— cm —		
Saessalbori (새쌀보리)	1.	4-3-3	11.09	4.29	5.27	82	5.2	569
	2.	3-3-4	11.09	4.29	5.27	85	5.3	649
	3.	5-5	11.09	4.30	5.27	84	5.2	573
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4.	4-3-3	11.09	4.28	5.26	61	7.2	504
	5.	3-3-4	11.09	4.28	5.26	60	7.2	578
	6.	5-5	11.09	4.29	5.26	61	7.1	460

*NT : Number of tillers before wintering.

나. 보리 품종별 처리내용에 따른 수량구성 요소 및 수량

표 3-15는 추비 처리에 따른 수량을 조사한 표로 1회 시험한 결과이다. 수수는 새쌀보리 품종은 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40% 처리구에서 489개/m²로 많았으며 풍산찰쌀보리 품종에서는 기비 50% + 추비 50% 처리구에서 많았다. 립수와 1ℓ 중, 수량에 영향을 미치는 1,000립중은 각 종품별 추비 처리구에 따른 차이가 크게 없었다. 하지만 설립중은 새쌀보리 품종에서 기비40% + 1차 추비30% + 2차 추비30% 처리구에서 다른 추비 처리구에 비해 많이 나와 수량에 영향을 주었으며 새쌀보리 품종을 재배 시 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비 40% 처리구가 수량이 높았으며 풍산찰쌀보리 품종을 재배 시 기비40% + 1차 추비30% + 2차 추비30% 처리구에서 수량이 높은 결과를 얻을 수 있었다. 질소 추비량이 증가할수록 건물중이 증가한다고 보고(Yun 등, 1998)가 되어 종실에 영향을 미쳐 수량이 증가 될 것으로 예상했으나 이번 실험에서는 유의적인 차이는 볼 수 없어 호숙기 유지를 위한 지속방법 연구와 같이 수량도 증가시킬 수 있는 연구도 병행되어야 할 것으로 사료되었다.

표 3-16도 1회 시험과 같이 추비 처리에 따른 수량을 조사한 결과이다. 수수와 립수, 1ℓ 중, 1,000립중은 추비 처리에 따른 차이를 나타내지 않았으며 수량에 있어서도 많은 차이를 볼 수 없었다.

표 3-15. 질소 추비 처리에 따른 수량(1회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio	Number of spike Spike/m ²	Number of leaf	Test weight g/ℓ	1,000-grain weight g	Empty grain weight	Grain Milled grain	
							weight	weight
							kg/10a	
Saessalbori (새쌀보리)	1. 4-3-3	425	60	807	30.0	1.1	529	408
	2. 3-3-4	489	59	806	30.0	0.6	555	427
	3. 5-5	436	59	806	30.9	0.6	503	387
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4. 4-3-3	653	21	783	39.9	1.2	520	400
	5. 3-3-4	733	22	781	39.8	1.2	483	372
	6. 5-5	856	22	791	39.8	1.2	494	381

표 3-16. 질소 추비 처리에 따른 수량(2회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio	Number of spike	Number of leaf	Test weight	1,000-grain	Empty grain weight	Grain weight	Milled grain weight
					weight			
		Spike/m ²			g/l	kg/10a		
Saessalbori (새쌀보리)	1. 4-3-3	584	60	813	30.3	0.6	609	469
	2. 3-3-4	564	64	811	29.8	0.6	627	483
	3. 5-5	582	67	812	30.2	0.5	632	486
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4. 4-3-3	1,358	21	802	37.7	1.8	489	377
	5. 3-3-4	1,058	22	795	37.2	2.2	523	403
	6. 5-5	971	22	770	37.6	1.7	496	382

다. 보리 품종별 처리내용에 따른 품종 특성

(1) 보리 품종별 처리내용에 따른 탈부율

녹색 WG 보리의 품질을 결정하는 탈부율을 추비 처리별 채취시기에 따라 blanching 처리하고 건조 후에 탈부율을 조사한 결과는 표 3-17과 같다. 탈피되지 않은 보리는 녹색 WG 보리를 생산하는데 있어 품질을 저하시키는 가장 큰 요인으로 품종에 따라 차이를 보이기는 하지만 추비 처리에 따른 차이도 많이 나타났다. 새쌀보리 품종은 풍산찰쌀보리보다 품종에 있어 탈부가 잘되는 품종이었으며 각 품종의 추비 처리에 따른 탈부율을 보았을 때 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40% 처리구가 탈부율이 가장 좋았으며 출수 후 15일째부터 35일째가 되는 황숙기 기간까지 탈부율이 꾸준히 높아 수확 시기를 결정할 수 있는 범위가 높은 처리구였다. 풍산찰쌀보리 품종 같은 경우는 새쌀보리에 비해 탈부율이 전반적으로 낮았지만 새쌀보리 품종과 같이 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%의 처리구가 탈부율이 균일하게 높았으며 특히 출수 후 25일 수확을 할 경우 탈부율이 90% 이상으로 높아 탈부율 조건만 보았을 때는 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40% 처리가 양호할 것으로 사료되었다.

표 3-18도 품종과 추비 처리 조건을 같이하여 다음해 2회에 걸쳐 시험한 결과로 1회 시험의 결과와 마찬가지로 새쌀보리가 풍산찰쌀보리에 비해 탈부율이 높았으며 전반적으로 탈부율이 90% 이상 나왔으며 1회 시험보다는 탈부율이 높았다. 추비 처리에 따른 탈부율을 보았을 때 1회 시험의 결과와 같이 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%의 처리조건이 탈부율이 높아서 1, 2회의 시험의 결과에 비추어 탈부율 조건만으로 보았을 때 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40% 처리가 양호할 것으로 사료되었다.

표 3-17. 질소 추비처리에 따른 탈부율(1회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio		Heading date (Month/date)	Dehulling ratio(%)				
				1st*	2nd	3rd	4th	5th
Saessalbori (새쌀보리)	1.	4-3-3	5.06	85.4	95.5	95.3	99.9	100
	2.	3-3-4	5.07	99.3	96.2	99.8	100	98.0
	3.	5-5	5.05	83.0	93.7	98.8	100	100
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4.	4-3-3	5.05	47.7	58.4	81.3	90.5	69.2
	5.	3-3-4	5.06	60.8	58.9	91.5	87.3	85.2
	6.	5-5	5.04	81.3	54.0	78.9	88.3	78.5

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

표 3-18. 질소 추비처리에 따른 탈부율(2회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio		Heading date (Month/date)	Dehulling ratio(%)				
				1st*	2nd	3rd	4th	5th
Saessalbori (새쌀보리)	1.	4-3-3	4.29	96	98	98	100	100
	2.	3-3-4	4.29	96	97	100	100	100
	3.	5-5	4.30	96	97	100	100	100
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4.	4-3-3	4.28	94	93	87	94	92
	5.	3-3-4	4.28	90	92	99	89	90
	6.	5-5	4.29	92	93	96	84	89

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

(2) 보리 품종별 처리내용에 따른 녹색도

표 3-19는 품종별 추비처리 비율에 따른 녹색도를 Hunter Value값으로 나타낸 것으로 출수 후 15일에 조사한 새쌀보리의 적색도값은 추비처리 비율에 관계없이 모두 -값을 나타내어 녹색도를 보였다. 출수 후 20일에 조사한 적색도값은 +를 나타냈으나 부분적으로 녹색을 보여 출수 후 20일까지는 녹색 WG보리로 활용 시 문제가 없을 것으로 보였다. 풍산찰쌀보리 품종의 녹색도는 출수 후 20일까지 모든 추비처리구에서 적색도값이 -를 보여 녹색도가 새쌀보리보다는 높았으며 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%의 처리조건은 출수 후 25일까지도 적색도값이 -를 보여 다른 추비처리 조건보다 녹색기간이 더 오래 유지되는 결과를 보였다.

표 3-20은 같은 품종과 추비처리 조건으로 다음해에 재공시하여 시험한 결과로 품종과 추비처리 조건에 관계없이 출수 후 20일까지 Hunter Value값의 적색도가 -값이 나와서 녹색도를 나타내었다.

표 3-19. 질소 추비처리에 따른 녹색도(1회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio	1st*		2nd		3rd		4th		5th	
		L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**
Saessalbori (새쌀보리)	1. 4-3-3	36.82	-0.08	39.36	0.98	41.89	2.04	46.95	4.16	45.80	7.59
	2. 3-3-4	40.70	-1.18	40.28	1.72	43.12	3.92	49.06	6.93	45.70	8.23
	3. 5-5	39.54	-1.60	38.80	1.24	43.66	4.05	48.34	6.82	47.38	8.42
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4. 4-3-3	38.52	-0.30	39.50	-1.92	45.04	0.87	50.58	3.66	51.44	8.01
	5. 3-3-4	39.55	-1.11	38.90	-3.10	44.09	-0.24	49.28	2.61	51.38	8.57
	6. 5-5	39.31	-1.03	39.51	0.43	45.86	2.97	50.72	7.12	49.34	8.42

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval

** Means value of color : L =lightness, +a=red, -a=green.

표 3-20. 질소 추비처리에 따른 탈부율(2회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio	1st*		2nd		3rd		4th		5th	
		L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**	L**	a**
Saessalbori (새쌀보리)	1. 4-3-3	41.0	-1.8	41.2	-0.4	46.0	3.9	50.2	5.8	46.8	7.8
	2. 3-3-4	40.2	-1.0	41.4	-0.5	47.1	4.4	49.1	5.1	46.5	7.5
	3. 5-5	40.8	-2.0	44.4	-0.1	49.4	4.0	48.0	7.1	46.9	7.8
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4. 4-3-3	41.9	-3.2	43.6	-1.7	50.2	3.5	51.1	6.3	49.4	8.1
	5. 3-3-4	42.1	-2.0	44.4	-1.0	50.9	3.8	50.9	6.4	48.9	8.0
	6. 5-5	40.7	-2.6	43.4	-1.6	50.2	2.7	50.8	6.3	50.0	7.8

* Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval

** Means value of color : L =lightness, +a=red, -a=green.

(3) 보리 품종별 처리내용에 따른 엽록소 함량

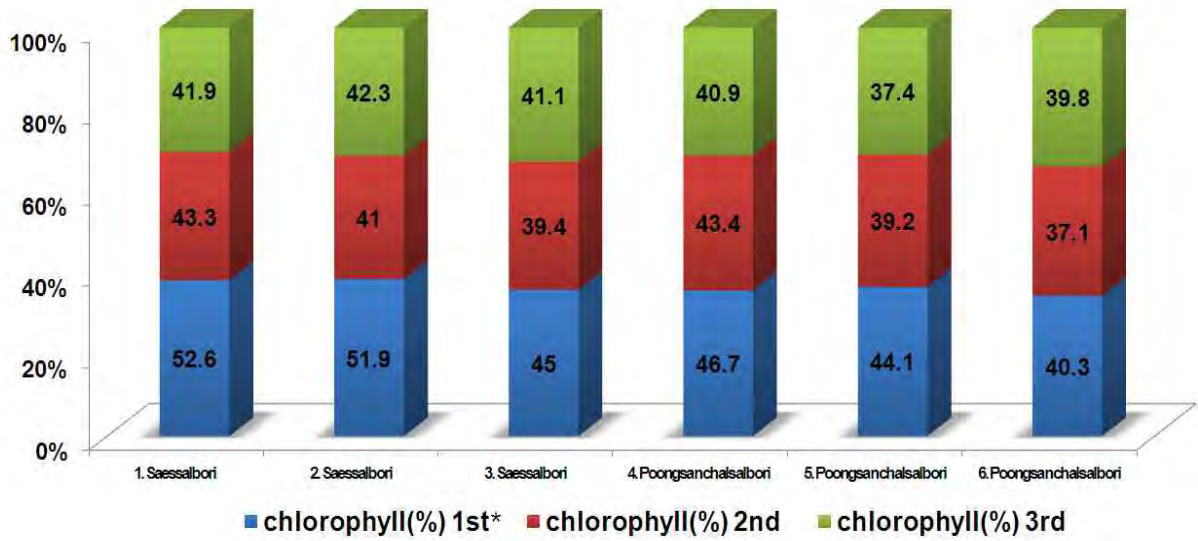


그림 3-4. 질소 추비처리에 따른 엽록소 함량(1회 시험)

*Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

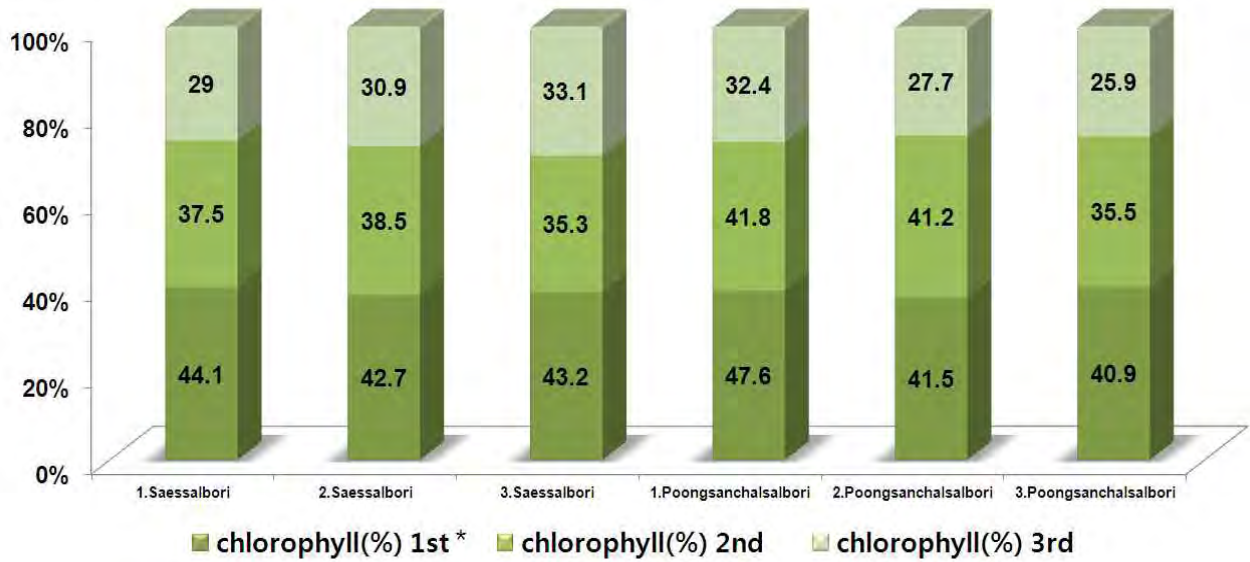


그림 3-5. 질소 추비처리에 따른 엽록소 함량(2회 시험)

*Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

그림 3-4과 3-5는 품종별 추비처리조건에 따른 엽록소 함량을 출수 후 15일부터 5일 간격으로 25일 까지 조사한 그림으로 2회에 걸쳐 조사한 결과 연차별 차이는 크게 나타나지 않았으나 출수 후 15일째의 엽록소 함량이 20일과 25일에 조사한 엽록소 함량보다 대체적으로 높았으며 추리 처리는 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40%의 처리가 다른 추비처리 조건보다 엽록소 함량이 높은 것을 알 수 있었다.

(4) 보리 품종별 처리내용에 따른 조단백질 함량

표 3-21과 3-22는 2회에 걸쳐 조단백질 함량을 조사한 결과로 단백질 함량은 새쌀보리와 풍산찰쌀보리가 10% 정도로 추비처리 및 수확시기에 따른 유의적인 차이는 볼 수 없었다.

표 3-21. 질소 추비처리에 따른 조단백질 함량(1회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio	Heading date (Month/date)	Crude protein ratio(%)				
			1st*	2nd	3rd	4th	5th
Saessalbori (새쌀보리)	1. 4-3-3	5.06	12.79	10.43	9.21	9.58	10.60
	2. 3-3-4	5.07	10.18	8.97	9.44	9.72	11.54
	3. 5-5	5.05	11.13	9.74	8.80	9.58	10.87
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4. 4-3-3	5.05	10.30	8.86	9.26	9.53	10.05
	5. 3-3-4	5.06	9.91	9.04	9.58	10.32	9.40
	6. 5-5	5.04	9.91	8.53	9.02	9.75	12.07

*Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

표 3-22. 질소 추비처리에 따른 조단백질 함량(2회 시험)

Cultivar	Nitrogen top dressing ratio	Heading date (Month/date)	Crude protein ratio(%)				
			1st*	2nd	3rd	4th	5th
Saessalbori (새쌀보리)	1. 4-3-3	4.29	11.3	9.5	8.2	9.2	9.4
	2. 3-3-4	4.29	12.0	9.9	8.9	9.7	10.1
	3. 5-5	4.30	10.8	8.9	8.2	9.3	9.3
Poongsanchalsalbori (풍산찰쌀보리)	4. 4-3-3	4.28	10.2	8.4	9.5	10.9	11.2
	5. 3-3-4	4.28	9.8	8.6	9.1	10.3	10.4
	6. 5-5	4.29	9.2	8.7	9.1	11.3	9.8

*Investigated interval : 15days after heading by 5 days interval.

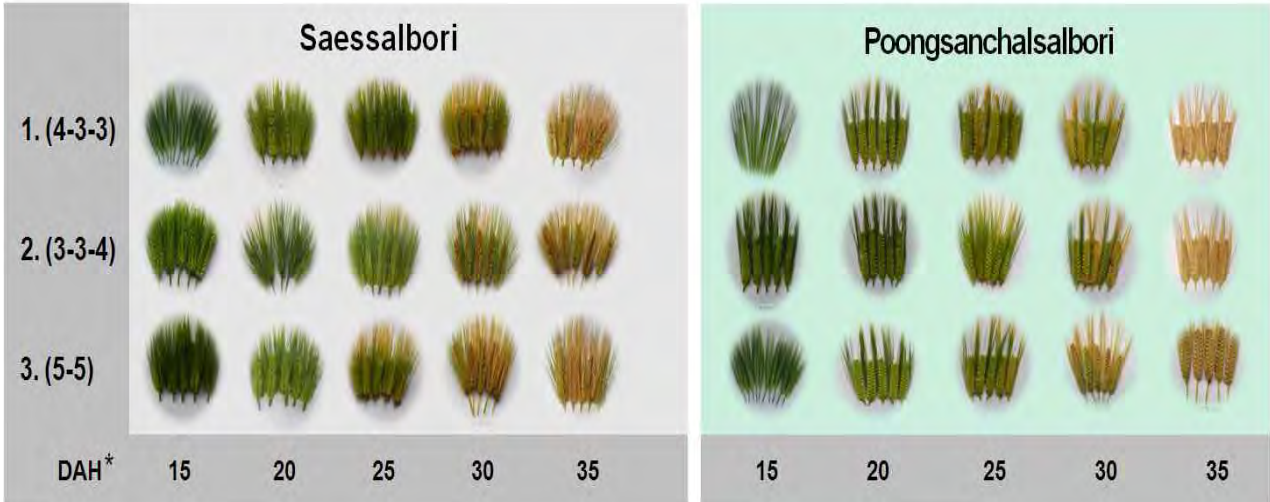


그림 3-6. 수확시기에 따른 이삭 비교(1회 시험)

*DAH 15 : 15 days after heading.

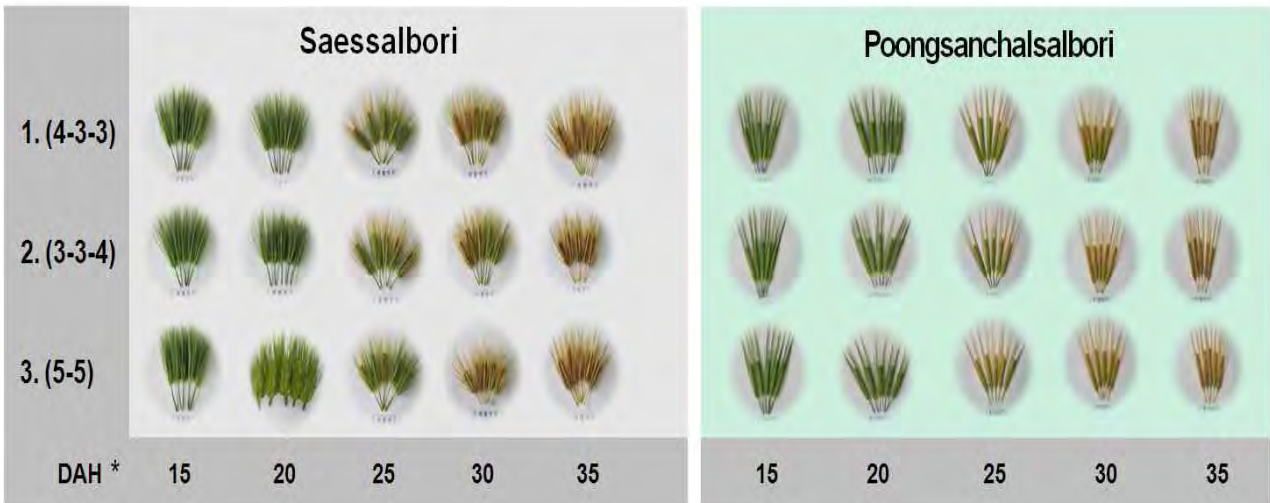


그림 3-7. 수확시기에 따른 이삭 비교(2회 시험)

*DAH 15 : 15 days after heading.

그림 3-6과 3-7은 새쌀보리와 풍산찰쌀보리를 추비처리 간 2회에 걸쳐 출수 후 15일부터 35일까지 5일 간격으로 이삭을 수확하여 끓는 물에 90초로 blanching하여 50℃의 열풍 건조기에서 16시간 건조 후 녹색도를 비교한 그림이 되겠다. 그림과 같이 모든 추비 처리구가 20일까지는 녹색 WG 보리로 활용이 가능할 정도로 녹색을 나타내었으며 그 중 기비30% + 1차 추비 30% + 2차 추비40%의 처리 조건의 보리가 출수 후 30일까지 녹색을 보여 다른 추비 조건보다는 녹색기간을 더 나타내는 결과를 보였다.

DAH*

15

20

25

30

35



새쌀보리

(왼쪽부터 출수후 15일, 20, 25, 30, 35)

DAH*

15

20

25

30

35



풍산찰쌀

(왼쪽부터 출수후 15일, 20, 25, 30, 35)

그림 3-8. 수확시기별 비교1

*DAH 15 : 15 days after heading

그림 3-8은 기비30% + 1차 추비30% + 2차 추비40% 처리구의 새쌀보리와 풍산찰쌀보리를 출수 15일부터 35일까지 5일 간격으로 수확 후 blanching하여 탈부한 낱알 종자를 비교한 사진이다. 2품종 모두 진한 녹색을 나타내는 정도는 출수 후 20일까지였으며 향후 녹색 WG보리를 대량생산하게 된다면 녹색도나 탈부율을 고려하더라도 출수 후 25일까지는 수확이 가능할 것으로 사료되었다.

IV. 녹색 whole grain용 밀 생산을 위한 품종선발 및 재배

1. 적정 수확시기 설정

밀의 곡립이 녹색을 유지하면서 생산수량이 최대가 되는 수확시기를 설정하기 위하여 시험을 수행한 결과는 다음과 같다. 금강밀의 출수 후 20일째부터 3일 간격으로 41일째까지 8회 수확하여 블렌칭한 후 알곡의 색도를 측정된 결과는 표 4-1과 같다. 출수 후 일수가 경과할수록 명도와 적색도는 통계적으로 유의하게 증가하였고, 황색도는 출수 후 일수가 증가할수록 증가하다가 출수 후 32일째에 가장 높았다. 이후에는 감소하는 경향이였다. 특히 적색도(a)는 출수 후 32일째까지 음의 값을 보이다가 35일째부터 양의 값을 보였는데, 그림 4-1과 같이 적색도가 양의 값을 보이는 35일째부터 녹색도는 육안으로 감소되는 것을 볼 수 있었다.

출수 후 일수에 따른 천립중은 통계적으로 유의하게 증가하여 출수 후 35일 이후에는 통계적으로 다르지 않은 천립중을 보였다. 한편 녹색 WG 밀을 녹색, 황색 그리고 녹색과 황색이 같이 보이는 녹황색 3가지로 구분하여 나누어 무게를 측정된 결과는 표 4-2와 같다. 출수 후 26일째까지는 녹색만 나타났고, 녹황색은 29일째부터 나타나기 시작하여 35일째에 가장 많았고, 황색은 32일째부터 나타나기 시작하여 38일째에 급격히 증가하였다. 녹황색이 사라지는 시기까지의 녹색과 녹황색의 수량을 합하여 녹색 WG 밀의 수량을 구한 결과 출수 후 35일째에 422kg/10a로 가장 많았고, 통계적으로는 32일째와 35일째는 유의하지 않았다.

그림 4-1은 출수 후 일수가 경과함에 따른 녹색 WG 밀의 육안으로 나타나는 모습이다. 출수 후 일수가 경과함에 따라 녹색이 조금씩 얼어지다가 35일째를 기준으로 녹색이 사라지고 황색으로 나타나기 시작한다. 녹색이 지속되는 기간을 기준으로 상품성을 볼 때 32일째까지를 인정할 수 있을 것으로 판단된다. 수확시기가 빠를수록 알곡이 쭈글쭈글해지는 경향인데, 전분이 충분히 축적되지 못하여 나타나는 것으로 표 4-2에서와 같이 천립중이 적게 나타났다.

2. 녹색 WG 밀용 적정 밀 품종 선발

녹색 WG 밀의 품질과 수량성이 우수한 밀 품종을 선발하고자 시험을 수행하였다. 시험품종의 생육특성은 표 4-3과 같다. 출수기는 4월 28일부터 5월 5일까지 품종 간에 최대 8일의 차이가 있었다. 4월 30일까지 출수한 품종은 조품밀, 적중밀, 조경밀, 금강밀, 백중밀 등 4품종이었고, 금강밀, 조경밀, 조품밀, 은과밀 수안밀 등 5품종이었고, 5월에 출수한 품종은 연백밀, 밀성밀, 조은밀, 그루밀, 은과밀 등 20품종이었다. 1m²당 경수는 품종 간에 차이가 있는데, 천립중의 차이에 기인한 것으로 보인다. 수당립수 또한 품종 간 차이가 큰데, 이는 단위면적당 경수의 차이에 따른 요인과 품종 고유의 특성요인에 기인된 것으로 보인다. 천립중은 수안밀, 그루밀, 연백밀, 울밀 등이 무거웠고, 밀성밀, 남해밀, 다홍밀, 신미찰1호 등이 가벼웠다.

밀을 출수 후 30일째에 수확하여 블렌칭, 건조 및 탈곡한 곡립의 색을 녹색, 녹황색, 황색으로 구분하여 수량으로 환산한 결과는 표 4-4와 같다. 녹색과 녹황색만 조사된 품종은 적중밀, 금강밀, 조경밀, 조품밀, 백중밀, 연백밀, 밀성밀, 조은밀, 남해밀 등 9품종이었고, 백중밀, 연백밀, 밀성밀 3품종의 수량이 586.2kg/10a 이상으로 높았다. 녹색 WG밀이 전혀 생산되지 않은 품종은 알찬밀, 다홍밀, 우리밀, 신미찰1호, 진품밀, 탐동밀 6품종이었다. 탐동밀을 제외한 나머지 5품종은 539kg/10a 이상의 수량을 보여 수확시기를 앞당긴다면 녹색 WG 밀의 수량을 충분히 확보할 수 있을 것으로 보인다.

밀 품종별 색도를 측정한 결과는 표 4-5와 같다. 녹색 WG밀의 녹색도에 가장 큰 영향을 미치는 a 값인데, 값이 낮을수록 녹색이 진하게 나타났다. a 값이 1이하인 품종은 외관상 녹색도에서도 높게 나타나 상관관계를 보이고 있다. 반면, 명도(L)와 황색도(b)는 녹색정도와 크게 관련이 없었다.

밀 품종별 출수기와 녹색 WG밀 수량을 비교한 결과는 그림 4-2와 같다. 출수기 5월 1일을 기준으로 수량이 높은 품종은 4월 30일에 출수한 백중밀, 5월 4일에 출수한 은과밀, 연백밀, 우리밀, 알찬밀, 다호밀 5품종의 수량이 높았다.

밀 품종별 녹색 WG밀의 육안으로 나타나는 녹색의 품질은 적중밀, 금강밀, 조경밀, 조품밀, 백중밀, 연백밀, 밀성밀, 조은밀, 그루밀, 수안밀, 남해밀 11품종이 양호하였다. 따라서 수량성과 외관으로 보여지는 녹색 품질을 기준으로 볼 때 녹색 WG밀용 밀은 백중밀, 연백밀 2품종이 가장 우수한 것으로 판단된다.

3. 적정 파종시기 구명

녹색 WG 밀의 수확시기를 분산시킬 수 있는 작부체계를 개발하기 위하여 밀 적정 파종시기를 구명하고자 시험을 수행하였다. 시험품종은 금강밀, 조경밀, 백중밀 3품종이었고, 답리작 포장에 15kg/10a을 파종하였고, 파종방법은 휴립광산파이었다. 파종시기는 10월 20일, 10월 30일, 11월 10일, 다음해 2월 20일이었다. 품종 및 파종시기별 생육 및 수량은 표 4-6과 같다. 금강밀 등 3품종 모두 파종시기가 늦어질수록 출수기도 늦어져 4월 29일부터 출수하여 5월 15일까지 출수시기가 분산되었다. 따라서 파종시기를 달리함으로써 수확시기를 분산할 수 있을 것으로 판단된다.

출수소요일수는 추파(10월 20일, 10월 30일, 11월 10일)보다 춘파(2월 20일)에서 크게 단축되었다. m²당 경수는 파종시기가 늦어질수록 감소하는 경향이었고 이삭의 건물률은 11월 10일 파종에서 가장 높았고, 역시 천립중도 많았다. 수량은 춘파보다 추파에서 높게 나타났고, 10월 20일 파종에서 모든 품종이 높게 나타났다. 남부지역의 밀 파종적기인 10월 중순에 파종하는 것이 월동을 위하여 충분히 생육을 하게 되고, 생육재생기 이후에 정상적인 생육으로 수량이 높아진 것으로 생각된다. 파종시기별 녹 WG통밀의 색도는 표 4-7과 같다. 파종시기별 명도는 11월 10일 파종에서 가장 높았고, 적색도는 11월 10일 파종을 제외한 모든 처리에서 비슷하였다.

파종시기별 녹색 WG밀의 색깔별 수량은 표 4-8과 같다. 춘파재배에서 녹색과 녹황색의 녹색 WG밀 수량은 추파재배보다 많았다. 조경밀의 춘파재배의 경우 녹색, 녹황색, 황색의 비율이 각각 46.3, 22.0, 31.7%로 나타났는데, 춘파시 주경과 분얼경의 생육차이로 알곡의 성숙정도가 달라서 나타난 결과로 보인다(그림 4-4).

따라서 춘파재배로 수확시기를 분산할 수 있지만, 춘파재배시에는 주내에서의 성숙차이를 경감할 수 있는 방안이 금후 검토되어야 할 것으로 판단된다.

표 4-1. 수확 시기별 색도(금강밀)

Day after heading	Color value*		
	L	a	b
20	36.2 f**	-3.0 f	20.8 f
23	38.1 e	-4.2 g	23.3 e
26	42.5 d	-1.8 e	24.4 e
29	45.6 c	-1.9 e	26.0 d
32	49.6 b	-0.3 d	29.9 a
35	52.5 a	5.0 c	28.2 b
38	52.7 a	8.2 b	27.0 cd
41	51.9 a	9.5 a	27.8 bc

* Chromaticity: L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)

** the same letters in a column are not significantly differently at $P < 0.05$ by duncan multiple range test

표 4-2. 수확 시기별 수량(금강밀)

Day after heading	Weight of 1,000 grains (g)	Yield(kg/10a)				
		Green	Greenish yellow	Yellow	Green + Greenish yellow	Yield index
20	12.6 f*	129.5	0.0	0.0	129.5 e	32
23	17.7 e	209.8	0.0	0.0	209.8 d	52
26	25.1 d	269.2	0.0	0.0	269.2 c	67
29	32.2 c	118.9	212.4	0.0	331.4 b	82
32	37.3 b	73.8	329.9	5.8	403.7 a	100
35	42.1 a	0.0	422.8	33.3	422.8 a	105
38	44.4 a	0.0	0.0	489.0	0.0 f	0
41	44.5 a	0.0	0.0	476.6	0.0 f	0

* the same letters in a column are not significantly differently at $P < 0.05$ by duncan multiple range test

표 4-3. 밀 품종별 생육 특성

Variety	Date of heading	No. of stem per m ²	No. of grains per panicle	Weight of 1,000 grains (g)
Jeokjungmil (적중밀)	29 Apr.	923	25	29.0 hi*
Keumgangmil (금강밀)	30 Apr.	723	27	32.2 de
Jogyongmil (조경밀)	29 Apr.	830	29	29.9 fgh
Jopummil (조품밀)	28 Apr.	906	27	28.7 hi
Baekjungmil (백중밀)	30 Apr.	979	34	29.8 gh
Yeonbaekmil (연백밀)	4 May	892	31	34.4 c
Milseongmil (밀성밀)	1 May	972	37	23.8 j
Joeunmil (조은밀)	30 Apr.	964	24	29.9 fgh
Guromil (그루밀)	5 May	820	25	36.7 b
Eunpamil (은파밀)	4 May	1,113	28	32.0 ef
Suanmil (수안밀)	2 May	761	27	38.8 a
Olmil (올밀)	4 May	867	32	34.5 c
Sinmichalmil (신미찰밀)	4 May	727	32	32.9 cde
Namhaemil (남해밀)	1 May	871	29	27.1 i
Alchanmil (알찬밀)	5 May	1,188	34	28.2 hi
Dahongmil (다홍밀)	5 May	1,063	38	27.2 i
Urimil (우리밀)	4 May	880	38	33.4 cde
Sinmichal#1 (신미찰1호)	4 May	951	31	27.6 i
Jinpummil (진품밀)	3 May	1,072	30	31.6 efg
Tapdongmil (탑동밀)	4 May	907	27	34.2 cd

* the same letters in a column are not significantly differently at P<0.05 by duncan multiple range test

표 4-4. 밀 품종별 수량

Variety	Yield(kg/10a) (rate, %)			
	Green	Greenish yellow	Yellow	Green + Greenish yellow
Jeokjungmil (적중밀)	265.8 (56.3)	192.1 (43.7)	0.0	458.0 bc*
Keumgangmil (금강밀)	160.1 (36.0)	278.9 (64.0)	0.0	439.0 c
Jogyongmil (조경밀)	174.3 (34.7)	324.6 (65.3)	0.0	498.9 bc
Jopummil (조품밀)	151.3 (30.0)	342.3 (70.0)	0.0	493.6 bc
Baekjungmil (백중밀)	159.7 (23.3)	529.0 (76.7)	0.0	688.7 ab
Yeonbaekmil (연백밀)	81.1 (12.7)	582.5 (87.3)	0.0	663.6 abc
Milseongmil (밀성밀)	71.8 (12.0)	514.3 (88.0)	0.0	586.2 abc
Joeunmil (조은밀)	49.6 (10.3)	441.7 (89.7)	0.0	491.2 bc
Guromil (그루밀)	26.7 (5.0)	498.8 (93.0)	10.2 (2.0)	525.5 bc
Eunpamil (은과밀)	7.9 (1.3)	668.8 (93.7)	37.6 (5.0)	676.7 ab
Suanmil (수안밀)	7.3 (1.3)	523.4 (96.7)	10.5 (2.0)	530.7 bc
Olmil (올밀)	10.2 (1.3)	460.4 (66.7)	206.2 (32.0)	470.6 bc
Sinmichalmil (신미찰밀)	5.1 (1.0)	472.8 (87.7)	61.8 (11.3)	477.9 bc
Namhaemil (남해밀)	3.1 (0.7)	476.2 (99.3)	0.0	479.3 bc
Alchanmil (알찬밀)	0.0	775.5 (98.0)	16.7 (2.0)	775.5 a
Dahongmil (다홍밀)	0.0	647.6 (85.3)	113.8 (14.7)	647.6 abc
Urimil (우리밀)	0.0	623.9 (80.0)	146.7 (20.0)	623.9 abc
Sinmichal#1 (신미찰1호)	0.0	556.2 (98.3)	9.5 (1.7)	556.2 abc
Jinpummil (진품밀)	0.0	539.1 (75.0)	167.1 (25.0)	539.1 bc
Tapdongmil (탑동밀)	0.0	486.5 (82.3)	101.5 (17.7)	486.5 bc

* the same letters in a column are not significantly differently at P<0.05 by duncan multiple range test

표 4-5. 밀 품종별 녹색도

variety	Color value*		
	L	a	b
Jeokjungmil (적중밀)	46.1 gh**	-3.2 l	25.2 cde
Keumgangmil (금강밀)	47.0 efg	-2.5 kl	26.0 bc
Jogyongmil (조경밀)	45.6 h	-1.9 k	26.0 bc
Jopummil (조품밀)	47.7 cde	-1.7 jk	24.2 fgh
Baekjungmil (백중밀)	50.2 ab	-1.6 jk	28.0 a
Yeonbaekmil (연백밀)	47.3 def	-0.6 ij	26.4 b
Milseongmil (밀성밀)	47.4 cdef	-0.2 hi	24.3 fgh
Joeunmil (조은밀)	45.6 h	0.4 ghi	25.6 bcd
Guromil (그루밀)	46.9 efg	0.8 fgh	24.4 efg
Eunpamil (은파밀)	49.7 b	0.9 fgh	28.7 a
Suanmil (수안밀)	46.4 fgh	1.4 fg	23.5 hi
Olmil (올밀)	48.2 cd	1.7 ef	26.2 b
Sinmichalmil (신미찰밀)	51.0 a	2.8 de	25.6 bcd
Namhaemil (남해밀)	48.3 cd	3.3 cd	24.8 def
Alchanmil (알찬밀)	46.2 gh	3.9 bcd	22.8 ij
Dahongmil (다홍밀)	48.3 cd	3.9 bcd	22.9 ij
Urimil (우리밀)	48.3 cd	4.1 abc	23.0 ij
Sinmichal#1 (신미찰1호)	47.6 cde	4.8 ab	23.9 gh
Jinpummil (진품밀)	48.4 c	5.2 a	24.1 fgh
Tapdongmil (탑동밀)	46.8 efg	5.3 a	22.5 j

* Chromaticity: L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)

** the same letters in a column are not significantly differently at P<0.05 by duncan multiple range test

표 4-6. 파종시기별 생육 특성

Variety	Seeding date	Heading date	Days to heading	No. of stem per m ²	No. of grain per panicle	Rate of dry matter of panicle (%)	Weight of 1,000 grain (g)	Yield (kg/10a)
Keumg- angmil	20 Oct.	30 Apr.	193	723	27	48.1	32.2 bc*	439.0 a
	30 Oct.	2 May	185	658	25	51.3	36.7 ab	420.0 a
	10 Nov.	6 May	178	460	34	55.7	40.5 a	447.4 a
	20 Feb.	14 May	84	333	34	44.3	25.1 c	200.4 b
Baekju- ngmil	20 Oct.	30 Apr.	193	979	34	48.1	29.8 c	688.7 a
	30 Oct.	30 Apr.	183	649	27	50.2	33.6 b	408.0 b
	10 Nov.	6 May	178	475	39	55.4	37.9 a	502.6 b
	20 Feb.	14 May	84	296	39	54.7	24.6 d	199.5 c
Jokyeo- ngmil	20 Oct.	29 Apr.	192	830	29	50.9	29.9 bc	498.9 a
	30 Oct.	1 May	184	712	26	49.1	34.0 b	462.5 ab
	10 Nov.	6 May	178	403	32	53.4	40.7 a	365.1 b
	20 Feb.	15 May	85	296	32	46.6	28.8 c	194.8 c

* the same letters in a column are not significantly differently at P<0.05 by duncan multiple range test

표 4-7. 파종시기별 녹색도

Variety	Seeding date	Color value*		
		L	a	b
Keumgangmil	20 Oct.	45.6 b**	-1.9 b	26.0 b
	30 Oct.	48.4 ab	-0.9 b	29.8 a
	10 Nov.	52.1 a	2.2 a	27.6 b
	20 Feb.	40.5 c	-1.3 b	22.1 c
Baekjunmil	20 Oct.	47.7 b	-1.7 b	24.2 b
	30 Oct.	47.7 b	-1.5 b	26.3 a
	10 Nov.	51.6 a	0.9 a	26.3 a
	20 Feb.	45.0 c	-1.6 b	22.3 c
Jokyeongmil	20 Oct.	47.0 b	-2.5 b	26.0 b
	30 Oct.	48.4 b	-1.7 b	27.9 a
	10 Nov.	52.1 a	1.3 a	27.6 a
	20 Feb.	44.0 c	-0.3 ab	23.7 c

* Chromaticity: L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)

** the same letters in a column are not significantly differently at $P < 0.05$ by duncan multiple range test

표 4-8. 품종별 파종시기에 따른 녹색도

Variety	Seeding date	Yield(kg/10a) (rate, %)			
		Green	Greenish yellow	Yellow	Green + Greenish yellow
Keumgangmil	10/20	160.1 (36.0)	278.9 (64.0)	0.0	439.0 a*
	10/30	39.7 (9.7)	380.2 (90.3)	0.0	420.0 a
	11/10	0.0	443.4 (99.0)	4.0 (1.0)	443.4 a
	2/20	129.2 (71.0)	66.4 (30.3)	4.8 (2.0)	195.6 b
Baekjunmil	10/20	159.7 (23.3)	529.0 (76.6)	0.0	688.7 a
	10/30	56.7 (14.0)	351.3 (86.0)	0.0	408.0 b
	11/10	23.7 (5.0)	477.1 (94.7)	1.8 (0.3)	500.8 b
	2/20	110.7 (55.7)	79.4 (40.0)	9.4 (4.3)	190.1 c
Jokyeongmil	10/20	174.3 (34.7)	324.6 (65.3)	0.0	498.9 a
	10/30	59.1 (13.3)	403.4 (90.0)	0.0	462.5 ab
	11/10	31.3 (7.7)	331.3 (91.7)	2.5 (0.7)	362.6 b
	2/20	80.3 (46.3)	35.5 (22.0)	78.9 (31.7)	115.8 c

* the same letters in a column are not significantly differently at P<0.05 by duncan multiple range test



20th



23th



26th



29th



32th



35th



38th



41th

Day after heading

그림 4-1. 수확 시기에 따른 녹색도(금강밀)

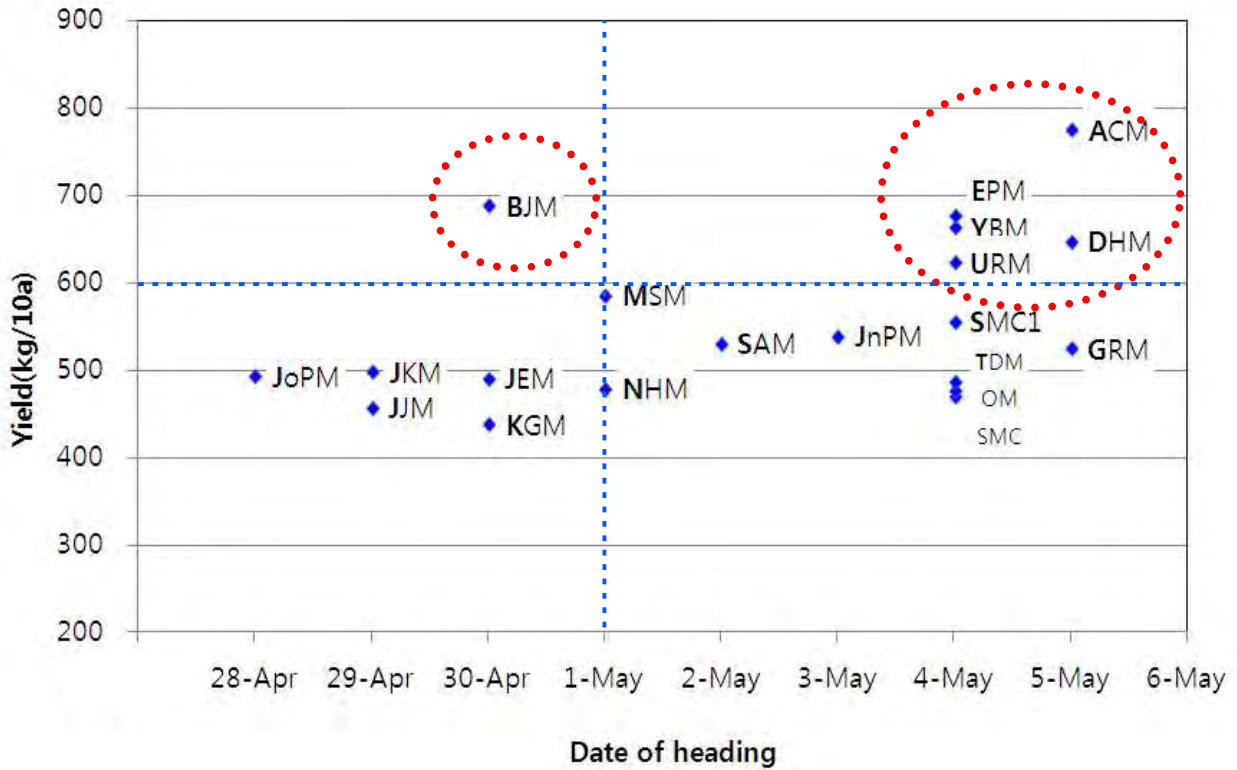


그림 4-2. 밀 품종별 수확시기 및 수량

JJM: Jeokjungmil(적중밀), KGM: Keumgangmil(금강밀), JGM: Jogyeongmil(조경밀), JoPM: Jopummil(조품밀), BJM: Baekjungmil(백중밀), YBM: Yeonbaekmil(연백밀), MSM: Milseongmil(밀성밀), JEM: Joeunmil(조은밀), GRM: Guromil(그루밀), EPM: Eunpamil(은파밀), SAM: Suanmil(수안밀), OM: Olmil(올밀), SMC1: Sinmichalmil(신미찰1호), NHM: Namhaemil(남해밀), ACM: Alchanmil(알찬밀), DHM: Dahongmil(다홍밀), URM: Urimil(우리밀), SMC1: Sinmichal#1(신미찰1호), JnPM: Jinpummil(진품밀), TDM: Tapdongmil(탑동밀)

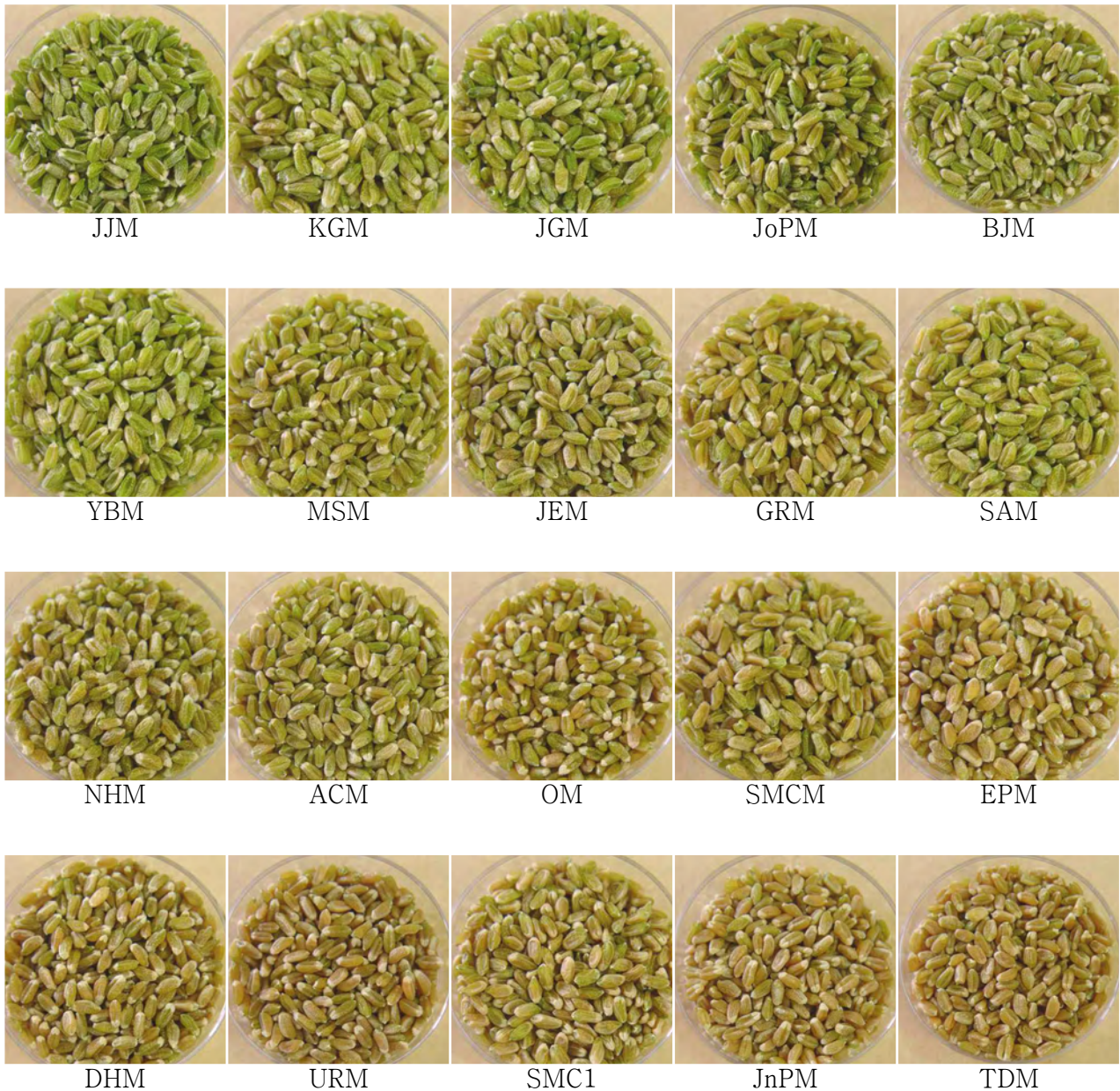


그림 4-3. 출수 30일 수확 후 blanching 처리한 녹색 WG 밀

JJM: Jeokjungmil(적중밀), KGM: Keumgangmil(금강밀), JGM: Jogyongmil(조경밀), JoPM: Jopummil(조품밀), BJM: Baekjungmil(백중밀), YBM: Yeonbaekmil(연백밀), MSM: Milseongmil(밀성밀), JEM: Joemunmil(조은밀), GRM: Guromil(그루밀), EPM: Eunpamil(은파밀), SAM: Suanmil(수안밀), OM: Olmil(올밀), SMCM: Sinmichalmil(신미찰밀), NHM: Namhaemil(남해밀), ACM: Alchanmil(알찬밀), DHM: Dahongmil(다홍밀), URM: Urimil(우리밀), SMC1: Sinmichal#1(신미찰1호), JnPM: Jinpummil(진품밀), TDM: Tapdongmil(탑동밀)

Keumgangmil



Baekjunmil



Jokyeongmil



20. Oct.

30. Oct.

10. Nov.

20. Feb.

seeding date

그림 4-4. 파종시기별 출수 후 30일 수확 후 blanching 처리한 녹색 WG밀

V. 당뇨병환자에서 녹색 whole grain의 섭취가 혈당 및 대사 조절에 미치는 효과

1. 대상 환자군의 일반적 특성

전체 대상 환자 52명 중 71.2%가 여자 환자였고 평균 연령은 62.15 ± 9.58 세이며 그 중 50세 이상 70세 미만이 35명으로 전체 환자의 67.3%였다. 당뇨병 이환기간은 10년 이상의 환자와 미만군이 각각 26명으로 같았고 치료 방법은 경구 혈당강하제로만 복용하는 경우가 61.5%로 가장 많았으며 교육 경험이 있는 환자수가 절반 이상이었고 치료율은 미국 당뇨병학회 기준으로 7% 미만군이 13.5%로 적었다(표 5-1).

2. 대상 환자들의 섭취 잡곡의 종류와 녹색 WG 성분비교

참여 대상 환자의 대부분은 잡곡밥을 섭취하였고 혼합곡의 가짓수도 3-4가지의 혼합곡이 51.9%로 가장 많았다. 혼합곡의 종류에서는 콩, 현미, 보리 순 이었으며 사용빈도 10% 미만의 잡곡은 제외되었다(그림 5-1). 이는 국민건강영양조사를 근거로 한 음식별 식품 재료 DB 중 대표 잡곡밥으로 선정한 구성과 동일하였으며 이에 따라 대상 환자들에게 제공된 녹색 WG를 30% 혼합한 경우와 잡곡밥의 성분비교시 녹색 WG은 열량과 단백질은 낮았고 총 식이섬유소와 항산화 비타민인 비타민 C가 높았는데(표 5-2) 식이섬유소는 인슐린저항성 위험인자들과 영양소와의 상관관계를 본 정의 연구에서 열량($r=0.539$)과 단백질($r=0.454$), 나이아신($r=0.282$)은 허리둘레와 관련성이 높게 나왔고 식이섬유소는 공복혈당과 음(-)의 상관관계를 나타내어($r=-0.246$) 혈당 조절에 영향을 주는 주요한 영양소임이 제시된 바 있다. 또한 비타민 C는 대사증후군과 당뇨병환자의 식이양상을 조사한 선행연구에서 HDL-콜레스테롤 농도와 관련이 있었고 이것은 심혈관질환의 위험을 낮추는데 효과적임을 시사하였다. 이런 점에서 녹색WG은 혼합 비율의 변화로 더 효과적일 수 있음을 예측할 수 있으며 조리방법의 편리성에도 이로운 점을 제공 할 것으로 기대된다.

표 5-1. 대상 환자군의 일반적 특성

Variables	Classification	N(%)
Gender	Male	15(28.8)
	Female	37(71.2)
	Total	52(100.0)
Age(yrs)	≤ 49	6(11.5)
	50~69	35(67.3)
	≥ 70	11(21.2)
	Mean ± SD	62.15±9.58
BMI(kg/m ²)	<24.9	25(48.1)
	≥ 25.0	27(51.9)
	Mean ± SD	25.17±1.17
Living with(persons)	Alone	2(3.8)
	2	25(48.1)
	3	14(26.9)
	4	3(5.8)
	≥ 5	8(15.4)
	Mean ± SD	9.8±6.9
DM duration(yrs)	< 10	26(50.0)
	≥ 10	26(50.0)
	Mean ± SD	9.8±6.9
Medication	Non	2(3.8)
	OHA	32(61.5)
	OHA + Insulin or Insulin	18(34.6)
Education of DM	Yes	30(57.7)
	No	22(42.3)
DM management(HbA1c, %)	< 7	7(13.5)
	≥ 7	45(86.5)
	Mean ± SD	7.99±1.17

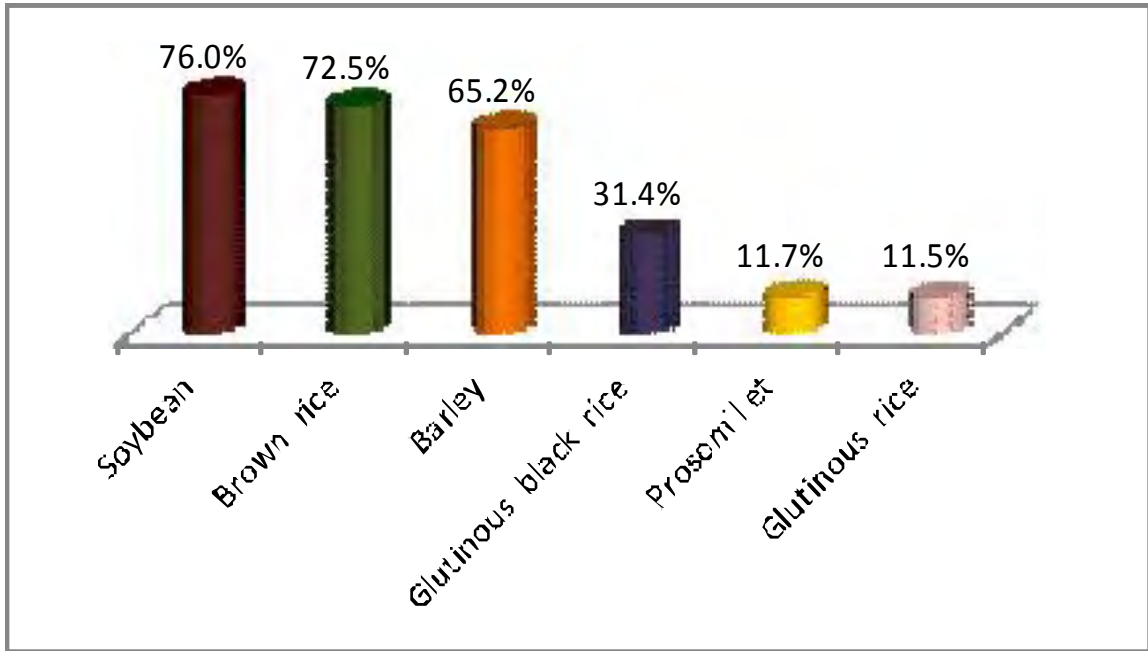


그림 5-1. 혼합곡 종류

표 5-2. 잡곡밥과 녹색 WG 성분비교

항목	녹색WG(30%)	증감	잡곡밥
에너지	318.36	13.96▼	332.32
탄수화물	68.95	2.12▼	71.07
단백질	7.00	0.15▼	7.15
지질	0.85	0.32▼	1.17
칼슘	13.86	2.13▲	11.73
철	1.06	0.01▲	1.05
총 식이섬유	3.51	2.04▲	1.47
비타민 C	0.32	0.32▲	NA
비타민 B1	0.16	0.04▲	0.12
비타민 B2	0.05	0.01▲	0.04
비타민 E	0.	0.59▲	0.25
칼륨	246.13	47.46▲	198.67
β카로틴	0.12	0.12▲	NA
나이아신	1.53	0.18▲	1.35

3. 복부 비만 환자들의 임상적 특성

허리 둘레는 대한 비만학회에서 제시한 값을 사용하였는데 복부 비만군과 비 비만군을 비교 시 복부 비만군에서 여자 환자의 비율과 인슐린 치료를 받는 군의 비율이 높고 복부 비만군의 체질량지수와 공복 C-peptide가 의미 있게 높았으며($p < 0.001$, $p < 0.05$) 공복 인슐린, HbA1c, 이완기 혈압은 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다(표 5-3).

표 5-3. 복부 비만 환자들의 임상적 특성

Waist Circumference(cm)	Normal*	Obesity**	p
N	28	24	
Age(year)	62.93±10.01	61.21±9.18	.515
Sex(female %)	60.7	83.3	.073
DM duration(year)	9.88±6.83	9.74±7.09	.942
BMI(kg/m ²)	23.28±2.19	27.39±3.3	.000
Fasting glucose(mg/dL)	156.14±75.38	145.33±50.09	.553
HbA1c(%)	7.97±1.25	8.01±1.11	.902
Fasting insulin(μ U/mL)	9.39±10.88	15.53±14.36	.086
Fasting C-peptide(pmol/mL)	0.74±0.42	1.11±0.81	.039
Insulin user(%)	28.6	41.7	.243
TG(mg/dL)	125.96±69.76	143.54±82.09	.408
TC(mg/dL)	152.14±24.62	144.46±38.85	.392
LDL-C(mg/dL)	86.07±22.11	77.92±22.33	.193
HDL-C(mg/dL)	52.64±11.45	45.88±9.46	.026
SBP(mmHg)	131.07±9.91	131.42±12.63	.913
DBP(mmHg)	73.21±9.23	74.67±8.8	.566

* Male <90cm, Female <85cm

** Male \geq 90cm, Female \geq 85cm

4. 식습관에 따른 혈당조절 수준

평소 식습관에 따른 혈당 조절 정도를 비교한 결과 규칙적인 식사는 그렇지 않은 환자와 큰 차이를 보이지 않았고 밥의 점도 정도는 질게 먹는 군이 약간 높았고 혼합곡의 가지수가 많아 질수록 당화혈색소는 낮아졌으나 통계적 유의성은 없었다. 그밖에 간식의 종류로는 과일 섭취가 많았으며 커피는 절반 이상의 환자가 설탕이나 프림을 넣지 않은 커피만을 마신다고 답해 가당 음료 섭취에 대한 제한적 섭취를 실천하고 있음을 알 수 있었다. 우유를 마시는 환자의 경우 다른 간식 섭취군에 비해 약간 높은 혈당 수준을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다 (표 5-4).

표 5-4. 식습관에 따른 혈당조절 수준

		N(%)	평균	표준편차	F	p
HbA1c	Regular diet					
	Yes	44(84.6)	7.98	1.14	-0.89	.929
	No	8(15.4)	8.03	1.47		
	Total	52(100.0)	7.99	1.18		
Texcure of rice						
	Sticky	11(21.2)	8.42	1.16	.993	.400
	Easy	37(71.2)	7.86	1.12		
	Stiff	4(7.7)	7.98	1.78		
	Total	52(100.0)	7.99	1.18		
Number of mixed grains						
	~2	16(30.8)	8.19	1.34	.324	.725
	3~4	27(51.9)	7.92	1.19		
	5 or more	9(17.3)	7.86	0.88		
	Total	52(100.0)	7.99	1.18		
Kind of snack						
	Grains	15(31.9)	7.97	1.27	.984	.409
	Fruits	24(51.1)	8.00	0.99		
	Milk products	6(12.8)	8.80	1.83		
	Nuts	2(4.3)	7.30	0.57		
	Total	47(100.0)	8.05	1.18		
Coffee type						
	Coffee + sugar	2(4.4)	6.95	0.92	1.100	.342
	Coffee mix	18(40.0)	8.28	1.20		
	Only	25(55.6)	8.06	1.24		
	Total	45(100.0)	8.10	1.22		

5. 여성의 복부비만환자의 녹색 WG 섭취 전·후 임상적 변화

대상 환자 중 복부비만을 보인 19명(52.8%)을 대상으로 녹색 WG 섭취 전·후를 비교한 결과 정상 군에 비해 체중과 BMI가 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 또한 공복혈당과 HbA1c, 공복 인슐린 농도 및 HOMA-IR은 정상군에 비해 유의적인 차이는 없었으나 비만군에서 낮아지는 결과를 보였다(표 5-5).

표 5-5. 여성의 복부비만환자의 녹색 WG 섭취 전·후 임상적 변화

Abdominal obesity Variable	Normal*(n=17)			Obesity**(n=19)		
	pre-intake	post-intake	p-value	pre-intake	post-intake	p-value
Obesity indices						
Weight(kg)	56.88±7.40	56.79±7.20	.855	65.04±8.83	64.21±8.39	.016
BMI(kg/m ²)	23.62±2.17	23.59±2.06	.863	26.93±2.98	26.61±2.96	.021
Glycemic control						
FBS(mg/dL)	143.88±60.62	142.06±38.34	.861	138.00±53.26	128.53±48.80	.518
HbA1c(%)	7.81±0.94	7.82±0.99	.932	8.04±1.23	7.87±1.26	.099
Insulin(uIU/mL)	7.30±4.89	6.72±3.30	.561	14.32±14.16	14.22±10.95	.975
HOMA-IR(μ U/mL \times mg/dL)	2.29±1.25	2.23±1.14	.874	4.65±4.96	4.56±3.65	.942
Serum lipid indices						
T-C(mg/dL)	156.41±22.47	152.29±13.71	.432	146.21±35.55	149.26±30.38	.668
TG(mg/dL)	122.53±57.05	130.41±51.54	.599	133.05±71.00	173.00±99.09	.015
LDL-C(mg/dL)	87.06±22.68	85.41±20.21	.698	79.58±16.94	84.05±20.41	.249
HDL-C(mg/dL)	55.82±11.59	54.00±9.53	.300	46.74±10.03	47.79±10.88	.467
Blood pressure						
SBP(mmHg)	130.82±8.42	128.35±12.24	.478	133.16±13.51	133.16±10.75	1.000
DBP(mmHg)	73.53±9.39	77.53±12.36	.166	76.53±8.23	76.00±6.53	.814

* Waist Circumference(cm) : <85cm, ** Waist Circumference(cm) : \geq 85cm

6. 녹색 WG 섭취 후 만족도 평가

녹색 WG의 섭취 이후 설문조사에서 밥의 질감을 평소 식사와 다르지 않거나 더 좋았다고 답했고 대상 환자의 80.8%에서 지속적인 섭취가 가능하다고 했으며 섭취 중 달라진 점이 있냐는 질문에 식사량이 평소 보다 줄었다고 답한 경우가 가장 많았고 간식 섭취횟수의 감소, 규칙적인 식사와 외식의 감소 순으로 들었다.(표 5-6)

표 5-6. 녹색 WG 섭취 후 만족도 평가

Variables	Classification	N(%)
Texcure of rice	Poor	4(7.7)
	As before	19(36.5)
	Good	26(50.0)
	Total	49(100.0)
Digestive	Slow	7(13.5)
	No change	27(51.9)
	Faster	15(28.8)
Continuous intake	Yes	42(80.8)
	No	7(13.5)
Changed eating habits (Multiple responses)	Main food reduced(rice)	17(54.8)
	Snack intake reduced	10(32.3)
	Eating out fewer	8(25.8)
	Regular meals	9(29)

7. 적 요


본 연구에서 제 2형 당뇨병 환자 중 중등도의 당뇨병 유병기간을 가진 폐경 후 비만 여성에게 녹색 WG섭취는 혈당 조절의 개선은 유도하지 못하였지만, 식사의 만족도를 유지하게 하였고, 체중감량을 통하여 인슐린저항성의 개선을 유도할 수 있음을 보여 주었다. 특히 포만감을 유지하여 섭취량 감소와 간식 섭취를 유도할 수 있었으며 일반적인 잡곡밥과 성분 비교에서도 총 식이섬유소 뿐 아니라 항산화 비타민인 비타민 B1과 비타민 C가 높았는데 이는 대사증후군과 당뇨병환자의 식이양상을 조사한 선행연구에서 HDL-콜레스테롤 농도와 관련이 있었고 이것은 심혈관계질환의 위험을 낮추는데 효과적임을 시사하였다. 따라서 복부비만군이 정상군에 비해 HDL-콜레스테롤 농도가 낮았고 우리나라 여성에게서 폐경 후 비만을 동반하는 당뇨병환자 분포가 많음을 고려하면 녹색 WG은 당뇨병 치료와 관리 뿐 아니라 심혈관계질환 예방에도 도움이 될 것으로 기대된다.

VI. 녹색 whole grain 생산을 위한 blanching 시스템 개발 및 탈부 기술 구축

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 블랜칭 시스템 유닛 개량 제작 및 조립	-Blanching부, 급냉부, 제습부, 제어부 유닛 개량 및 제작	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블랜칭 용량 : 보일러는 1,000kg/hr, 사용압력 1MPa의 경유/등유 보일러를 설치하여 대량생산을 목표로 100℃ 스팀을 연속 공급하는 스팀 블랜칭하여 블랜칭 용량은 1시간당 최대 3ton 이상으로 함. ○ 블랜칭기계의 블랜칭 능율은 Blanching부에서 결정되므로 스팀 블랜칭 용량 3ton을 감안하여 무한벨트식 stainless mesh type 이송 conveyor 시스템을 적용하여 연속식 블랜칭 곡물의 심층까지 균일한 블랜칭 효과를 얻고자 함. ○ 스테인레스 mesh conveyor가 곡물을 이송하면서 블랜칭 공정 => 냉각, 제습 공정까지 하나의 순환식 이송 방법을 채택하여 블랜칭 처리 후 다수의 팬을 터널 상부에 설치한 냉각-제습터널을 통과하면서 연속으로 냉각-제습공정으로 연동하도록 하였고, 스팀소모량이나 생산단가를 고려하여 블랜칭 처리공정이 이루어지는 주요부를 단열 패널을 이용한 밀폐공간으로 제작하여 블랜칭 효율 제고 방법을 채택함. ○ 블랜칭-냉각제습 공정 시스템의 제원은 conveyor의 연동 메카니즘과 시간당 블랜칭 용량을 감안하여 설계 <ul style="list-style-type: none"> .○ 블랜칭기계 Layout 및 상세설계는 블랜칭처리-냉각,제습처리 등이 순차적으로 이루어지는 연동식 블랜칭 방법을 채택하고, Conveyor 구동, Conveyor의 폭, Conveyor위의 블랜칭 곡물의 두께, 곡물의 원활한 이송 등 고려하여 설계 제작.
	○ 블랜칭-냉각, 제습 시스템 제원 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색 WG(쌀, 밀, 쌀보리)의 대량생산을 목표로 한 블랜칭 기계 시스템의 제원은 스팀공급부 4,650×3500 mm, 블랜칭실 3,600×3600 mm, 냉각-제습터널 8,900×1,190 mm로 설계 제작함. ○ 블랜칭-냉각,제습 시스템 제원은 conveyor의 구동 메카니즘과 시간당 블랜칭용량을 고려하여 설계 제작.함.
	○ 블랜칭기계 구동 메카니즘 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이동순환식 블랜칭 시스템의 구동은 geared motor를 사용함. ○ Conveyor의 이송속도는 인버터를 사용하여 가변으로 설계하였으며, 속도범위는 0 - 0.3 m/s로 설정함.

연구 범 위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블랜칭기계 layout 및 상세 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블랜칭기계 Layout 및 상세설계는 순환식 블랜칭 방법, Conveyor 구동, Conveyor의 폭, 블랜칭기계 각부에서의 곡물의 원활한 이송을 고려하여 설계 제작.
블랜칭시스템 유 닛 제작	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블랜칭시스템 순환식 conveyor 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블랜칭-냉각-제습 처리를 연속으로 하는 Conveyor를 사용하여 연속순환 블랜칭방식 채택. ○ Conveyor는 곡물사이로 스팀을 침투하도록 눈간격 2mm 스테인레스 wire mesh Conveyor를 채택함. ○ Conveyor 이송 속도조절은 inverter를 사용하여 속도 범위를 0 - 0.3 m/s 사이에서 조절 할 수 있도록 설계 제작함. ○ Conveyor 구동에 적용한 체인은 RF2080R(A-2 Attachment)이고 Pitch 간격은 4 pitch 임.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제습 냉각-제습 터널 설계 및 제작 ○ 제습 냉각-제습 터널 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색 WG를 생산을 위해 호숙기(糊熟期)에 수확한 곡물의 함수율이 높고, steam blanching 과정을 통하여 곡물표면 수분이 약간 증가됨. ○ 블랜칭 터널내에서 95℃ 수준에서 블랜칭 처리되는 곡물의 온도는 블랜칭이 완료시점에서 85℃수준으로 높아 연속으로 다열의 Fan이 설치된 냉각-제습터널을 통과하면서 steam blanching된 녹색WG의 표면수분을 제거하도록 설계 제작함. ○ Steam blanching 후 냉풍터널을 통과한 녹색 WG의 블랜칭 전 함수율은 측정결과 45~55% 수준임. ○ 특히, 녹색 WG와 녹색 WG밀의 수확시기가 이른 여름으로서 대기온도가 높고 습도도 높아 함수율이 50%이상의 녹색 WG를 블랜칭하는데 능율의 저하가 발생하지 않아 대량생산 블랜칭시스템으로 성능이 충족되는 것으로 확인됨. ○ 초기 순환식 스팀블랜칭 시스템의 효율, 블랜칭시간 및 일정블랜칭 온도 유지를 통한 블랜칭 성능 개선을 위해 순환식 블랜칭시스템 외부에 냉각 및 제습 장치를 부착 설치함. ○ 블랜칭 처리 직후 연동되는 냉각-제습 터널은 블랜칭 곡물의 표면수분을 제거하면서 동시에 곡물의 온도를 일정 수준으로 저하시키는 효과 있음. ○ 냉풍-제습 장치는 제어부의 온도제어에 의해 블랜칭시스템 내의 온도를 45℃로 유지할 수 있도록 블랜칭시스템 내부에 설치된 온도센서의 온도 감지에 의해 작동 되도록 설계 제작함. ○ 냉풍-제습 장치의 설치 후 건조공정 시간을 약 20% 정도 단축이 가능한 것으로 판단됨.

연구 범 위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 송풍장치 설계 및 제작 ○ 온도제어 장치 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 송풍기의 규격은 400×400×1060CFM으로 선정하였으며, 총 3개의 팬을 블랜칭 시스템 내부 상단 안쪽 측벽에 설치함. ○ 송풍기는 블랜칭 챔버 내의 습한 공기를 배출하기 위해 설치하여 블랜칭 과정 중 제습효과를 향상시키기 위해 위함. ○ 녹색 WG 블랜칭시스템 내부의 블랜칭 온도를 약 45℃로 유지하기 위해 블랜칭시스템 내부에 설치된 온도센서의 온도를 인식하여 제습냉풍공급장치의 열원을 제어하기 위해 설계 제작함. ○ 온도제어장치는 실시간으로 내부온도를 측정, 인식하여 설정온도 45℃의 이상과 이하의 두 조건에서 제습냉풍공급장치의 열원의 작동을 제어할 수 있도록 제작함. ○ 따라서, 블랜칭시스템 내부의 공기가 재순환되어 제습냉풍공급장치로 공급되며, 블랜칭시스템 내부의 온도 인식에 따라 제습냉풍공급장치의 작동이 제어되어 일정한 온도의 공기를 공급할 수 있는 역할 수행 할 수 있음. -스팀온도제어 -스팀공급라인 구동모터 -Conveyor 속도제어 - 구동모터 -냉각 FAN 구동 -후드 배기 FAN 구동
블랜칭 시스템 성능 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블랜칭 시스템 성능 분석 및 보완 - 스팀공급부 - 투입부 제작 - Conveyor unit - 블랜칭기계 - 제습장치 - 냉각장치 - 제어장치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블랜칭용 스팀 보일러 용량은 1,000kg/hr, 사용압력 1MPa의 경유/등유 보일러를 사용하였고, 대량생산을 목표로 하여 1시간당 블랜칭용량은 최대 3 ton을 기준으로 함. ○ 이동순환식 블랜칭시스템의 프레임은 사각파이프와 앵글을 사용하여 10,000 × 3358 × 3400 mm 크기로 제작. ○ 이동순환식 블랜칭시스템은 다단 Conveyor, Bucket elevator, 2대의 모터, 송풍장치, 제습냉풍공급장치, 폐열 재순환 덕트, 제어장치 등으로 구성됨. ○ Conveyor는 Wire mesh(1,200 × 20,700mm)를 사용하였고, 구동은 5HP 전기모터를 사용하였으며, 동력전달은 chain을 사용 구동함. ○ 블랜칭시스템의 외부에 별도의 유닛으로 제작 설치. ○ 폐열재순환덕트는 이동순환식 블랜칭시스템에서 배출되는 더운 공기를 제습냉풍공급장치에 재공급하여 제습 후 재가열가열하여 사용할 수 있도록 설치.

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<p>녹색 WG의 블렌칭 후 특성 분석 : 함수율 분석</p>	<p>녹색 WG이 Steam blanching system을 통과한 후 conveyor 이송 상태에서 sample을 채취하여 함수율 측정</p>	<p>○ 녹색 WG는 steam blanching system을 통과 후 냉각터널을 통과하면서 냉각되고, 연속으로 conveyor 상단에 설치된 송풍기에 의해 곡물표면의 함수율이 7% 정도(5월22일 수확한 수분함량 55%의 새찰쌀보리의 경우 제거됨).</p> <p>○ 블렌칭 스팀터널을 통과한 냉각 직전의 곡물 온도는 80℃ 였으며, 이때 수분 함량은 57%.</p> <p>○ 스팀터널에서 2.5Cm 곡물두께로 토출된 80℃의 곡물은 즉시 2℃의 ④냉각기 1.5M 길이 터널로 40초 동안 이송 통과된 후 곡물의 온도는 30℃로 서 즉, 80℃의 곡물이 냉각기 통과 후 30℃로 식혀진 상태로 일체형 냉풍기 터널로 이송.</p> <p>○ 30℃로 낮추어진 곡물은 일체형 컨베이어 벨트에 이송되면서 하부로 바람을 일으키는 20개 ⑤냉풍기 팬이 설치된 10M 길이의 터널로 통과 냉풍기 발생 터널 입구에 곡물의 바람공기 면적을 넓히기 위하여 터널 내부 초입 상부에 6개의 갈퀴Bar를 설치하여 벨트위의 곡물을 저어주고 토출된 녹색 WG의 온도는 25℃였으며, 수분 함량은 평균57%에서 50%로 수분 함량이 감소되는 효과.</p> <p>냉풍을 하면서 곡물의 수분이 약7%를 감소.</p> <p>냉풍터널내 온도는 실내 상온온도가 약24~25℃로 유지.</p>  <p>○ 녹색 WG sample 채취는 steam blanching system의 토출부와 중간, 냉풍터널 conveyor 끝단 3곳에서 채취.</p> <p>○ 함수율 측정은 105℃의 항온블렌칭기에서 48시간 건조 후 건시료 중량으로 측정함.</p>
<p>녹색 WG의</p>	<p>○ 녹색WG, 녹색WG 등은</p>	<p>- 녹색 WG의 녹색도 및 품질 분석</p>

연구 범 위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
물리적 특성에 따른 블랜칭 특성 분석 및 최적 조건 분석	5월 초 완숙 전 추수하여 steam blanching system에 100℃, 1분 통과시킨 후 개발된 블랜칭시스템 투입부에 1ton 씩 투입하여 자연 통풍 블랜칭한 후 함수율 측정	<ul style="list-style-type: none"> - 녹색 WG의 blanching특성 및 blanching시간 분석 ○ 호숙기에 수확하여 steam blanching 한 녹색WG를 탈부한 후 녹색도 및 품질 분석 ○ Blanching시스템을 이용한 녹색 WG보리, 녹색WG밀, 녹색 WG쌀의 blanching특성(blanching시간, 곡물두께) 및 최적 blanching 조건 분석 ○ 녹색 WG쌀의 경우 6월 말 경 완숙전에 추수하여 steam blanching system에 100℃, 1분간 통과시킨 후 개발된 블랜칭시스템에 약 1ton을 투입한 후 블랜칭한 후 함수율을 측정 ○ 블랜칭시스템을 사용한 녹색 WG보리, 녹색 WG밀의 블랜칭시간은 대기조건(우기, 습도, 구름)에 따라 차이가 많이 나며, 곡물의 함수율을 측정하면서 블랜칭정도에 따라 24시간 이상 블랜칭시켰음(통풍블랜칭란 블랜칭시스템의 투입구를 완전 오픈하고, 투입구 반대쪽에 설치된 송풍팬을 가동시켜 공기의 순환을 유도하는 방법). ○ 녹색 WG쌀의 경우 블랜칭시스템에 제습 냉풍공급장치와 폐열순환덕트를 설치한 후 실시하였으며, 블랜칭온도는 45℃를 유지하면서 녹색 WG쌀의 블랜칭시간 및 함수율을 측정.  
○ 녹색 WG탈 부 시스템 기술	○ 녹색 WG 품 질 향상 위한 탈부기술 구축 구축	○ 건조하지 않은 녹색 WG의 제현 및 탈부 후 색도 및 품질 분석을 위한 제현 및 탈부시스템 요소 기술분석. 블랜칭 후 미건조 상태에서 밀 및 쌀보리를 탈부하기 위한 충격식 탈부시험 결과 적정 회전속도를 유지하면서 우레탄 재질의 충돌원판을 사용하여 탈부할 수 있는 기술 개발.
○황숙 WG의 상품화	○ blanching 처 리 여부 결정	○ Blanching 처리한 황숙 WG의 상품화를 위해 색체선별기를 사용하여 황숙 곡물만 분리하여 제품화 하면 선식, 미숫가루 등 영양가 높은 식품제조 가능.

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
O전 공정 일관기계화 시스템 구축	<p>블랜칭-건조-제현/탈부-정선 일관기계화 시스템 구축</p> <p>블랜칭, 제습, 토출, 건조, 탈부, 도정 일관작업시스템 구축 완료</p>	<p>○ 곡물 투입-블랜칭 처리-냉각-제습-토출부-건조시스템-제현/탈부-정선 일관기계화 시스템 구축</p> <p>곡물 투입부-블랜칭 처리부-냉각부-제습부-토출부-건조시스템부-제현/탈부-정선부 까지 연속으로 처리되는 공정인 일관기계화 시스템 구축하여 작업인력을 줄이면서 생산성을 크게 향상시킬 수 있었음.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>블랜칭 작업</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>투입작업</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>수확곡물</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>건조공정</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>냉각, 제습, 토출이송</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>탈부, 도정</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>건조 후 토출</p> </div> </div>

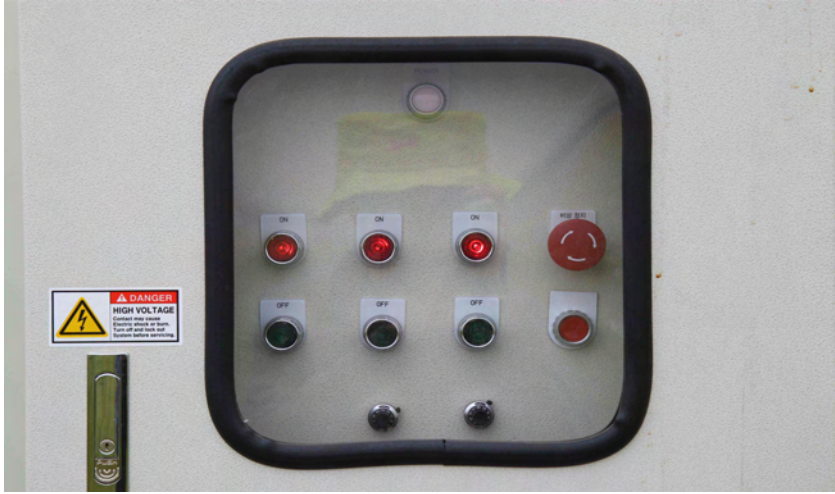
VII. 녹색 whole grain 생산을 위한 건조 시스템 개발 및 정선 기술구축

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
녹색 WG 원료 건조 시스템 분석 및 설계	○ 건조용량 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건조용량 : 대량생산을 목표로 1회 건조용량은 최대 3 ton을 기준으로 함. ○ 건조용량 3ton을 감안하여 건조기의 건조타입은 이송 conveyor 시스템을 적용하였고, 건조용량 대비 건조시스템의 공간을 최대한 활용하기 위해 S자 형태의 6단 conveyor가 곡물을 이송하면서 건조할 수 있는 순환식 건조방법을 선정하였고, 전력소모량이나 생산단가를 고려하여 순환식 건조방법과 아울러 자연통풍을 이용하여 건조하는 방법을 선정함. ○ 건조기 제원은 conveyor의 구동 메커니즘과 1회 건조 용량을 감안하여 설계함 ○ 건조기 Layout 및 상세설계는 순환식 건조 방법, Conveyor 구동, Conveyor의 폭, 6단 Conveyor의 층간 간격, 건조기 내부에서의 곡물의 상하 이송을 위한 Bucket elevator 등을 고려하여 설계함
	○ 건조기 제원 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색WG의 대량생산을 목표로한 건조시스템의 크기는 10,000 × 3358 × 3400 mm로 설계 제작함. ○ 건조기 제원은 conveyor의 구동 메카니즘과 1회 건조용량을 감안하여 설계
	○ 건조기 구동 메커니즘 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이동순환식 건조 시스템의 구동은 2대의 geared motor를 사용함. ○ 1대의 geared motor(5HP)는 6단 Conveyor의 구동을, 다른 1대의 geared motor(3HP)는 Bucket chain의 구동을 담당함. ○ Conveyor 및 Bucket chain의 이송속도는 인버터를 사용하여 가변으로 설계하였으며, 속도범위는 0 - 40 rpm으로 설정함.
	○ 건조기 layout 및 상세 설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건조기 Layout 및 상세설계는 순환식 건조 방법, Conveyor 구동, Conveyor의 폭, 6단 Conveyor의 층간 간격, 건조기 내부에서의 곡물의 상하 이송을 위한 Bucket elevator 등을 고려하여 설계
건조 시스템 유닛 제작	○ 건조 시스템 이동 순환식 conveyor 설계 및 제작	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conveyor를 사용하여 다단 연속순환 건조방식 채택 ○ Conveyor는 곡물사이의 통풍을 원활하게 하기위해 wire mesh를 적용. ○ Conveyor는 6단으로 설계하여 Conveyor 상단에서부터 이송된 곡물은 conveyor 하단에 도달되면 자연낙하 되고, 낙하된 곡물은

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		<p>Bucket elevator를 이용하여 다시 상단으로 이송되어 순환되면서 건조하는 방법 채택(그림 7-1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Conveyor 이송 속도조절은 inverter를 사용하여 속도 범위를 0 - 25 m/min 사이에서 조절 할 수 있도록 설계 제작함. ○ Conveyor에 적용한 체인은 RF2080R(A-2 Attachment)이고 Pitch 간격은 4 pitch 임.  <p style="text-align: center;">그림 7-1. 건조시스템의 이동 순환식 conveyor</p>
○ 건조시스템 Bucket elevator 설계 및 제작		<ul style="list-style-type: none"> ○ Bucket elevator는 6단 conveyor의 하단으로 이송되어 건조시스템 바닥으로 낙하된 곡물을 상단 Conveyor로 이송하여 계속해서 순환하기 위한 수단으로 적용함(그림 7-2). ○ 따라서, 건조시스템의 곡물은 건조될 때 까지 계속해서 6단의 상단 Conveyor에서 하단 Conveyor로 이송되고, 낙하하면서 계속해서 순환되는 건조방법으로 건조시스템을 설계 제작함.  <p style="text-align: center;">그림 7-2. 건조시스템의 Bucket elevator</p>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제습 열풍장치 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 초기 건조시스템에 적용한 이동순환식 건조시스템은 순수 대기환경(온도, 습도, 통풍 등)에 의존하여 steam blanching된 녹색WG를 건조하도록 설계 제작함. ○ 녹색WG를 생산하기위해 완숙 전 호숙기에 수확 된 곡물의 함수율이 높고, 또한 곡물들이 steam blanching 과정을 거치면서 오히려 표피의 수분이 증가됨. ○ Steam blanching 후 냉풍터널을 통과한 녹색 WG의 건조 전 함수율은 측정결과 50% 이상 됨. ○ 특히, 녹색WG보리와 녹색WG밀의 수확시기가 이른 여름으로서 대기온도가 높고 습도 역시 높아 함수율이 50%이상 되는 녹색 WG를 건조하는데 제한이 있고, 시간이 48시간 이상 소요되어 대량생산 시스템의 건조시스템으로서는 성능이 부족한 것으로 나타남. ○ 따라서, 초기 이동순환식 건조시스템의 효율, 건조시간 및 일정 건조 온도 유지를 통한 건조 성능 개선을 위해 이동 순환식 건조시스템 외부에 제습 열풍장치를 부착 설치함. ○ 제습열풍장치는 공기의 습기를 제거 한 후 일정온도의 공기를 건조시스템 내부로 공급할 수 있어, 녹색 WG의 건조시간을 단축하는데 필요로 함. ○ 제습냉풍공급장치는 제어장치의 온도 제어에 의해 건조시스템 내의 온도를 45℃로 유지할 수 있도록 건조시스템내부에 설치된 온도 센서의 내부 온도 인식에 의해 작동 되도록 설계 제작 함. ○ 제습 열풍공급장치의 설치 후 건조 시간약 1/2 내지 1/3 정도 단축될 것으로 판단됨.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 송풍장치 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 송풍기의 규격은 400×400×1060CFM으로 선정하였으며, 총 3개의 팬을 건조기 내부 상단 안쪽 벽에 설치함(그림 7-3). ○ 송풍기는 건조시스템 내의 습한 공기를 배출하기 위해 설치하여 건조 과정 중 제습효과를 향상시키기 위해 위함.

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		 <p style="text-align: center;">그림 7-3. 건조시스템의 송풍장치</p>
	<p>○ 열풍순환덕트 설계 및 제작</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제습냉풍공급장치 설치와 병행하여 열풍(폐열) 순환 덕트를 건조시스템에 장착 함. ○ 열풍순환덕트는 제습냉풍공급장치에 의해 건조시스템 내부로 공급된 공기가 배출되어 나오는 공기를 재순환시켜 제습 한 후 냉풍건조시스템으로 공급 함. ○ 재순환된 공기온도는 대기보다 상대적으로 높고, 공기습도는 대기 습도보다 높지만, 제습냉풍공급장치에서 제습 후 가열되므로 열원으로 사용되는 전기소비율을 줄일 수 있고 제습효과를 향상시켜 건조시간을 단축할 수 있는 장점이 있음. ○ 따라서, 본 기술개발에서는 제습냉풍공급장치의 제원을 ???으로 설정하여 설계 제작 함. ○ 열풍순환덕트는 송풍기의 배출쪽과 제습냉풍공급장치의 공급 쪽을 덕트로 연결 함.
	<p>○ 온도제어 장치 설계 및 제작</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색 WG 원료 건조시스템 내부의 건조 온도를 약 45℃로 유지하기 위해 건조시스템 내부에 설치된 온도센서의 온도를 인식하여 제습냉풍공급장치의 열원을 제어하기 위해 설계 제작 함(그림 7-4). ○ 온도제어장치는 실시간으로 내부 온도 측정 인식하여 설정온도 45℃의 이상과 이하의 두 조건에서 제습냉풍공급장치의 열원의 작동을 제어할 수 있도록 제작 함. ○ 따라서, 건조시스템 내부의 공기가 재순환되어 제습냉풍공급장치로 공급되며, 건조시스템 내부의 온도 인식에 따라 제습냉풍공급장치의 작동이 제어되어 일정한 온도의 공기를 공급할 수 있는 역할 수행 할 수 있음.

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		 <p style="text-align: center;">그림 7-4. 건조시스템의 온도제어 장치</p>
건조시스템 조립 및 시작품 제작	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건조시스템 제작 - 투입구 제작 - Conveyor unit - Bucket elevator unit - 송풍장치 - 제습냉풍공급장치 - 제어장치 - 폐열재순환 덕트 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이동순환식 건조시스템의 프레임은 사각파이프와 앵글을 사용하여 10,000 × 3358 × 3400 mm 크기로 제작. ○ 이동순환식 건조시스템은 다단 Conveyor, Bucket elevator, 2대의 모터, 송풍장치, 제습냉풍공급장치, 폐열 재순환 덕트, 제어장치 등으로 구성 됨. ○ Conveyor는 Wire mesh를 사용하였고, 구동은 5HP 전기모터를 사용하였으며, 동력전달은 chain을 사용 함. ○ Bucket elevator의 구동은 3HP 전기모터를 사용 함. ○ 제습냉풍공급장치는 이동순환식 건조시스템의 외부에 별도의 유닛으로 제작 설치 ○ 폐열재순환덕트는 이동순환식 건조시스템에서 배출되는 더운 공기를 제습냉풍공급장치에 재공급하여 제습 후 재가열가열하여 사용할 수 있도록 설치
녹색WG 원료의 블랜칭 후 특성 분석 : 함수율 분석	녹색WG 원료가 Steam blanching system을 통과한 후 conveyor 이송 상태에서 sample을 채취하여 함수율 측정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색 WG는 steam blanching system을 통과 후 냉풍터널 conveyor에 의해 약 5 m 이송되며, 이송되는 동안 conveyor 상단에 설치된 송풍기에 의해 곡물표면의 습기가 어느 정도 제거 됨. ○ 녹색WG sample 채취는 steam blanching system의 토출부와 냉풍 터널 conveyor 끝단 2곳에서 채취. ○ 함수율 측정은 105℃의 항온건조기에서 48시간 건조 후 건시료 중량으로 측정
녹색WG의 물리적 특성에 따른 건조 특성 분석	녹색WG보리, 녹색WG밀 등은 5월 초완숙 전에 추수하여	녹색WG쌀의 경우 6월 말 경 완숙전에 추수하여 steam blanching system에 100℃, 1분간 통과시킨 후 개발 된 건조시스템에 약 1ton 을 투입한 후 건조한 후 함수율을 측정

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
및 최적 조건 분석	s t e a m blanching system에 100℃, 1분 통과시킨 후 개발된 건조시스템에 약 1ton을 투입하여 자연 통풍 건조한 후 함수율 측정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건조시스템을 사용한 녹색WG보리, 녹색WG밀의 건조시간은 대기 조건(우기, 습도, 구름)에 따라 차이가 많이 나며, 곡물의 함수율을 측정하면서 건조정도에 따라 24시간 이상 건조시켰음(통풍건조란 건조시스템의 투입구를 완전 오픈하고, 투입구 반대쪽에 설치된 송풍팬을 가동시켜 공기의 순환을 유도하는 방법). ○ 녹색WG쌀의 경우 건조시스템에 제습냉풍공급장치와 폐열순환덕트를 설치한 후 실시하였으며, 건조온도는 45℃를 유지하면서 녹색WG쌀의 건조시간 및 함수율을 측정

[1차년도 연구결과]

□녹색WG 원료 건조시스템 구성 요소 설계 제작

○1차년도 연구사업에서 호숙기의 곡물(녹색WG보리, 녹색WG밀, 녹색WG쌀)을 수확하여 곡물의 특성에 따라 기능성 및 색소의 변화 없이 신선도를 유지 할 수 있는 녹색WG 원료 건조시스템인 6단 conveyor 이동순환식 건조시스템 개발을 위한 구성요소인 투입부, 건조부, 송풍부, 토출부를 설계 제작 하였고, 건조부인 6단 conveyor 이동순환식 건조시스템을 6단 이동순환식 conveyor, bucket elevator, 제습냉풍공급장치, 폐열재순환덕트, 제어시스템으로 구성하였고 그 제원은 표 7-1과 같고 이동순환식건조시스템 설계는 그림 7-5와 같이 수행함.

○6단 이동순환식 conveyor 시스템은 Conveyor를 6단으로 구성하여 녹색WG의 뒤집기와 순환을 용이하게 하기 위해 최상단 6단 conveyor 입구에 투입되어 이송되는 녹색WG은 6단 conveyor 끝에서 아래 conveyor인 5단 conveyor로 자연낙하되며, 지그재그 형태의 같은 방법으로 4단, 3단, 2단, 1단을 연속적으로 이송되는 과정을 거치고 최하단 1단 conveyor 끝에서 바닥으로 낙하되는 녹색 WG은 bucket elevator에 의해 다시 최상단 6단 conveyor로 이송되어 순환하면서 건조할 수 있는 메커니즘으로 구성 하였고, conveyor의 이송속도는 inverter를 사용하여 0-25 m/min의 가변으로 설계 제작 함. 녹색 WG 건조는 통풍의 용이성을 고려하여 wire mesh로 제작된 conveyor위에 약 2 - 2.5 cm 두께로 펼쳐 놓음.

○Bucket elevator는 clear plastic sheet에 일정간격으로 bucket들을 설치하고 chain에 의해 상하로 이동하면서 최하단 conveyor에 의해 이송되어 건조기 바닥에 낙하된 곡물을 다시 최상단 conveyor 위로 이송하는 역할을 하고, 이송속도는 conveyor와 같이 inverter를 사용하여 0-25m/min의 가변으로 함.

○이동순환식 conveyor의 통풍건조를 이용한 녹색WG 건조과정에서 발생하는 건조시스템 내부의 습한 공기의 습기를 제거하고 건조기 내부의 건조온도를 일정한 온도인 45℃로 유지하기 위해 제습냉풍공급장치를 건조기 외부에 장착 함. 제습냉풍공급장치의 열원은 8 KW이고, 건조기 내부에 설치 된 온도감지센서(pt100)의 인식에 의해 건조기 내부 온도를 조절할 수 있도록 제작함. 건조기 내부 온도조절은 온도가 50℃ 이하로 내려가면 ON, 60℃ 이상으로 올라가면 OFF 하는 ON/OFF 방식으로 자동제어 하도록 제작하였으며, 열원이 OFF 된 상태에서도 제습장치는 계속해서 가동되도록 설계 제작함. 또한 폐열재순환덕트를 이용하여 건조기의 송풍구와 제습냉풍공급장치를 연결하여 건조기에서 배출되는 습한 공기를 제습냉풍공급장치에 재공급하여 제습한 후 가열하여 공급하는 방법을 적용함으로써 건조효율을 향상하고 열원의 전기 사용량을 감소함.

○제어장치는 건조시스템의 conveyor 및 bucket elevator의 구동과 건조시스템 내부에 설치된 온도 센서의 인식에 의해 제습냉풍공급장치의 구동을 제어 하도록 설계 제작 함.

○그림 7-6은 이동순환식 건조시스템의 현장 설치 장면들을 나타내고, 그림 7-7은 이동순환식 건조시스템의 개별 유닛에 대한 사진들임,

○그림 7-8은 이동순환식 건조시스템을 사용하여 녹색 WG원료를 건조하는 장면임.

표 7-1. 이동순환식건조시스템 제원

구성 요소	제 원	비 고
본체	10,000 × 3,358 × 3,400 mm	
건조용량	3 ton	중량기준
Conveyor size	2400 × 8,3000 mm	6단
Conveyor speed	0 - 25 m/min	가변
Bucket elevator speed	0 - 25 m/min	가변
Chain, conveyor	RF2080R	
Chain, bucket elevator	RF2080R	
제습냉풍공급장치	12평형	



이동순환식건조시스템 수송 장면(1)



이동순환식건조시스템 설치 작업 장면(2)



이동순환식건조시스템 설치 작업 장면(3)



이동순환식건조시스템 설치 작업 장면(4)



이동순환식건조시스템 설치 작업 장면(5)

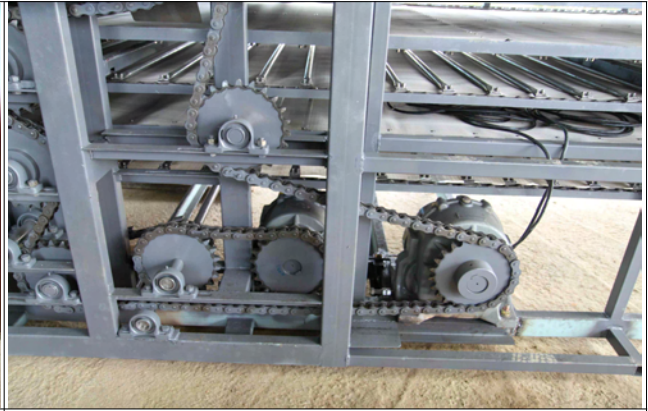


이동순환식건조시스템 설치 작업 장면(6)

그림 7-6. 이동순환식 건조시스템 현장 설치 장면



이동순환식건조시스템의 다단 conveyor 유니트



이동순환식건조시스템의 bucket elevator 구동 모터 및 체인



이동순환식건조시스템의 bucket elevator의 녹색곡물 이송 장면



이동순환식건조시스템의 투입구를 이용한 녹색WG 투입작업 장면



이동순환식건조시스템 송풍장치



이동순환식건조시스템 제어장치

그림 7-7. 이동순환식 건조시스템의 유니트



그림 7-8. 이동순환식건조시스템의 녹색WG원료 건조 장면

□녹색WG생산 건조 조건

○녹색WG대량생산을 위해서는 완숙 전 호숙기에 수확한 곡물(녹색WG보리, 녹색WG밀, 녹색WG쌀)을 steam blanching system을 사용하여 blanching(증숙)한 후 건조시스템으로 이송하여 건조를 하는 공정을 필요함.

○Steam blanching 후 곡물의 함수율은 50%이상 되며, 곡물의 표피 또한 매우 습한 상태이며, 녹색WG보리와 녹색WG밀의 경우 함수율이 높으면서 건조과정에서 특유의 끈끈한 물질인 휘틴산이 표피에서 분비되어 녹색WG가 서로 달라붙는 현상을 보임.

○Steam blanching 후 매우 습한 녹색 WG를 가능한 한 빠른 시간 안에 건조하기 위해서는 곡물 표피에 남아있는 습기를 제거하는 것이 건조 효율에 많은 영향을 미치고 있고, 이러한 문제를 해결하기 위해 steam blanching 시스템 라인에 강제송풍을 적용한 냉풍터널(곡물 표피 제습 conveyor)을 설치하여 증숙 후 곡물의 표피에 함유하고 있는 수분을 최소화함.

○하지만, Steam blanching system의 냉풍터널을 통과한 곡물의 함수율이 50%정도라서 6단 연속 conveyor를 적용하고 통풍이 잘되는 wire mesh를 사용한 이동순환식건조시스템에서도 건조기 내부공기의 제습과 곡물의 함수율 강하가 해결해야 할 애로사항으로 나타 남.

○따라서, 녹색WG의 대량생산을 목적으로 적용한 이동순환식건조시스템의 애로사항을 해결하기 위해 이동순환식건조시스템에 제습냉풍공급장치와 폐열재순환덕트를 설치함.

□이동순환식건조시스템 건조성능 및 특성

○이동순환식건조시스템은 곡물이 익기 전 즉 호숙기에 수확한 곡물을 Steam blanching system를 이용하여 blanching(증숙)한 후 건조하는 시스템으로서, 곡물의 함수율이 50%정도로 높고 건조과정 중 적체되면서 변패되는 문제점을 해결하면서 건조효율을 향상시키기 위해 개발 제작 함.

○이동순환식건조시스템은 곡물을 약 2 cm의 적당 두께로 conveyor 벨트 위에 펼쳐 놓은 후 순환시키면서 제습저온열풍기로 일정 온도(45℃)의 공기를 공급하며, 동시에 배출된 공기의 습기를 제거 한 후 재순환시면서 건조과정 중 건조기 내부의 습기를 최소화하면서 곡물을 건조하여 곡물의 변패 방지 및 곡물의 특성에 따라 기능성분인 색소의 변색 없이 곡물특성을 유지할 수 있는 장점을 지님. 이동순환식건조시스템을 사용하여 녹색WG밀과 녹색WG보리를 건조한 후 도정하였을 때 녹색WG밀과 녹색WG보리의 상품성은 양호한 것으로 판단 됨.

○녹색WG보리와 녹색WG밀의 자연통풍을 사용한 이동순환식 건조시간은 대기환경에 따라 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며, 기후조건 즉 건조할 경우 약 48시간 정도 건조해야 녹색WG로서의 가공이 가능한 것으로 나타남.

○이동순환식건조시스템의 성능분석을 위해 2010년 5월 중순 녹색WG보리와 녹색WG밀을 건조하였을 경우 건조과정에서 녹말성분이 외피로 스며 나와 곡물들이 엉켜 붙는 문제점이 발생 함. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 건조시간을 단축할 수 있는 제습냉풍공급장치와 폐열재순환덕트를 이동순환식건조시스템 외부에 부착 함.

○제습냉풍공급장치와 폐열재순환덕트를 이동순환식건조시스템 외부에 부착 한 후 녹색WG쌀을 이용하여 2010년 9월 중순 경 이동순환식건조시스템의 성능분석을 실시 결과 초기 녹색WG보리와 녹색WG밀의 경우와는 달리 녹색WG쌀들이 엉켜붙는 현상은 나타나지 않았고, 건조시간은 약 22시간 정도로 녹색WG보리와 녹색WG밀의 경우 보다 약 1/2정도로 단축됨.

○1차년도 연구개발 결과에서 녹색WG 원료 건조시스템은 호숙기의 곡물을 수확하여 steam blanching을 한 녹색 WG을 대량으로 신속하게 건조해야하는 조건과, 녹색WG의 변패(deterioration)나 변색(decoloration)을 방지하여 녹색 WG의 색상이나 품질을 유지하면서 가능한 한 장기 저장 할 수 있는 조건(녹색WG보리, 녹색WG밀함수율 : 12-14%: 녹색WG쌀 함수율 : 14-15%)으로 건조해야 하며, 또한 건조과정에서 녹색 WG 생산공정의 병목현상을 예방하여야하는 문제점이 도출 됨.

[2차년도 이론적, 실험적 접근방법, 연구내용]

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
건조시스템 유닛 제작 및 시제품 제작(1차년도 계속)	녹색 WG 원료 건조시스템 조립 및 시제품 제작	<p>○ 1차년도의 연구결과에서 제기된 녹색 WG 원료의 건조시간을 단축하고 건조효율을 향상하기 위해 녹색 WG 원료 건조시스템을 보완 개선 함</p> <p>○ 건조과정에서 외부 대기 조건이나 초기 함수율이 50%이상의 녹색 통곡미의 특성을 고려하여 짧은 시간 내에 녹색 WG 원료를 건조하기 위해 아래 도면과 같이 열교환기, 배기 팬, 급기 팬, 히터, 건조 챔버, 콘트롤러 등의 주요 구성원으로 되어있는 배열회수 열교환 방식의 녹색 WG 원료 건조시스템을 설계 제작 함(그림 7-9).</p> <div data-bbox="571 719 1430 1272"> </div> <p style="text-align: center;">그림 7-9. 녹색 WG 원료 건조시스템 3D 도면</p> <p>○ 녹색 WG 원료 건조시스템은 순환과 환기의 2개 운전모드로 운용할 수 있도록 제작하여, 건조공기를 순환시켜 재사용 할 수 있는 순환모드(그림 7-10)와 외부공기를 유입하여 환기시키면서 건조 할 수 있는 환기모드(그림 7-11)로 사용 할 수 있도록 설계 제작 함.</p> <div data-bbox="571 1563 1430 1966"> </div> <p style="text-align: center;">그림 7-10. 열교환 방식의 녹색 WG 원료 건조시스템의 순환 모드</p>

연구 범 위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
--------------	-----------------------------	-------

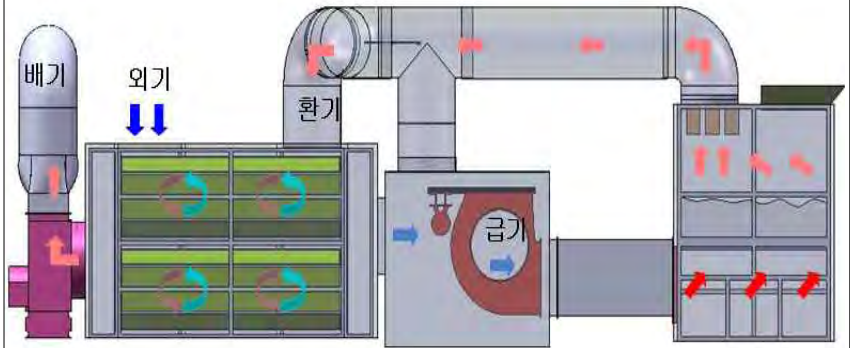


그림 7-11. 열교환 방식의 녹색 WG 원료 건조시스템의 환기 모드

○ 녹색 WG 원료 건조시스템의 사양 및 운전사양은 각각 아래 표7-2와 7-3과 같음.

표 7-2. 열교환 방식 건조시스템의 건조장치 사양

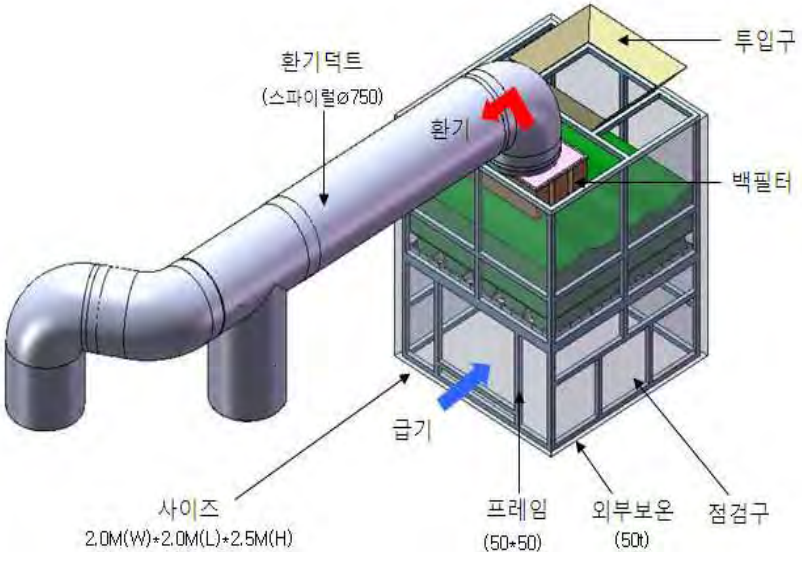
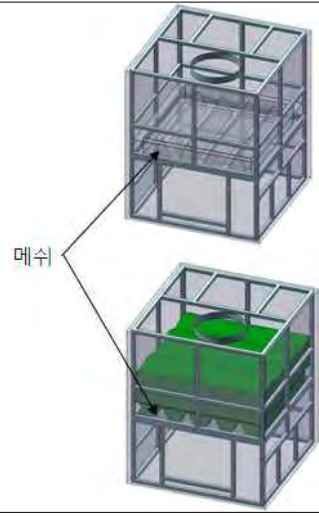
항 목		내 용
곡물처리량(ton/cycle)		2
건조챔버 크기		W2 × L2 × H2.5 m
장비설치면적		W10.5 × L2.5 × H2.5 m
건조시간(hr/cycle)		10 - 12
최대건조풍량(m ³ /hr)		15,000
건조온도(℃)		35 - 70
전원(∅-V)		3 - 380
최대소비전 력(kW)	히터	40
	급/배기팬	32

표 7-3. 열교환 방식 건조시스템의 건조장치 운전 사양

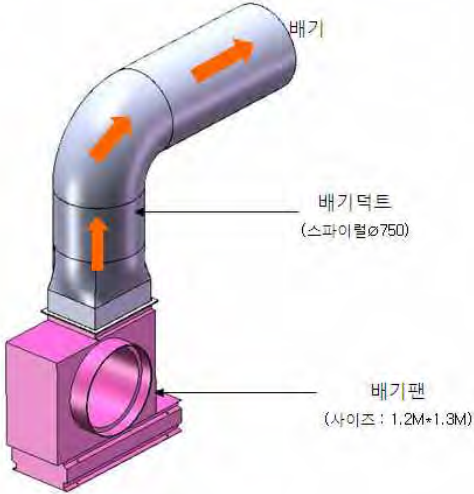
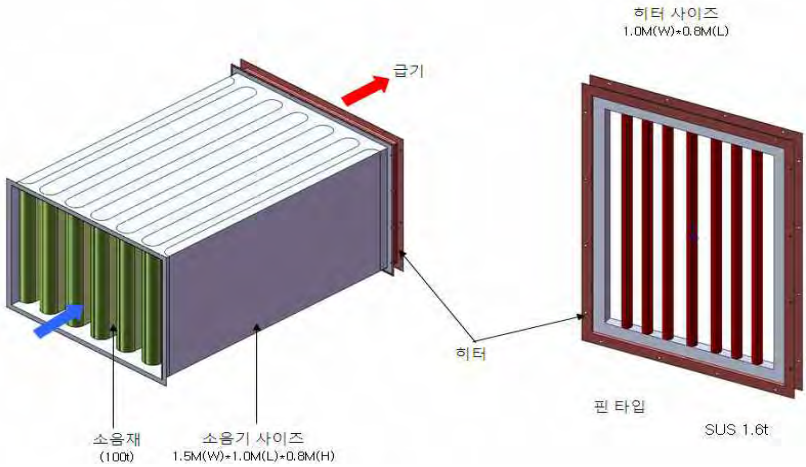
항 목	내 용
풍량 제어	급/배기 팬 인버터 제어
시간 설정	타이머
온도 설정	온도 센서
습도 설정	상대습도 센서
운전 모드	환기/순환 모드, 전동댐퍼 제어
자동/수동 제어	자동/수동 운전
알람	기기 이상 알람, 건조 완료 알람

연구 범 위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
	녹색 WG 건조시 스템의 구성 제습/냉동 공기 공급장치	<p>○ 녹색 WG 원료 건조시스템의 제습/냉동 공급장치는 크기 W3.8 × L2.0 × H2.0 m로 설정하여 40 × 40 mm 사각파이프를 사용하여 설계 제작하였으며, 외부온도와의 차단(단열)을 위해 두께 50 mm의 외장 보온 판넬을 프레임 외부에 부착하였고, 외부는 두께 1.6 mm의 아연도강판을 사용 함.</p> <p>○ 녹색 WG 건조시스템은 배출되는 열을 순환시켜 열교환기(배열 회수 열교환 방식)를 거쳐 재사용하는 방식을 채택하여 에너지를 절감할 수 있도록 설계 제작 함.</p> <p>○ 제습/냉동 공기 공급장치는 건조 시 열교환기에 의해 녹색 WG 원료에서 증발되는 수분을 제거하기위해 10 개의 열교환기를 설치하였으며, 열교환기에 의해 응축 된 수분은 시스템 하단에 설치된 배수구(drain)에 의해 배출되도록 설계 제작 함(그림 7-12, 7-13).</p> <p>○ 건조실 내부의 건조온도는 34℃로 일정하게 공급되는 공기에 의해 녹색 WG를 건조할 수 있도록 설계 제작 함.</p> <div data-bbox="576 1122 1422 1861" data-label="Diagram"> </div> <p>그림 7-12. 배열회수 열교환 방식의 제습/냉동 공기 공급장치의 설계 도면</p>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		 <p data-bbox="571 1003 1431 1037">그림 7-13. 배열회수 열교환 방식의 제습/냉동공기공급장치의 설치 후 장면</p>
	건조 챔버	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건조장치는 50 × 50 mm의 사각 파이프를 사용하여 프레임의 크기를 W2.0 × L2.0 × H2.5 m로 설계 제작 함 ○ 건조 챔버 역시 외부 대기환경에 영향을 받지 않게 하기 위해 두께 50mm의 보온 판넬을 설치 함. ○ 건조 챔버 하부에는 메쉬를 설치하여 통풍이 되도록 하였고, 건조과정 중 떨어진 먼지, 찌꺼기, 검불 등이 집진공간에 수집되도록 함. ○ 녹색 WG의 건조과정에서 발생하여 건조 챔버 아래에 쌓이는 먼지, 찌꺼기 등을 제거하기 위해 건조 챔버 하부에 공간을 마련하여 필요시 이들을 제거 할 수 있도록 설계 제작 함. ○ 건조 챔버를 통과한 공기는 건조 챔버 상부에 설치된 환기 덕트(φ 750mm)를 통해 제습/냉동 공급장치로 순환 되도록 함. ○ 건조 챔버를 통과한 공기가 환기 덕트로 유입되기 전에 공기 중의 잔여물을 한 번 더 걸러내어 깨끗한 공기만 제습/냉동공급장치로 공급하기 위해 환기 덕트 입구에 백 필터(back filter)를 장착 함. ○ 그림 7-14와 7-15는 각각 열교환방식 건조시스템의 건조 챔버 설계 도면과 건조 챔버내에 녹색WG 원료를 투입한 상태를 표기함.

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		 <p>그림 7-14. 열교환방식 건조시스템의 건조 챔버 설계 도면</p>
	급기팬	 <p>그림 7-15. 건조챔버 내에 녹색WG 원료를 투입한 상태.</p> <p>○그림 7-16의 급기팬은 제습/냉동 열교환기와 히터 사이에 설치하였고, 건조 챔버를 통과한 공기 혹은 제습/냉동 열교환기를 통과한 외부의 공기를 건조 챔버에 공급하는 역할을 수행함. ○급기 팬의 크기는 H1.3 × L1.5 m 로 설정하였으며, 급기 팬은 건조 챔버가 순환 모드일 경우 건조 챔버를 거쳐 나온 공기가 제습/냉동 열교환기에 들어온 공기를 건조 챔버에 재공급하기 위해 히터로 공급하는 역할을 담당하고, 환기모드인 경우 대기가 제습/냉동장치를 거쳐 들어온 공기를 히터에 공급하여 가열한 다음 건조 챔버로 공급하는 역할을 담당함.</p>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		<p>○순환모드일 경우 덕트에 설치된 댐퍼가 자동으로 닫히게 되어 외부 공기가 들어오는 것을 방지함.</p> <p>○급기 팬에서 발생하는 소음을 차단하기 위해 소음 챔버 내에 급기 팬을 설치함</p> <p>○급기 팬 외부에 장착한 소음 챔버의 크기는 W2.1 × L2.0 × H1.8 m로 설정하여 제작하였고, 급기 팬이 가동될 때 발생하는 소리를 최소화하기 위해 두께 30 mm의 판재를 소음 챔버 외부에 설치함.</p> <div data-bbox="571 613 1433 1245" data-label="Image"> </div> <p>그림 7-16. 녹색 WG건조장치의 급기팬</p>
배기 팬(fan)		<p>○그림 7-17의 배기 팬은 건조장치의 건조 모드를 환기모드로 가동될 경우 건조 챔버를 통과한 공기를 배출하는 역할을 수행함.</p> <p>○배기 팬의 크기는 H1.2 × L1.3 m로 설계 제작 하였고, 배기 덕트(duct)의 직경은 φ750mm로 선정함.</p>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		 <p style="text-align: center;">그림 7-17. 녹색 WG 건조장치의 배기 팬</p>
	<p>히터</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배열회수 열교환 방식의 급기 온도를 제어하기 위해 그림 7-18과 같이 핀 타입 히터를 선택하였고, 히터는 급기 팬과 건조 챔버 사이에 설치함. ○ 히터에서 발생하는 소음을 저감하기 위해 두께 100 mm 의 소음재를 소음 챔버 안에 설치하고 히터를 장착하였고, 히터의 크기는 W1.5 × L1.0 × H0.8 m 임. ○ 히터의 크기는 W1.0 × L0.8m이고, 소비전력은 40 kW 임. ○ 급기팬과 건조 챔버 사이에 설치된 히터는 공기온도를 35 - 70℃까지 온도센서 감지에 의해 온도를 조절 할 수 있도록함.  <p style="text-align: center;">그림 7-18. 녹색 WG 건조장치의 히터 3D 조립도</p>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
	컨트롤러	<p>○ 컨트롤러는 풍량을 제어하고, 건조 시간, 온도, 습도를 설정하고, 건조장치의 운전 즉 자동/수동으로 전환하며, 기기이상이나 건조완료 등을 알려주는 알람 기능을 부여함(그림 7-19).</p> <p>○ 건조장치의 운전 즉 환기 혹은 순환 모드로 전환할 때는 컨트롤러가 배기 덕트 내에 전동 댐퍼를 작동시켜 공기의 흐름을 차단하여 전환할 수 있도록 함.</p>  <p>그림 7-19. 녹색 WG 원료 건조장치 컨트롤러의 설치된 모습 및 컨트롤러 내부</p>
	건조 시스템 성능 분석	<p>○ 건조 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 배열회수 열교환 방식의 건조시스템은 1회 건조 시 최대 2 ton의 원료를 투입할 수 있도록 함 - 건조장치의 건조베드(bed)의 크기가 2.0 × 2.0 m로서 녹색WG를 건조 베드위에 펼쳐 놓을 경우 그 두께에 의해 건조과정 중 녹색 WG 내부에서 부패에 의해 약간의 냄새가 나는 것이 확인됨. <p>○ 건조 성능 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 호숙기에 수확한 녹색 WG밀, 녹색 WG보리를 스팀을 사용하여 블랜칭을 실시한 후 건조기에 투입한 후 건조시간 및 건조 상태를 측정 분석함 - 제습/냉동 열교환기를 통과한 공기를 급기팬으로 히터로 공급하고, 히터에 의해 일정온도로 가열된 공기를 건조 챔버로 공급하면서 녹색WG 밀, 녹색WG보리의 건조 상태를 관찰함.
녹색WG 정선 시스템 기술 분석	○미곡 및 두류 정선을 위한 선행 기술 분석	<p>○ 정선 시스템의 일반적 적용 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 일반적으로 곡물 정선시스템(grain cleaner)은 공기와 스크린(air and screen)을 사용하여 곡물을 제외한 이물질질을 제거함. - 정선시스템에 투입된 곡물이 스크린 위로 낙하하는 동안 공기가 이물질질을 끌어내어 정선하는 기술을 사용함. - 정선 시스템에서 중요한 기술은 정선시스템에 투입되는 곡물의 고

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
		<p>른 흐름(even flow of grain)이 이물질을 제거하는 정선시스템의 주요 기술이며, 고른 흐름을 유지하기 위해 스크린을 요동하도록 하는 기술이 대부분 적용됨.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 또한, 정선하고자하는 곡물의 특성에 따라 공급되는 공기량을 조절하여 이물질을 제거하는 정도 즉 정선성능을 결정함. <p>○진동 스크린 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스크린은 천공된 철판이나 메쉬 스크린(mesh screen)을 사용하고, 홀(hole)의 모양은 곡물의 길이, 두께, 모양 등 형태에 따라 원형홀, 삼각홀, slotted hole 등을 사용하여 곡물을 정선하는데 사용하고 있음. - 정선시스템에서의 스크린은 곡물의 크기를 결정하는 역할을 함. - 정선시스템에 사용되는 진동 스크린은 일반적으로 2 - 8의 스크린을 사용하며, 요구되는 곡물의 정선 정도에 따라 선택하여 사용 함. - 곡물이 스크린을 통과하는 동안 suction 공기를 이용하여 상대적으로 가벼운 이물질을 흡입하여 제거하고, - 스크린을 통과한 곡물들은 air shifter와 aspiration을 통해 곡물 중에 남아있는 반복해서 이물질을 제거하는 정선과정을 거치게됨.

[2차년도 연구결과]

1)제습/냉동 열교환 방식 녹색 WG 건조장치 조립 및 시작품 제작

가) 건조 방법

○녹색 WG 건조장치의 건조방식은 아래 그림 7-20에 나타난 바와 같이 순환모드와 환기모드 2가지 방식으로 사용할 수 있도록 설계 제작 함.

○환기모드는 대기 조건이 습하지 않고 따뜻할 경우 사용할 수 있고, 순환모드는 대기 조건이 습할 경우 사용할 수 있는 장점이 있음.

○환기모드로 건조장치를 가동할 경우 대기 중의 공기(OA, 외기)의 온도 및 상대습도가 각각 20℃ 및 50%일 경우 제습/냉동시스템과 히터를 통과하면서 공급 공기온도 및 상대습도가 34℃ 및 21%에 도달할 수 있도록 제작하였고, 대기 중의 공기(OA, 외기)의 온도 및 상대습도가 각각 20℃ 및 80%일 경우 제습/냉동시스템과 히터를 통과하면서 34℃ 및 34%에 도달할 수 있도록 제작함.

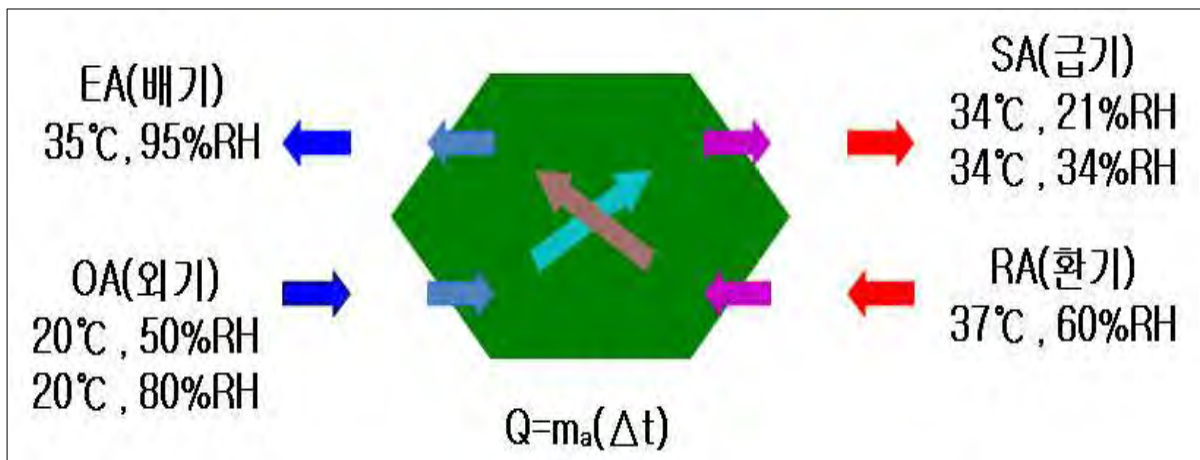


그림 7-20. 녹색 WG 건조장치의 순환모드와 환기모드 2가지 방식

나)제습/냉동 열교환 방식 녹색 WG 건조장치 주요 구성원 제작

□제습/냉동 공급장치

○녹색 WG 건조장치의 제습/냉동 공급장치는 그림 7-21과 7-22와 같이 크기 W3.8 × L2.0 × H2.0 m로 설정하여 40 × 40 mm 사각파이프를 사용하여 프레임을 제작하였으며, 외부온도와의 차단(단열)을 위해 두께 50 mm의 외장 보온 판넬을 프레임 외부에 부착하였고, 외부는 두께 1.6 mm의 아연도강판을 사용 함.

○녹색 WG 건조장치는 배출되는 열을 순환시켜 열교환기(배열회수 열교환)를 거쳐 재사용하는 방식을 채택하여 에너지를 절감할 수 있도록 설계 제작 함.

○제습/냉동 공기 공급장치는 건조 시 열교환기에 의해 녹색 WG에서 증발되는 수분과 대기 중의 수분을 제거하기위해 10 개의 열교환기를 설치하였으며, 열교환기에 의해 응축 된 수분은 시스템 하단에 설치된 배수구(drain)에 의해 배출 되도록 설계 제작 함.

○건조실 내부의 건조온도는 34℃로 일정하게 공급되는 공기에 의해 녹색 WG를 건조할 수 있도록 설계 제작함.

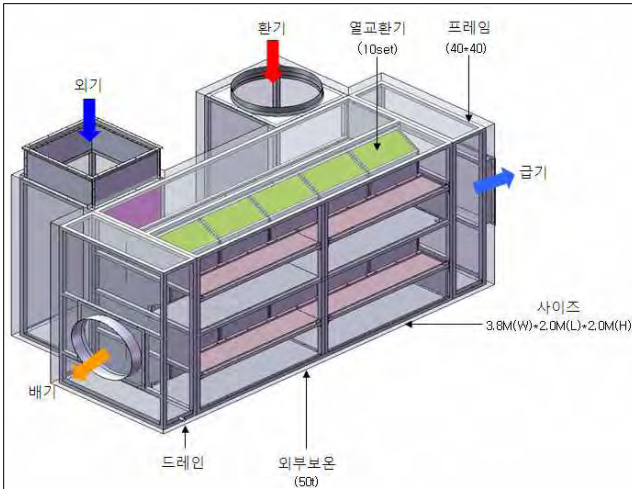


그림 7-21. 제습/냉동 열교환기의 3D 조립도



그림 7-22. 제습/냉동 열교환기 현장설치

□ 건조 챔버

- 건조 챔버(chamber)는 그림 7-23과 7-24와 같이 50 × 50 mm의 사각 파이프를 사용하여 프레임의 크기를 W2.0 × L2.0 × H2.5 m로 설계 제작함.
- 건조 챔버가 외부의 대기환경에 영향을 받지 않게 하기 위해 두께 50mm의 보온 판넬을 사용하여 프레임 외부에 설치함.
- 건조 챔버 하부에는 메쉬를 설치하여 통풍이 되도록 하였고, 건조 챔버 바닥에 집진공간을 두어 건조과정 중 발생한 먼지나 찌꺼기, 검불 등이 수집되도록 함.
- 녹색 WG의 건조과정에서 발생하여 건조 챔버 아래에 쌓이는 먼지, 찌꺼기 등을 제거하기 위해 건조 챔버 하부에 공간을 마련하여 필요 시 이들을 제거 할 수 있도록 설계 제작 함.
- 건조 챔버를 통과한 공기는 건조 챔버 상부에 설치된 환기 덕트(φ750mm)를 통해 제습/냉동 공급장치로 순환되도록 함.
- 건조 챔버를 통과한 공기가 환기 덕트로 유입되기 전에 공기 중의 잔여물을 한 번 더 걸러 내어 깨끗한 공기만 제습/냉동공급장치로 공급하기 위해 환기 덕트 입구에 백 필터(back filter)를 장착함.

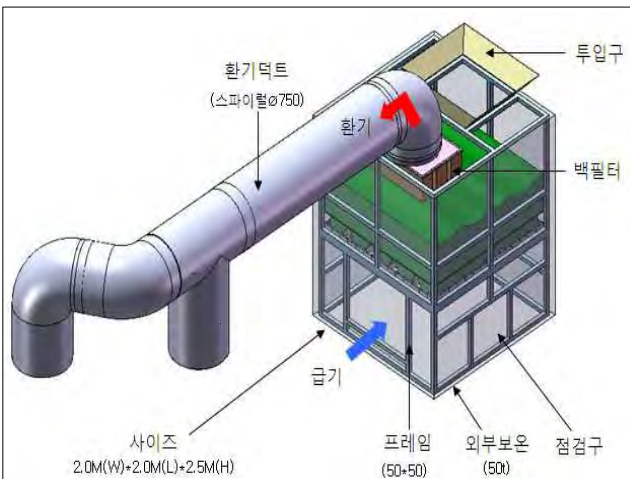


그림 7-23. 건조 챔버 3D 조립도



그림 7-24. 건조 챔버의 현장설치

□ 급기 팬(fan)

- 건조 챔버를 통과한 공기 혹은 제습/냉동 열교환기를 통과한 외부의 공기를 건조 챔버에 공급하는 역할을 수행하기 위해 제습/냉동 열교환기와 히터 사이에 급기 팬을 설치함.
- 급기 팬은 그림 7-25와 7-26과 같이 크기는 H1.3 × L1.5 m로 설정하였으며, 급기 팬은 건조 장치가 순환 모드일 경우 건조 챔버를 거쳐 나온 공기가 제습/냉동 열교환기에 들어온 공기를 건조 챔버에 재공급하기 위해 히터로 공급하는 역할을 담당하고, 환기모드인 경우 대기가 제습/냉동장치를 거쳐 들어온 공기를 히터에 공급하여 가열한 다음 건조 챔버로 공급하는 역할을 담당함.
- 순환모드일 경우 덕트에 설치된 댐퍼가 자동으로 닫히게 되어 외부 공기가 들어오는 것을 방지함.
- 급기팬의 회전 시 발생하는 소음을 최소화하기 위해 급기 팬을 소음 챔버 안에 설치함.
- 소음 챔버의 크기는 W2.1 × L2.0 × H1.8 m로 설정하여 제작하였고, 두께 30 mm의 판재를 사용함.

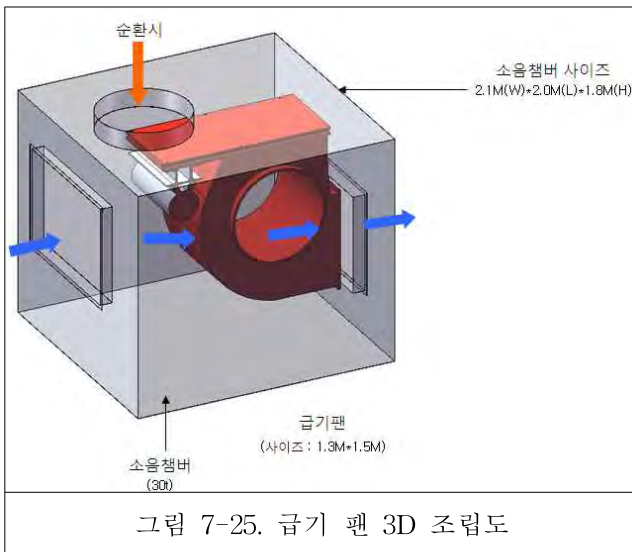


그림 7-25. 급기 팬 3D 조립도



그림 7-26. 급기 팬 현장 설치

□ 배기 팬(fan)

- 배기 팬은 건조장치의 건조 모드를 환기모드로 가동될 경우 건조 챔버를 통과한 공기를 배출하는 역할을 수행함.
- 배기 팬은 그림 7-27과 7-28과 같이 크기는 H1.2 × L1.3 m로 설계 제작 하였고, 배기 덕트(duct)의 직경은 $\phi 750\text{mm}$ 로 선정함.

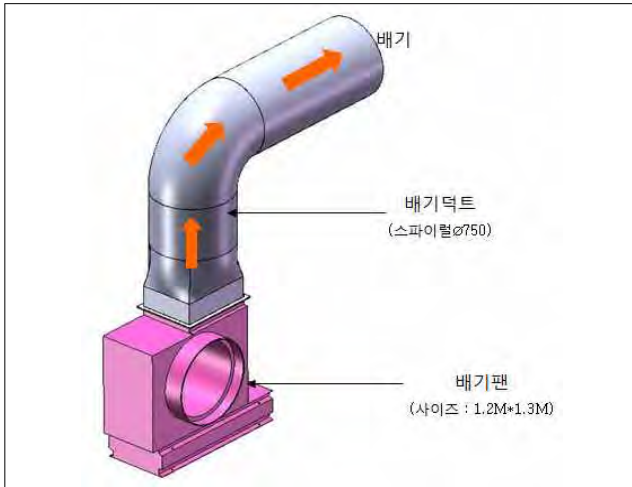


그림 7-27. 배기 팬 3D 조립도

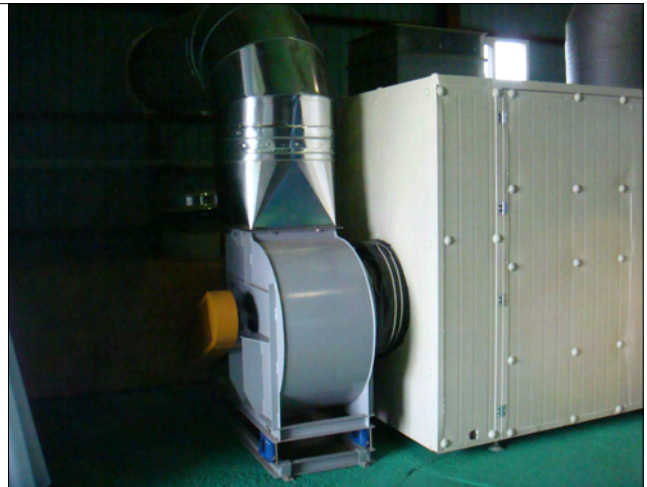


그림 7-28. 배기 팬 현장 설치

□히터(heater)

- 배열회수 열교환 방식 건조장치의 공급 공기 온도의 제어를 위해 핀 타입 전기히터를 선택하여 급기 팬과 건조 챔버 사이에 설치함.
- 히터의 크기는 그림 7-29와 같이 W1.0 × L0.8m이고, 소비전력은 40 kW 임.
- 히터에서 발생하는 소음을 저감하기 위해 두께 100 mm 의 판재를 사용하여 제작한 소음 챔버 안에 히터를 장착하였고(그림 7-30), 소음 판재의 프레임 크기는 W1.5 × L1.0 × H0.8 m 임.
- 급기 팬과 건조 챔버 사이에 설치된 히터는 공급 공기의 온도를 35 - 70℃까지 온도를 조절할 수 있도록 그림 7-31과 같이 설치 하였으며, 히터의 온도 조절은 건조 챔버에 설치된 온도 센서의 감지에 의해 조절 할 수 있도록 함.

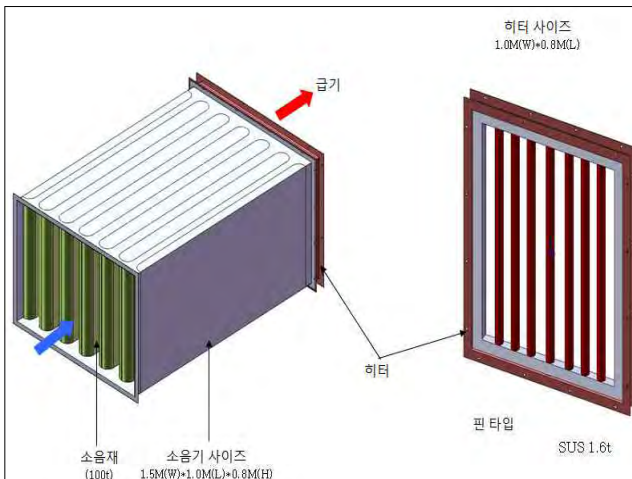


그림 7-29. 히터 3D 조립도



그림 7-30. 히터 현장 설치

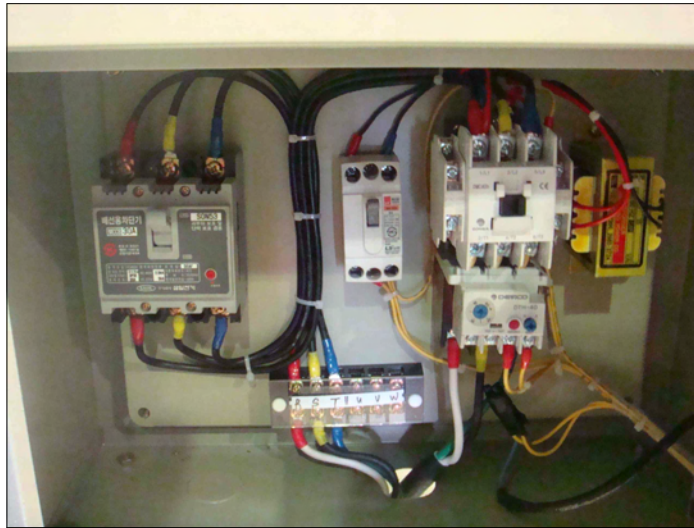


그림 7-31. 히터 제어 전기 배선

□컨트롤러

- 컨트롤러는 풍량을 제어하고, 건조 시간, 건조챔버 내의 온도, 습도를 설정하고, 건조장치의 운전 즉 자동/수동으로 전환하며, 기기 이상이나 건조완료 등을 알려주는 알람 기능을 수행 할 수 있도록 그림 7-32, 7-33, 7-34와 같이 설계 제작 함.
- 건조장치의 운전 즉 환기 혹은 순환 모드로 전환할 때는 컨트롤러가 배기 덕트 내에 전동 댐퍼를 작동시켜 공기의 흐름을 차단하여 전환할 수 있도록 함.
- 아래 표 7-4는 건조장치 컨트롤러의 운전 사양으로서 급기 및 배기량, 건조시간, 온도설정, 습도설정, 운전모드 등을 컨트롤러를 사용하여 제어 할 수 있도록 제작 함.



그림 7-32. 컨트롤러 현장 설치

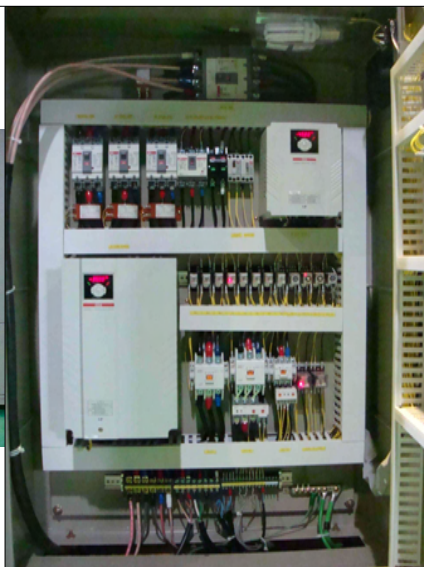


그림 7-33. 컨트롤러 내부 전기배선



그림 7-34. 컨트롤러 조작반

표 7-4. 배열회수 열교환 방식의 녹색 WG 건조시스템 운전 사양

항 목	내 용
풍량 제어	급/배기 팬 인버터 제어
시간 설정	타이머
온도 설정	온도 센서
습도 설정	상대습도 센서
운전 모드	환기/순환 모드, 전동댐퍼 제어
자동/수동 제어	자동/수동 운전
알람	기기 이상 알람, 건조 완료 알람

□열교환방식 녹색 WG 건조장치 조립, 시작품 제작, 현장 설치

- 1차년도 연구결과에서 제기된 녹색 WG 원료의 건조시간을 단축하고 건조효율을 향상하기 위해 녹색 WG 건조장치를 보완 개선 함
- 건조과정에서 외부 대기 조건이나 초기 함수율이 50%이상의 녹색 WG의 특성을 고려하여 짧은 시간 내에 녹색 WG를 건조하기위해 아래 그림 7-35와 같이 열교환기, 배기팬, 급기팬, 히터, 건조 챔버, 콘트롤러 등의 주요 구성원으로 되어있는 배열회수 열교환 방식의 녹색 WG 건조장치를 제작하여 군산시 소재 녹색 WG 가공생산 현장에 설치함(그림 7-36).
- 녹색 WG건조장치는 순환과 환기의 2개 운전모드로 운용할 수 있도록 제작하여, 건조공기를 순환시켜 재사용 할 수 있는 순환모드와 외부공기를 유입하여 환기 시키면서 건조 할 수 있는 환기모드로 사용 할 수 있도록 제작 함.

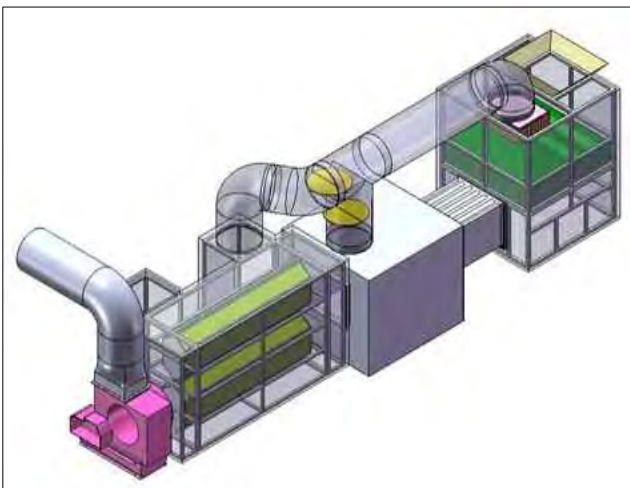


그림 7-35. 열교환방식 녹색 WG 건조장치 조립도



그림 7-36. 열교환방식 녹색 WG 건조장치 현장 설치

2) 열교환방식 녹색 WG 건조장치의 성능 분석 결과

- 1차년도 기술개발 결과에서 제기되었던 장시간의 건조시간을 단축 하기위해 배열회수 열교환 건조기술을 적용하여 녹색 WG 원료의 건조장치를 보완 개선 제작하여 위 그림과 같이 군산시 소재 녹색 WG 가공 생산 현장에 설치 함.
- 배열 회수 열교환 방식을 사용함으로써 배열을 85% 이상 회수가 가능하고, 이로 인해 40% 이상 에너지 절감 효과가 있음.
- 배열회수 열교환 건조시스템은 1차년도 연구개발에서 개발한 순환식 제습 건조장치의 설비 공간보다 상대적으로 작아 녹색 WG 가공생산 현장에 설치하기가 편리하고 공간을 활용할 수 있는 장점이 있음.
- 배열회수 열교환 방식을 채택함으로써 건조시간을 1차년도의 연구결과의 건조시간인 20-24 시간에서 12 - 15시간으로 단축함으로써 녹색 WG 가공 생산의 생산성을 향상 할 수 있는 것으로 판단 됨.
- 배열회수 열교환방식 건조시스템의 건조 챔버 내에서 건조되는 녹색WG는 건조 중 발생하는 수분에 의해 건조 챔버 중앙 부분에 있는 곡물 일부에서 부패되는 현상이 발견되어 이를 개선할 필요가 있음.
- 위와 같은 문제점을 해결하기 위해서 건조 챔버 내의 곡물을 교반하거나 순환 시키는 방법을 적용하여 개선하는 것이 필요 함.
- 녹색 WG 원료 건조장치의 연구개발에 관한 성과로서 아래 표 7-5와 같이 1개의 국내특허를 출원하였음.

표 7-5. 녹색 WG 원료 건조장치의 국내특허 출원 현황

특허출원명	녹색 WG 가공을 위한 연속순환식 건조시스템 및 그 건조방법
출원번호	10-2011-0048280
출원일	2011. 5. 23

3) 녹색WG 원료 정선시스템의 기술 분석

- 정선 시스템의 일반적 적용 기술
 - 곡물 정선시스템(grain cleaner)는 일반적으로 공기와 스크린(air and screen)을 사용하여 곡물을 제외한 이물질을 제거 함.
 - 정선시스템에 투입되어 로울러에 의해 이송되고 곡물이 스크린 위로 낙하하는 동안 흡입공기가 상대적으로 곡물보다 가벼운 이물질을 흡입하여 제거하는 기술을 사용하는 것으로 조사 됨.
 - 정선 시스템에서 중요한 기술은 정선시스템에 투입되는 곡물의 고른 흐름(even flow of grain)이 이물질을 제거하는 정선시스템의 주요 기술이며, 고른 흐름을 유지하기 위해 스크린에 진동을 가하는 기술을 적용하여 사용하고 있음.
 - 정선성능의 향상이나 곡물 정선처리양에 따라 스크린을 2 - 8단까지 사용하여 정선 효과를 향상함.

- 곡물의 특성에 따라 정선 공기량을 조절하여 이물질을 제거하는 정도를 향상하고 있음.
- 진동 스크린 적용
- 스크린은 천공된 철판이나 메쉬 스크린(mesh screen)을 사용하고, 홀(hole)의 모양은 곡물의 길이, 두께, 모양 등 형태에 따라 원형 홀, 삼각홀, slotted hole 등을 사용하여 곡물을 정선하는데 사용하고 있음.
- 정선시스템에서의 스크린은 곡물의 크기를 결정하는 역할을 함.
- 정선시스템에 사용되는 진동 스크린은 일반적으로 2-8의 스크린을 사용하며, 요구되는 곡물의 정선 정도에 따라 선택하여 사용함.
- 곡물이 스크린을 통과하는 동안 suction 공기를 이용하여 상대적으로 가벼운 이물질을 흡입하여 제거하고,
- 스크린을 통과한 곡물들은 air shifter와 aspiration을 통해 곡물 중에 남아있는 반복해서 이물질을 제거하는 정선과정을 거치게 함으로서 정선 효율을 향상 시키는 기술을 적용함.

[3차년도 이론적, 실험적 접근방법, 연구내용]

연구 범 위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내용
<p>○녹색 WG 건조시스템 보완</p>	<p>○2차년도 열교환방식의 녹색WG 건조장치의 성능분석 결과 건조과정 중 녹색WG원료의 높은 함수율과 건조과정 중 피건조물 심층부의 더운 내부 온도로 인해 녹색WG 원료의 심층부에서 부패 현상이 발생하는 문제가 도출되어 건조 챔버 내 피건조물을 교반하여 피건조물의 부패현상을 방지할 수 있는 방법을 모색 함</p>	<p>○녹색WG 원료를 블랜칭한 후 바로 1차 건조시스템인 회전식강제온풍송풍건조시스템으로 이송하여 녹색WG 원료를 원통강관 회전체(드럼 : 955 mm × 10 m × 6t) 내에서 1차 건조 시킨 후 원료의 정선공정을 거쳐 순환식 곡물 건조기로 2차 건조하는 방법을 채택.</p> <p>○회전식강제온풍송풍건조시스템은 회전하고 있는 원통강관에 강제로 온열을 송풍하여 원료가 원통 강관내에서 교반되며 건조되는 방법을 사용 함.</p> <p>○원통강관은 원료 배출구쪽으로 약 5도 정도 기울어지게 설치되어 회전하는 메카니즘으로 되어있고, 원통강관 내부에 돌기를 두어 원료가 회전하는 원통강관 내에서 내려오면서 교반되도록 하여 원료의 건조가 용이하도록 함.</p> <p>○회전식강제온풍송풍건조시스템을 사용한 녹색WG원료의 1차 건조는 녹색WG 원료의 블랜칭 속도와 같은 동일한 속도로 건조할 수 있어 연구개발 1, 2차년도에 적용했던 건조기술에 비해 녹색WG 원료를 상대적으로 빠르게 건조할 수 있고,</p> <p>○녹색WG 원료의 1차 건조는 녹색WG 원료가 블랜칭 시스템을 통과하면서 표피에 흡수된 수분을 제거할 수 있음.</p> <p>○회전식강제온풍송풍건조시스템의 1차 건조 후 함수율이 약 (50%)인 녹색WG 원료를 약 20-25% 수준으로 감소시킬 수 있어, 순환식곡물건조기를 사용하는 2차 건조 소요시간을 감소시켜 생산공정의 병목현상을 해결하고, 연구 1, 2차 연도에 발생한 피건조물이 부패되는 문제점을 해결 하고자 하였음.</p>
	<p>○녹색 WG원료 건조시스템 개선 보완 후 건조시스템의 건조 성능 분석 - 피건조물인 녹색WG 밀, 녹색WG보리, 녹색WG쌀 등의 단위 무게 당 건조소요시</p>	<p>○녹색 WG 원료 건조시스템의 개선 후 건조시스템 건조 성능 분석에 피건조물인 녹색WG밀, 녹색WG보리, 녹색WG쌀 등의 단위무게 당 소요 건조시간 분석은 회전식강제온풍송풍건조시스템의 1차 건조 소요시간과 순환식 곡물 건조기의 2차 건조 소요시간을 측정하여 분석 함.</p> <p>- 회전식강제온풍송풍건조시스템의 1차 건조 소요시간은 블랜칭된 녹색WG 원료가 콘베어 벨트를 타고</p>

연구 범 위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 내 용
	<p>간 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 녹색WG의 생산성에 영향을 미치는 요인 분석 - 녹색WG 건조장치의 경제성 분석 : 소요 인건비, 전기사용량, 장비 감가상각비 등의 분석 	<p>바로 회전식강제온풍송풍건조시스템으로 투입되기 때문에 회전식온풍터널 내에서 지체되는 시간을 측정하여 투입량 대비 단위 무게당 건조시간을 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 순환식 곡물 건조기의 2차 건조의 소요시간은 투입량 대비 소요건조시간을 측정하여 건조성능을 분석함. ○녹색 WG 생산성에 영향을 미치는 요인 분석은 건조 과정에서 나타나는 건조공정 중의 가공물의 정체 현상과 곡물의 건조에 영향을 미치는 외부 요인을 분석함. ○녹색통곡미 원료 수확 시 작물 검불의 양이 상당히 많이 포함되어 있고 (전체 중량의 30%정도), 블렌칭공정을 거친 녹색WG 원료의 건조공정에서 검불이 포함되어 있는 수분으로 인해 녹색 WG 원료의 건조 시간을 상당히 지연시키는 문제점이 발생 함. ○녹색 WG 건조장치의 경제성 분석 : 소요인건비, 전기사용량, 장비 감가상각비 등의 분석
녹색 WG 정 선 시스템 구 축 및 성능 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색 WG 원료의 이물질을 제거하기 위해 녹색 WG 생산의 블렌칭 공정 및 1차 건조 공정 후 녹색WG 원료를 2차 건조공정으로 투입하기 전에 정선시스템을 설치하여 녹색WG원료에 상당량 포함된 검불등의 이물질을 제거함. 	<ul style="list-style-type: none"> ○녹색 WG원료는 호숙기에 수확하기 때문에 완숙기에 수확한 원료에 비해 작물의 검불, 쭉정이, 이물질 등이 약 30-40%이상의 상당량 포함하고 있어 1차년도 및 2차년도 연구개발 결과에서 나타났듯이 건조 시간이 상당히 많이 요구되어 생산 공정의 병목현상을 초래하여 생산성이 저하되는 결과를 초래하여 원료 외 이물질을 제거함으로써 피건조물의 중량과 부피를 최소화하는 정선시스템 구축을 고려 함. ○녹색 WG 원료에 포함되어 있는 작물의 검불은 건조 시간을 증가시키는 원인이 되며 이로 인해 녹색WG 생산효율에 많은 지장을 초래하는 것으로 나타남. ○이러한 문제는 녹색 WG 원료 수확 시 포함되어 있는 검불로 인해 가중되는 것으로 판단하여 1차 건조 공정 후 검불을 제거한 후 2차 건조공정을 수행하여 주어진 생산 환경에서 가능한 한 건조소요시간을 단축하여 생산성을 향상시키고, 나아가서 적정 함수율로 건조된 녹색WG 원료를 저장할 수 있도록 하여 녹색WG 원료의 손실을 줄이고 저장된 원료를 추후 가공생산 할 수 있도록 하는 계기를 마련하고자 함. ○정선시스템을 1차 건조공정 및 2차 건조공정 중간에

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구내용
		<p>설치함으로서 녹색WG원료에 포함되어 있는 이물질을 제거함으로서 피건조물의 중량 및 부피가 감소되어 2차 건조공정에서 사용하고 있는 순환식 건조기의 건조하중을 줄이고, 도정을 위한 적정함수율을 유지할 수 있는 건조 소요시간을 감소시켜 건조효율을 향상시키는 효과가 있음.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ○정선시스템의 이물질 제거 정선성능 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○정선시스템의 정선성능은 피건조물의 전체 중량에서 제거된 이물질의 중량을 측정하여 정선성능 분석 - 정선효율(%), 즉 원료내의 제거되어야 할 이물질의 단위 무게 당 제거 된 이물질의 양을 분석 ○정선효율 즉 단위시간 당 원료 정선 분석 ○단위시간 당 투입 양, 공기 속도, 스크린 사이즈, 요동(진동) 특성과 정선 효율의 상관관계 분석
	<ul style="list-style-type: none"> ○녹색 WG 원료 정선에 적합한 정선시스템 보완 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ○녹색 WG에 포함되어 있는 이물질(지푸라기, 검불, 쭉정이, 흙, 잔돌, 잡초씨 등) 정선성능 분석 결과를 바탕으로 정선효율 향상을 위한 정선시스템의 보완 개선 ○단위시간 당 투입 양, 공기 속도, 스크린 사이즈, 요동(진동) 빈도와 정선 효율과의 관계를 분석 한 후 녹색 WG의 정선 최적 조건을 선정
녹색WG 원료 정선기술 구축.	<ul style="list-style-type: none"> ○녹색 WG 원료의 정선에 필요한 요소 기술 혹은 정선시스템 운용 방법 등에 대한 기술 구축. 	<ul style="list-style-type: none"> ○녹색 WG밀, 녹색 WG보리, 녹색 WG쌀 등의 원료 특성에 따른 정선시스템 운용 방법 구축과 최적 운전 조건 분석

[3차년도 연구결과]

□녹색 WG 원료 건조시스템 보완

○2차년도 연구결과인 열교환방식의 녹색 WG 원료 건조시스템은 블랜칭 후 녹색WG원료의 높은 함수율로 인해 건조하는데 약 12-15시간이 소요되고, 이 과정에서 피건조물의 심층부에 부패현상을 초래하는 결과가 나타남.

○따라서, 3차년도 연구개발에서는 아래 그림 7-37(a)와 7-37(b)와 같이 회전식강제온풍송풍 건조시스템을 적용하여 녹색WG 건조시스템을 전면 보완하고, 건조된 원료를 정선하여 원료에 포함된 지푸라기, 검불, 미세먼지를 제거한 후 녹색WG 원료를 순환식 건조시스템을 사용하여 2차 건조하는 건조시스템을 구축함.

○회전식강제온풍송풍건조시스템은 회전강관 드럼(tunnel; 직경 1 m × 길이 10m), 열교환기 (블로어(blower), 버너(burner; 20,000 kcal/h; 연료소비량 2 liter/h)), 동력전달장치, 롤러 및 screw (1 ton, 속도조절 인버터), 평이송 컨베이어 벨트(500 × 6,000 mm), screw 콘베이어 벨트(200 × 4,000 mm), 컨트롤박스(속도조절 인버터) 등으로 구성되어있음.

○회전식강제온풍송풍건조시스템의 건조방식은 블랜칭된 녹색WG 원료가 이송 컨베이어에 의해 이송되어 회전강관 드럼 상단으로 낙하되고 원료는 강관의 회전과 중력에 의해 천천히 교반되면서 배출구 쪽으로 이송하게 됨. 회전강관 드럼은 약 3도 정도 아래로 기울어져 있으며 모터에 의해 일정속도로 회전할 수 있도록 인버터를 사용하여 조절할 수 있음.

○녹색WG 원료가 회전강관을 타고 내려오면 회전식강제온풍송풍건조시스템의 히터와 블로어가 작동되며, 히터(그림 7-38)에 의해 발화된 화염(연소온도 1,500℃; 그림 7-39)에 의해 더워진 공기를 블로어가 회전강관 쪽으로 강제로 공기를 불어내 녹색WG원료가 회전강관을 타고 내려오면서 동시에 교반되면서 녹색WG 원료가 서서히 건조 됨(그림 7-40, 7-41).

○회전강관의 길이와 직경은 각각 10m 및 1m로 녹색WG 원료가 회전하는 원형강관을 타고 내려오는데 걸리는 소요시간은 약 원료 ton당 30분 정도로 이 시간동안 원료가 더운 강풍에 의해 건조 됨.

○건조되어 내려온 녹색WG 원료는 회전강관 하단에 설치되어 있는 오거(그림 7-42, 7-43)에 의해 이송되어 ton bag에 담겨진 후 정선시스템으로 이동됨.

○연구개발 3차 년도에 개선보완 한 회전식강제온풍송풍건조시스템의 녹색WG 원료 건조방식은 연구개발 1차 및 2차 년도에 적용했던 건조시스템의 가장 큰 문제점으로 각각 지적되었던 24시간, 12-15시간의 상당히 오랜 건조 소요시간을 블랜칭 소요시간과 같은 실시간으로 1차 건조를 수행 할 수 있도록 보완 구축함.

○회전식강제온풍송풍건조시스템을 적용한 녹색WG 원료의 건조는 블랜칭 시스템을 통과한 초기 녹색WG 원료의 함수율인 약 50% 이상에서 원료의 함수율을 약 25%내외로 감소 됨.

○또한, 본 연구에서는 위와 같이 건조된 녹색WG 원료를 정선공정을 거쳐 원료의 이물질인 검불, 지푸라기, 미세먼지 등을 80%이상 최대한 제거하여 원료의 중량과 부피를 줄인 후, 2차 건조 공정으로 녹색WG 원료를 도정 할 수 있는 수준인 원료의 함수율을 14-15%까지 건조할 수 있도록 10ton 규모 2대의 순환식 건조시스템(그림 7-44)을 추가 설치하여 녹색WG대량생산 기반을 확보 함.

○단, 순환식건조시스템의 2차 건조공정은 원료의 양에 따라 건조 소요시간이 다를 수 있고, 원료를 건조한 후 바로 도정하거나 저장을 할 수 있어 건조시스템의 문제점으로 지적된 생산 공정에서 원료이송의 병목현상을 해소하고, 건조 소요시간의 과다로 인해 발생했던 원료의 변패현상으로 인한 원료의 손실을 제거 함.



그림 7-42. 회전식강제온풍송풍건조시스템 하단의 녹색WG원료 이송 오거



그림 7-43. 회전식강제온풍송풍건조시스템 하단의 녹색WG 원료 이송 오거

○2차 건조공정에 사용되는 순환식건조기 2대는 아래 그림 5와 같이 전북 군산 소재 녹색 WG사업단 가공현장에 설치함.



그림 7-44. 녹색통곡미 원료의 2차 건조를 위한 순환식 건조시스템의 설치된 모습

□녹색WG원료 건조시스템 개선 보완 후 건조시스템의 건조 성능

○블랜칭 공정을 통과 한 녹색WG 원료의 1차 건조시스템의 건조성능은 원료 1 ton의 단위무 계당 회전식강제온풍송풍건조시스템을 통과하는 시간을 측정한 결과는 약 45분 정도로 나타났고, 1차 건조과정 후 초기함수율이 약 50%인 원료의 함수율 측정 결과 약 25-30%로 감소함.

○2차 건조시스템은 건조 용량이 10ton인 순환식건조시스템 2대를 설치하여 일시에 20톤의 녹색WG 원료를 건조할 수 있으며, 건조 시간은 약 16시간 정도 소요됨.

□녹색WG 생산성에 영향을 미치는 요인 분석

○연구개발 1, 2, 3차 년도에 걸쳐 녹색WG 원료의 건조시스템을 3가지 방법을 적용하여 개발한 건조기 시스템의 성능을 분석하였으나 만족할만한 결과를 도출하지 못한 원인 중 건조시스템의 건조시간의 과대 소요와 원료의 변패 등이 가장 큰 문제점으로 나타남.

○건조 시간의 과대 소요의 원인은 녹색WG원료의 초기 함수율이 50%이상으로서 이러한 원료를 도정 가능한 함수율 범위인 15% 내외로 원료를 건조시켜 생산성을 적정 수준으로 높이기 위해서는 건조시스템의 성능 보다는 건조용량이 큰 설비를 구축할 필요성이 있는데 그러한 설비를 구축하는데 공간과 비용의 한계가 있음.

○또한, 녹색WG 원료의 수확기간이 7일정도의 짧은 기간과, 적시에 신속하게 수확을 해서 저장을 하면서 가공할 경우 저장과정에서 녹색WG의 높은 함수율로 인해 원료의 변패가 발생함.

○녹색WG 생산의 전 공정의 원활한 흐름과 원료의 손실을 막기 위해 수확한 원료의 저장이 필요한데, 녹색WG를 생산하기 위해서는 블랜칭 공정이 필수 조건이고, 이 공정을 거친 원료의 색상을 녹색으로 고정시키기 위해서는 급속냉동 저장이 필요한데 이러한 급속냉동시설 구축은 공간 및 비용적인 면에서 본 연구개발에서는 가능하지 않음.

○위에 열거한 생산성을 제한하는 요인들을 극복하기 위해서는 녹색WG 원료를 도정이나 저온 저장이 가능한 조건으로 신속하게 건조해야 하는데 녹색WG 원료의 건조곡선(건조시간 대비 함수율)이 음의 지수함수(negative exponential function)적인 건조특성을 띠고 있어 건조시간이 과대하게 소요됨.

○또한 소요 건조시간을 줄이기 위해 건조시스템의 건조를 높은 온도에서 실행할 경우 원료의 동할이 발생하여 상품성에 지장을 초래하여, 본 연구개발에서 주어진 공간 내에 구축한 건조시스템을 사용하여 곡물의 적정 건조온도인 40-45℃를 유지하면서 건조해야 하는 조건에서 부득이한 병목현상이 발생하고 원료의 정체로 인해 녹색WG 생산성에 영향을 미치는 요인으로 나타남.

□녹색WG 건조장치의 경제성

○소요인건비는 녹색WG 가공생산 현장의 이송장비인 지게차, 컨베이어 시스템을 감안 하여 소요노동력을 2명으로 하고 1일 인건비를 150,000원으로 책정하여 1일 8시간 작업시간을 기준으로 인건비를 200,000원으로 계산함.

○전기, 등유, LPG 등 사용 비용은 1일 8시간 가동하는 것을 기준으로 아래 표 7-6과 같이 계산함.

표 7-6. 녹색WG 원료 건조장치 운전비용.

장비명	전기	등유	LPG	총비용(원/ 8hr)	비고
회전식강 제온풍송 풍건조시 스템	9kW×8hr×100원/k Wh = 7,200원	-	20,000kcal/m ³ ÷24, 000kcal/hr×8hr× 4,200원/m ³ = 28,000원	35,200원	○전기모터 3대 용량: 각 3kW ○ L P G 버 너 : 20,000kcal/m ³
순환식곡 물건조기(2대)	3.6kW×8hr×100원/k Wh×2대 = 5,760원	10liter/hr×8hr× 1500원/liter×2 대 = 24,000원	-	29,760원	○용량: 3.6kW ○ 등 유 보 일 러:10liter/hr
정전기	3.73kW×8hr× 100원/kWh = 2,984원	-	-	2,984원	○용량: 3.73kW
			합계	67,944원	

○장비 감가상각비의 계산은 정액법을 기준으로하고 장비의 내용 연수를 20년으로 했을 때, 순환식 곡물건조기 2대 가격 10,000,000원, 회전식강제온풍송풍건조시스템 가격 150,000,000원, 정전기 가격 25,000,000원에 대한 감가상각비는 년 9,150,000원으로 분석됨.

○따라서 녹색WG 원료 건조, 정전을 위한 1일 8시간, 작업 기간 년 70일로 하였을 때 인건비 (2명) 14,000,000원, 공과금지출 4,756,000원, 장비 감가상각비 9,150,000원으로 연간 총지출은 27,906,080원으로 분석됨.

□녹색 WG 원료 정선시스템 구축 및 성능분석

○녹색WG 원료에 포함된 검불의 양이 많고 습도가 높은 점을 고려하여 녹색WG 원료 정선 시스템은 아래 그림 7-45와 같이 ①분산기 ②공급롤러 ③공급량조절장치④경사체(고정) ⑤원통형 회전체 ⑥체 클리너 ⑦경사체(요동) ⑧체 클리너 등으로 구성하고, 녹색WG 원료 중에 포함된 검불, 가벼운 이물질 등이 고정 경사체에서 1단계로 분리되어 외부로 배출 된다. 2단계 원통체를 통과한 곡립, 미탈곡 이삭 또는 작은 검불 중에 가벼운 것은 3단계 선별부인 흡인 송풍기(싸이크론)에 의해서 흡입되어 외부로 배출되며, 4단계 선별부에서 경사 스크린의 요동운동에 의해서 완전립과 미탈곡 이삭이 재선별되고 경사 스크린을 통과한 정립은 스크류 컨베이어에 의해서 밖으로 배출될 수 있도록 함.

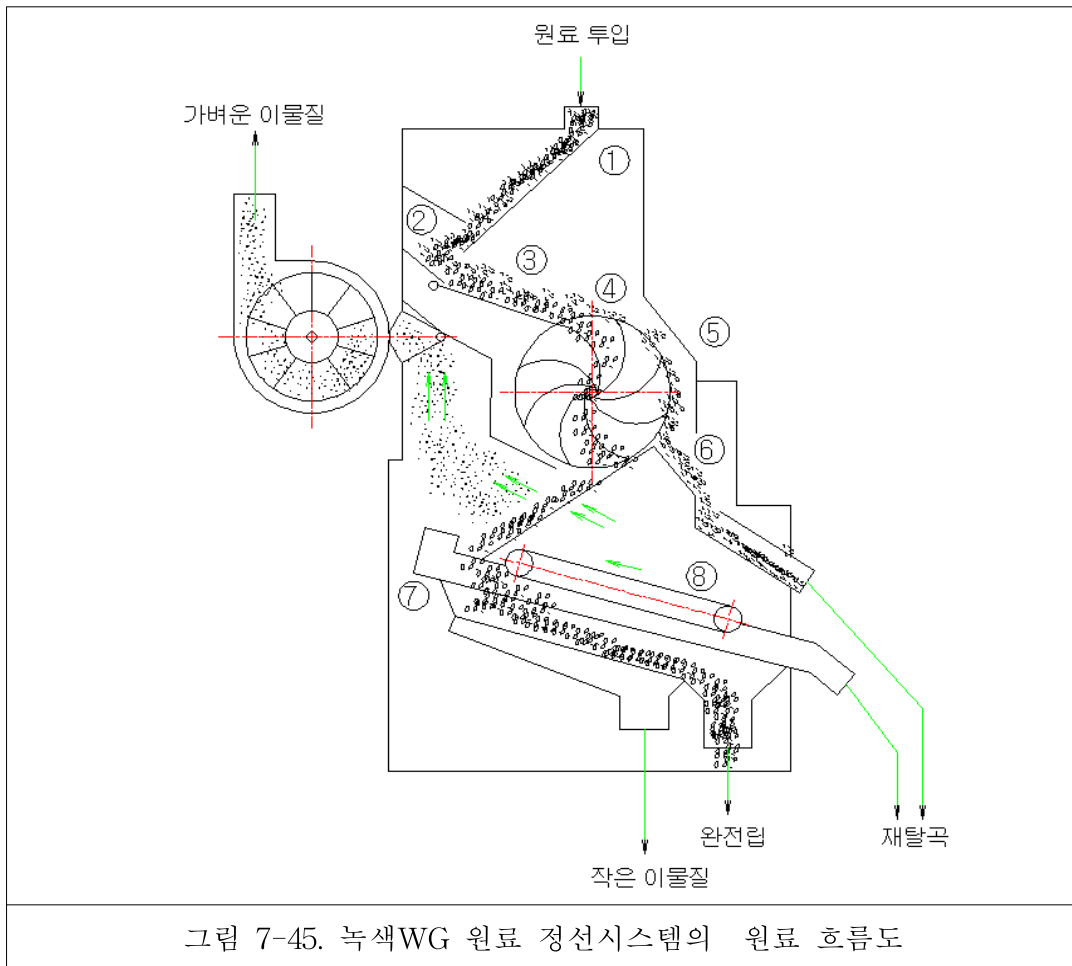


그림 7-45. 녹색WG 원료 정선시스템의 원료 흐름도

○녹색WG원료 정선시스템은 2개의 bucket elevator(6T x 5.0mH, 1 마력), 정선기탱크(0.9 x 0.9 x 6mH), 대형 원료정선기(2마력), 정선집진기(cyclone, D780), control box 등으로 구성하여 (그림 7-46, 그림 7-47) 전북 군산 소재 녹색 WG사업화사업단의 녹색WG 가공현장에 설치함.

○녹색WG 원료 정선시스템의 사이즈는 1250 x 850 x 1850 mm로소 소용동력은 2마력으로 선정함.

○정선시스템은 녹색WG 원료에 많이 포함되어 있는 이물질을 제거하여 피건조물의 중량과 부피를 최소화하여 2차 건조공정의 하중을 줄이고 건조 소요시간을 감소하여 건조 효율을 높이며, 녹색WG 생산 공정 중 건조공정에서 병목현상을 초래했던 것을 최대한 방지하고자 설치함.

○정선시스템은 녹색WG 원료가 회전식강제온풍송풍건조시스템에 의해 1차 건조된 후 이송 오거에 의해 바로 정선장치로 이동된 후 bucket elevator에 의해 정선부 상단에 위치해 있는 정선 탱크로 이송되고, 정선탱크에서 원료가 중력에 의해 정선부로 이송되어 원료의 이물질을 제거되고, 정선된 녹색WG 원료는 bucket elevator에 의해 밖으로 배출되어 ton bag에 담을 수 있도록 설치함.

○정선된 녹색WG 원료는 2차 건조시스템인 순환식건조기로 옮겨져 2차 건조과정을 거쳐 도정에 필요한 곡물 원료의 함수율 14 - 15%까지 건조하여 도정 공정으로 이송되거나 저장고에 옮겨 추후 가공할 수 있도록 저장함.

○정선기에 의해 배출된 이물질은 cyclone 방식의 정선 집진부에 의해 집진되어 배출 할 수 있도록 함.

○정선시스템에서 밖으로 배출된 녹색 WG원료는 ton bag에 담겨져 2차 건조공정을 거친 후 도정을 하던지 혹은 저장고에 넣어 저장하게 됨.

○본 연구개발에서 구축한 녹색 WG 원료 정선시스템은 1차 건조된 원료에 포함된 검불, 지푸라기, 미세분지 등을 제거하고자 구축하였으며, 1차 건조된 녹색WG 원료의 상태가 완전히 건조되지 않고 여전히 눅눅한 상태를 유지하기 때문에 원료에 포함된 이물질의 80-90% 정도 제거함

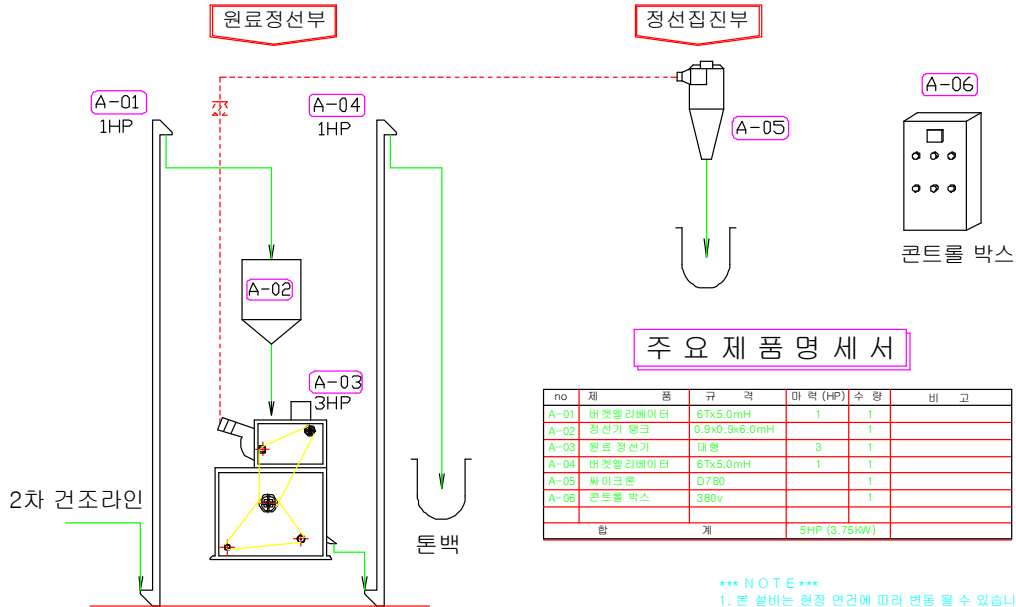
○녹색WG미, 녹색WG보리, 녹색WG밀 등 원료 각각에 포함된 이물질의 양과 수분 상태에 따른 정선 성능 분석을 통해 각 원료에 적합한 정선기 운전 방법의 선택은 차년도 원료 가공 생산 과정에서 좀더 세밀하게 진행하여 선정할 계획임.

○녹색WG 원료 정선 시스템의 제어는 컨트롤 패널의 조작을 통해 자동으로 제어 할 수 있도록 제작함.

○녹색WG원료 정선 시스템의 정선능력은 녹색WG 원료 블랜칭 시스템의 단위시간당 2 ton의 블랜칭 능력을 고려하여 단위시간 당 3 ton의 녹색WG 원료를 정선할 수 있도록 설계 제작함.

○아래 그림 7-48부터 그림 7-59는 녹색WG 원료 정선시스템의 설치과정을 표기함.

FLOW - CHART



주요 제품명세서

no	제 품	규 격	마 력 (HP)	수 량	비 고
A-01	버젯알리베이터	6Tx5.0mH	1	1	
A-02	정선기 용크	0.9x0.9x6.0mH		1	
A-03	원료 정선기	대형		3	
A-04	버젯알리베이터	6Tx5.0mH	1	1	
A-05	싸이크론	D780		1	
A-06	컨트롤 박스	380v		1	
합 계			5HP (3.75kW)		

- *** NOTE ***
1. 본 설비는 현장 연건에 따라 변동 될 수 있습니다.
 2. 시공설치 시 반드시 기술자와 상의 할 것.
 3. 기타 필요에 의해 위치 및 사양 변동 될 수 있습니다.


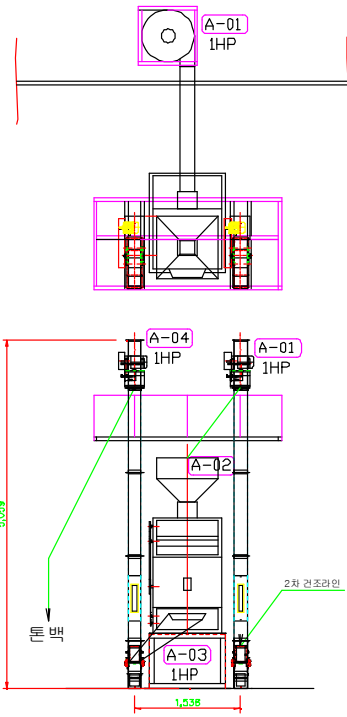
설계명 PROJECT TITLE 동광엔지니어링	도면명칭 DRAWING TITLE F-GW-C-A3T	축척 SCALE A1 : NONE A3 : NONE	날짜 DATE 2013. 2	주기 PERIOD	검토 CHECK BY	분류번호 DRAWING NO	도면번호 SHEET NO DG-01	 (주)동광이엔지 DONG-GWANG ENGINEERING CO., LTD 광주광역시 광안구 소촌동 842 TEL: 062-249-2391 FAX: 062-249-5089
---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------	--------------	----------------	--------------------	---------------------------	--

그림 7-46. 녹색WG원료 정선시스템의 flow chart



LAY-OUT

주요 제품명세서

no	제 품	규 격	마 력 (HP)	수 량	비 고
A-01	버켓엘리베이터	6Tx5.0mH		1	1
A-02	정선기 탱크	0.9x0.9x6.0mH		1	
A-03	원료 정선기	대형		3	1
A-04	버켓엘리베이터	6Tx5.0mH		1	1
A-05	싸이크론	D780		1	
A-06	콘트롤 박스	380v		1	
합 계				5HP (3.75KW)	

*** NOTE ***
 1. 본 설비는 현장 연선에 따라 변동 될 수 있습니다.
 2. 시공설치 시 반드시 기술자와 상의 할 것.
 3. 기타 필요에 의해 위치 및 사양 변동 될 수 있습니다.

설계명 PROJECT TITLE 정선라인 설비공사	도면명칭 DRAWING TITLE A' - OUT	축척 SCALE A1 : NONE A3 : NONE	날짜 DATE 2013. 2.	주기 PERIOD	검토 CHECK BY	도면번호 DRAWING NO	도면번호 SHEET NO DG-01	 (주) 동광이엔지 DONG-GWANG ENGINEERING CO., LTD 광주광역시 동산구 소촌동 842 T. 02-81-093 7912194-1000
-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------	--------------	----------------	--------------------	---------------------------	---

그림 7-47. 녹색WG 원료 정선시스템의 lay-out



그림 7-48. 녹색WG 원료 정선시스템의 bucket elevator 설치 전 모습



그림 7-49. 녹색WG 원료 정선시스템의 사이클론 설치 전 모습



그림 7-50. 녹색WG 원료 정선시스템의 원료정선기 설치 전 모습



그림 7-51. 녹색WG 원료 정선시스템의 원료정선기 좌대 제작 모습



그림 7-52. 녹색WG 원료 정선시스템의 사이클론 좌대 설치 전 모습



그림 7-53. 녹색WG 원료 정선시스템의 안전점대 설치 전 모습.



그림 7-54. 녹색WG 원료 정선시스템의 싸이크론 좌대 설치 모습.



그림 7-55. 녹색WG 원료 정선시스템의 원료정선기 좌대 설치 모습



그림 7-56. 녹색WG 원료 정선시스템의 원료정선기 및 승강기 설치 모습



그림 7-57. 녹색WG 원료 정선시스템의 컨트롤박스 설치 모습

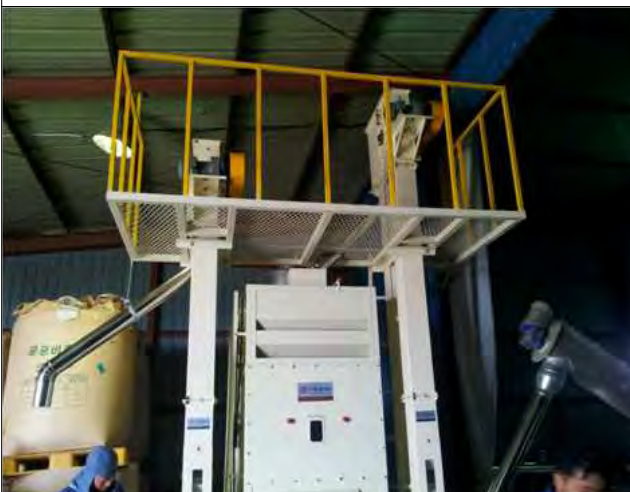


그림 7-58. 녹색WG 원료 정선시스템의 설치된 모습(1)



그림 7-59. 녹색WG 원료 정선시스템의 설치된 모습(2)

VIII. 녹색 Whole grain을 이용한 기능성 식품 개발

1. 녹색 WG의 성분분석

(1) 색도 분석

각 시료의 색도분석 결과는 표 8-1과 같다. 밀과 보리 또한 녹색인 경우 보다는 황색일 때 L값이 증가하였으며 보리는 도정여부에 따라서 L값의 차이가 큰 것으로 나타났다. 밀과 보리는 녹색 WG의 형태일 때 (-)값을 나타내며 greenness가 높은 경향을 나타내었다. 보리는 도정여부에 따라 b값의 차이가 큰 것으로 나타났다. 도정한 보리의 경우, yellowness는 감소하였고, lightness는 증가하는 경향을 나타내었다. b(yellowness:+, blueness:-)값은 밀과 보리의 경우 녹색보다는 황색에서 (+)값인 yellowness가 증가하는 것으로 나타났다.

표 8-1. WG 종류에 따른 색도

색차계	밀		
	녹색 WG조품밀	황색밀(밀기울제거)	
L*	37.42 ± 1.28	45.36 ± 2.51	
a*	-5.18 ± 0.83	6.47 ± 1.69	
b*	22.14 ± 1.73	23.61 ± 3.78	
색차계	보리		
	녹색 WG보리	황색보리(도정한 것)	황색보리(도정안한것)
L*	49.76 ± 0.14	68.46 ± 0.56	55.05 ± 0.67
a*	-3.25 ± 0.14	-0.87 ± 0.63	3.41 ± 0.18
b*	25.93 ± 0.17	24.59 ± 4.37	32.22 ± 0.84

(2) 수분함량

각 시료의 수분함량은 표 8-2과 같다. 밀과 보리의 경우 녹색일 때 황색보다 수분함량이 낮은 것으로 나타났다. 또한 도정여부에 따라 약간의 차이가 나타났다.

표 8-2. WG 종류에 따른 수분함량

시료명		수분함량(%)	시료명		수분함량(%)
밀	녹색 WG조품밀	11.76 ± 0.44	보리	녹색WG보리	10.44 ± 0.06
	황색밀(밀기울제거)	16.53 ± 0.31		황색보리 (도정한 것)	11.99 ± 0.22
				황색보리 (도정 안 한 것)	10.98 ± 0.66

(3) 조지방 함량

각 시료의 조지방 함량은 표 8-33과 같다. 밀의 경우, 녹색 WG조품밀에서 조지방 함량이 2.20%로 가장 높았으나 보리는 황색보리 중 도정 안 한 것이 3.00%로 지방 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 대체적으로 녹색을 띠는 WG의 시료에서 지방함량이 높게 나타났다.

표 8-3. 녹색 WG 종류에 따른 조지방 함량

시료명		지방 함량(%)	시료명		지방 함량(%)
밀	녹색 WG조품밀	2.21 ± 0.78	보리	녹색WG보리	1.27 ± 1.11
	황색밀 (밀기울제거)	1.71 ± 1.19		황색보리 (도정한 것)	2.30 ± 0.35
				황색보리 (도정 안 한 것)	3.00 ± 0.00

(4) 지방산 조성

시료의 지방산 조성은 표 8-4와 같다. WG 밀, 보리들은 포화지방산 보다는 주로 불포화지방산으로 구성되어있었다. 밀의 경우 linoleic acid (C18:2, n-6)이 1.07~1.32 g/100g으로 주된 지방산 이었다. 또한 WG 시료가 녹색일 경우 황색일 경우보다 지방산들이 더 많이 검출되었다. 보리는 C16:1, C20:0가 0.01이하로 소량이며 linoleic acid (C18:2, n-6)가 0.82~1.62 g/100g으로 주로 이루어졌다. 보리는 녹색일 경우보다 황색일 경우에 더 높은 지방산 함량을 나타내었다.

표 8-4. WG 종류에 따른 조지방 조성(g/100g).

지방산	밀		보리		
	녹색WG조품 밀	황색밀 (밀기울제거)	녹색WG보리	황색보리 (도정한 것)	황색보리 (도정 안한것)
C14:0	tr ³⁾	tr	tr	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
C16:0	0.50 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.41 ± 0.00	0.62 ± 0.01	0.73 ± 0.01
C16:1	tr	tr	tr	tr	tr
C18:0	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
C18:1(n-9)	0.28 ± 0.01	0.22 ± 0.00	0.15 ± 0.00	0.24 ± 0.01	0.36 ± 0.00
C18:1(n-7)	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00
C18:2(n-6)	1.32 ± 0.03	1.07 ± 0.03	0.82 ± 0.01	1.20 ± 0.02	1.62 ± 0.03
C20:0	tr	tr	tr	tr	0.01 ± 0.00
C20:1	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
C18:3(n-3)	0.19 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00
ΣUSFA ¹⁾	1.82 ± 0.04	1.40 ± 0.03	1.07 ± 0.01	1.61 ± 0.03	2.17 ± 0.03
ΣSFA ²⁾	0.52 ± 0.01	0.44 ± 0.01	0.43 ± 0.00	0.66 ± 0.01	0.77 ± 0.01

¹⁾The sum of total unsaturated fatty acid,

²⁾The sum of total saturated fatty acid

³⁾Trace: less than 0.01⁴⁾Nod detected

(5) β -carotene 함량

각 시료의 β -carotene 함량은 표 8-5와 같다. 밀과 보리는 성숙기인 황색보다는 녹색WG밀과 녹색 WG보리에서 β -carotene이 각각 281.13 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 과 69.80 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 검출되었다.

표 8-5. WG 종류에 따른 β -carotene 함량

시료명		β -carotene ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	시료명		β -carotene ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
밀	녹색 WG조품밀	281.13 \pm 6.95	보리	녹색WG보리	69.80 \pm 1.09
	황색밀 (밀기울제거)	N,D ¹⁾		황색보리 (도정한 것)	N.D
				황색보리 (도정 안 한 것)	N.D

¹⁾Nod detected

(6) Phytosterol 함량

각 시료의 phytosterol 함량은 표 8-6와 같다. Phytosterol에는 다양한 종이 있지만 이번 과제의 시료는 곡물로써 주로 β -sitosterol, stigmasterol, campesterol이 나타났다. 밀과 보리는 β -sitosterol, campesterol, stigmasterol의 순으로 함량이 낮아지는 것을 볼 수 있었다.

표 8-6. WG 종류에 따른 β -carotene 함량(mg/100g)

시료명		β -sitosterol	stigmasterol	campesterol
밀	녹색 WG조품밀	46.86 \pm 2.29	1.73 \pm 0.65	6.33 \pm 0.64
	황색밀 (밀기울제거)	45.79 \pm 0.16	2.72 \pm 0.34	8.34 \pm 0.83
보리	녹색WG보리	40.41 \pm 0.51	4.60 \pm 1.37	5.24 \pm 0.49
	황색보리 (도정한 것)	45.18 \pm 0.84	6.91 \pm 1.60	7.43 \pm 0.33
	황색보리 (도정 안 한 것)	45.65 \pm 4.84	7.41 \pm 1.80	8.70 \pm 2.52

(7) Tocopherol 함량

각 시료의 tocopherol 함량은 표 8-7과 같다. 밀과 보리에서는 γ -tocotrienol이 검출되지 않았다. 또한 녹색WG보리와 도정한 황색보리에서는 γ -tocopherol이 나타나지 않았다. 밀은 α -tocopherol, 보리는 α -tocotrienol이 주로 나타났다.

표 8-7. WG 종류에 따른 Tocopherol 함량(mg/100g)

시료명		α -tocopherol	α -tocotrienol	γ -tocopherol	γ -tocotrienol
밀	녹색 WG조품밀	0.68 ± 0.26	0.45 ± 0.05	0.18 ± 0.09	N.D ¹⁾
	황색밀 (밀기울제거)	0.90 ± 0.33	0.45 ± 0.10	0.19 ± 0.07	N.D
보리	녹색WG보리	0.34 ± 0.02	2.76 ± 0.14	N.D	N.D
	황색보리 (도정한 것)	0.38 ± 0.15	2.69 ± 0.37	N.D	N.D
	황색보리 (도정 안 한 것)	0.85 ± 0.04	4.24 ± 0.63	0.21 ± 0.06	N.D

¹⁾Not detected.

(8) 환원당

시료의 환원당 함량은 표 8-8과 같다. 전반적으로 녹색 WG들이 황색보다 높은 환원당 함량을 나타내었다. 보리의 경우, 도정한 것이 도정하지 않은 것보다 환원당함량이 낮은 경향을 보였다.

표 8-8. WG 종류에 따른 환원당(mg/100g)

시료명		Reducing sugar	시료명		Reducing sugar
밀	녹색 WG조품밀	1364.89 ± 12.98	보리	녹색WG보리	1935.10 ± 140.21
	황색밀 (밀기울제거)	727.89 ± 10.67		황색보리 (도정한 것)	1025.16 ± 13.38
				황색보리 (도정 안 한 것)	1187.54 ± 21.46

(9) 비타민 B1, B2, B6, 나이아신, 비타민 C 함량

밀에서는 녹색 WG조품밀에서 비타민 B2와 나이아신, 비타민 C의 함량이 황색밀보다 높았다. 보리에서는 녹색WG보리가 전반적으로 황색보리보다 비타민 B1, B2, B6, 나이아신, 비타민 C 함량이 높게 나타내었다. 도정한 황색보리는 도정하지 않은 것보다 영양성분이 낮아지는 경향을 나타내었다(표 8-9).

표 8-9. WG 종류에 따른 비타민 B1, B2, B6, 나이아신, 비타민 C 함량 (mg/100g).

시료명		비타민 B1	비타민 B2	비타민 B6	나이아신	비타민 C
밀	녹색 WG조품밀	0.21	0.17	0.06	1.14	4.36
	황색밀 (밀기울제거)	0.49	0.05	0.13	0.50	0.00
보리	녹색WG보리	0.33	0.10	0.10	2.16	0.93
	황색보리 (도정한 것)	0.27	0.01	0.12	0.27	0.18
	황색보리 (도정안한 것)	0.29	0.04	0.11	0.21	0.08

(10) 회분, 단백질, 식이섬유, 당조성(fructose, glucose, sucrose, maltose) 함량

분석한 WG(밀, 보리)들의 회분, 단백질, 식이섬유, 당조성(fructose, glucose, sucrose, maltose) 함량은 표 8-10에 나타내었다. 보리의 경우, 도정한 황색보리가 도정하지 않은 것보다 영양성분 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 밀의 경우 녹색WG조품밀이 회분, 식이섬유가 황색밀보다 회분과 식이섬유가 높은 경향을 보였다. 단백질함량은 밀과 보리 모두 녹색보다는 황색 WG에서 더 높은 수치를 나타내었다.

표 8-10. WG 종류에 따른 회분, 단백질, 식이섬유, 당조성(fructose, glucose, sucrose, maltose) 함량(g/100g).

시료명		회분	단백질	식이섬유	당조성			
					fructose	glucose	sucrose	maltose
밀	녹색 WG조품밀	1.70	10.6	17	0.03	0.01	0.14	0.01
	황색밀 (밀기울제거)	1.40	11.3	11.9	0.00	0.00	0.06	0.01
보리	녹색WG보리	1.70	8.8	13	0.00	0.00	0.16	0.02
	황색보리 (도정한 것)	1.00	9.2	14.5	0.00	0.00	0.06	0.01
	황색보리 (도정안한 것)	1.80	10.7	19.8	0.00	0.00	0.11	0.02

(11) 무기질(Ca, Fe, Na, K, P, Cu)과 구성아미노산(Asp, Thr, Ser, Glu, Pro, Gly, Ala, Cys, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, Lys, His, Arg) 함량

분석한 WG(밀, 보리)들의 무기질과 구성아미노산의 함량을 표 8-11에 나타내었다. 밀의 경우, 녹색 WG이 무기질 함량이 성숙된 황색 WG 보다 높은 경향을 나타내었다. 구성아미노산 중에서는 녹색 WG이 Asp, Gly, Ala, Val, Met, Lys 이 황색 WG보다 높은 경향을 보였다. 이 중에서 인체 발육에 중요한 필수아미노산인 Val, Met, Lys의 함량이 두드러지게 높은 경향을 나타내었다. 그러나 총 구성아미노산의 함량은 황색밀이 11169로 큰 차이는 아니지만 더 높은 경향을 보였다. 보리의 경우, 도정한 황색보리의 경우 도정하지 않은 것보다 무기질과 구성아미노산 함량이 전반적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 이로서 녹색 WG을 가공제품에 응용할 경우, 영양학적 가치가 높을 것으로 사료된다.

표 8-11. WG 종류에 따른 무기질과 구성아미노산 함량(mg/100g).

시료명		Amino acids																		Minerals					
		Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Total	Ca	Fe	Na	K	P	Cu
밀	녹색 WG조품밀	616	347	557	3016	881	483	607	93	510	171	393	771	176	431	423	225	427	10125	56	9	4	397	363	0
	황색밀 (밀기울제거)	557	330	553	3826	1193	479	418	132	503	158	391	831	191	556	314	256	480	11169	41	9	6	325	351	0
보리	녹색WG보리	543	339	406	2417	973	393	456	89	465	136	319	701	140	434	365	197	364	8738	42	3	19	547	279	0
	황색보리 (도정한 것)	507	312	387	2471	1074	351	339	90	435	129	310	666	156	478	300	192	375	8571	46	3	9	247	208	0
	황색보리 (도정안한 것)	637	371	458	2589	1102	446	439	118	529	157	345	801	184	502	408	227	487	9802	42	7	12	431	407	0

2. 녹색 WG밀을 이용한 제품들

(1) 식빵



그림 8-1. 녹색 WG밀의 함유비율(0, 10, 20, 30% 함유)에 따른 식빵의 전체적인 사진

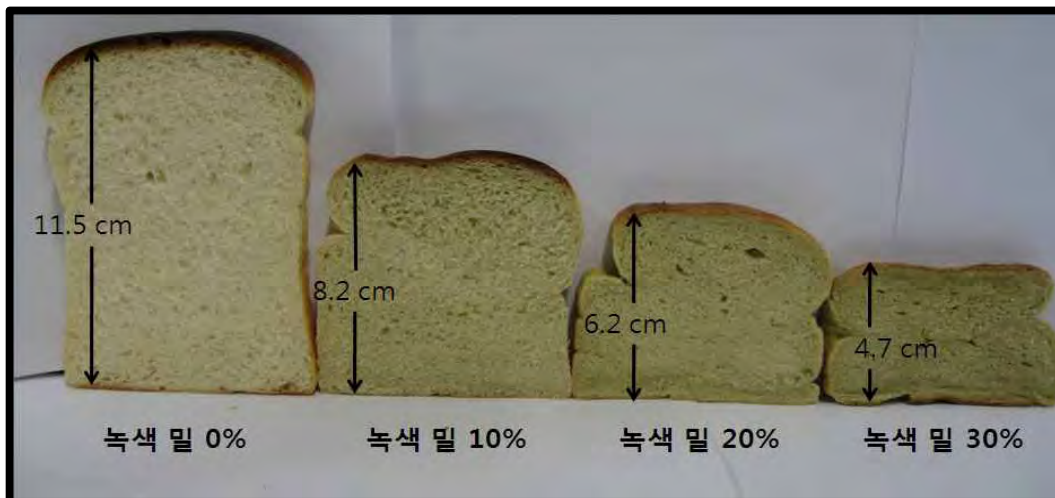


그림 8-2. 녹색 WG밀의 함유비율(0, 10, 20, 30% 청밀 함유)에 따른 식빵의 단면 높이



그림 8-3. 녹색 WG밀 함유 0%(좌)와 10%(우)의 식빵 옆면 사진



그림 8-4. 녹색 WG밀 함유 20%(좌)와 30%(우)의 식빵 옆면 사진

식빵의 경우, 녹색 WG밀 함량이 증가함에 따라 팽창성이 떨어지며, 거친 느낌을 부여함을 확인할 수 있었다. 따라서 녹색 WG밀 함량에 따른 texture를 분석함으로써 식빵으로서 적절한 texture를 부여하는 최적의 녹색 WG밀 함량을 연구하였다(그림 8-1, 2, 3, 4).

(2) 머핀

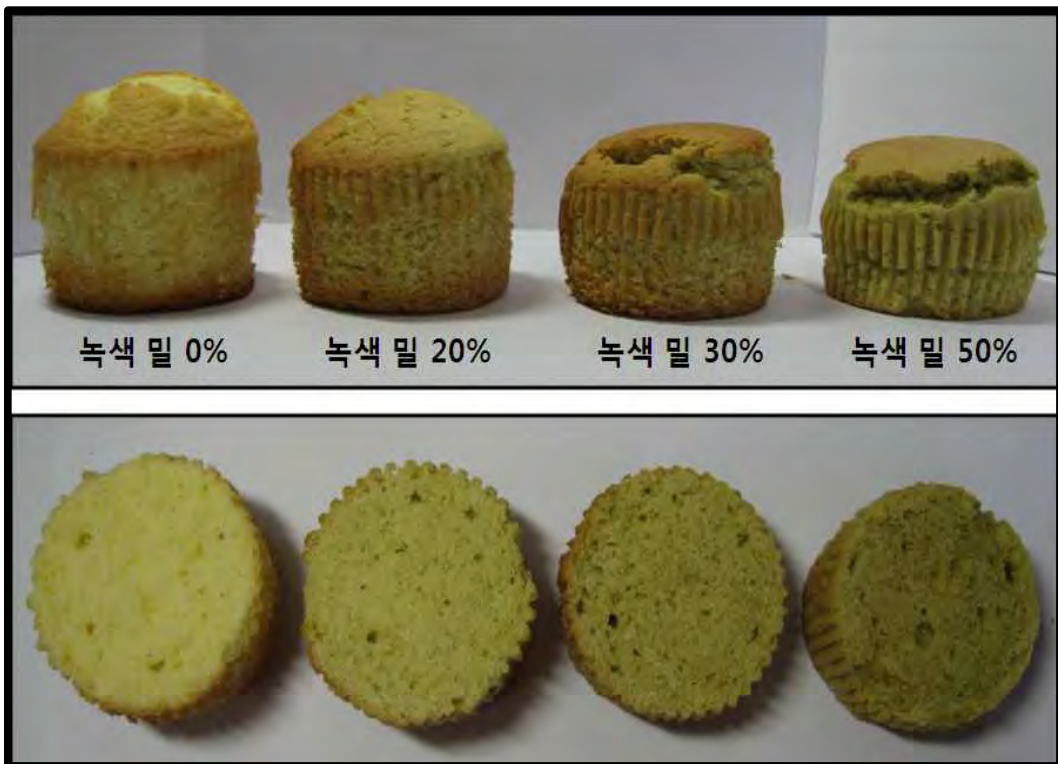


그림 8-5. 녹색 WG밀의 함유비율(0, 20, 30, 50% 함유)에 따른 머핀의 전체적인 사진(위)과 단면사진(아래)

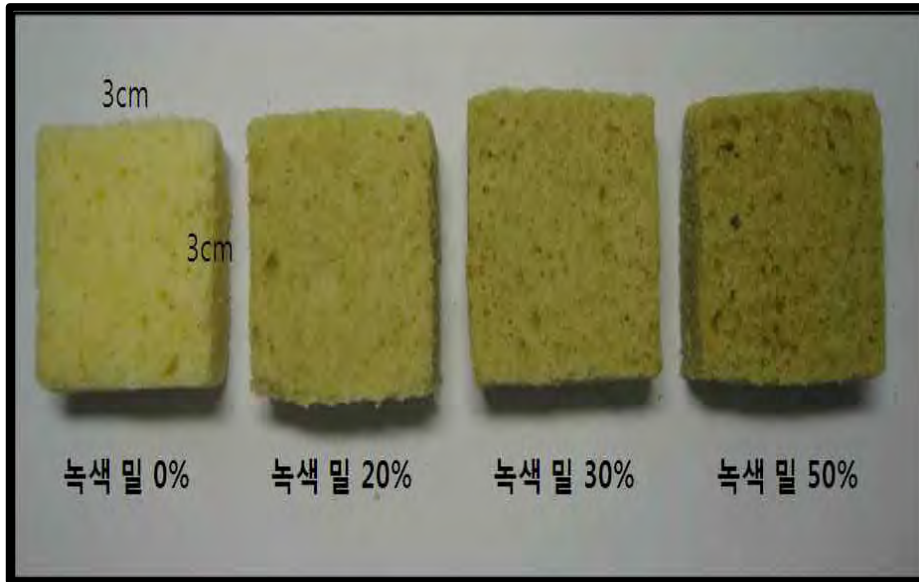


그림 8-6. TA 분석을 위해 머핀 내부를 3x3x2 cm로 자른 단면 사진

머핀의 경우, 녹색 WG밀 함량이 증가함에 따라 머핀의 부피가 낮아지며, 좀 더 조밀한 느낌을 부여함을 확인할 수 있었다. 따라서 녹색 WG밀 함량에 따른 texture를 분석함으로써 머핀으로서 적절한 texture를 부여하는 최적의 녹색 WG밀 함량을 연구하였다(그림 8-5, 6).

(3) 쿠키

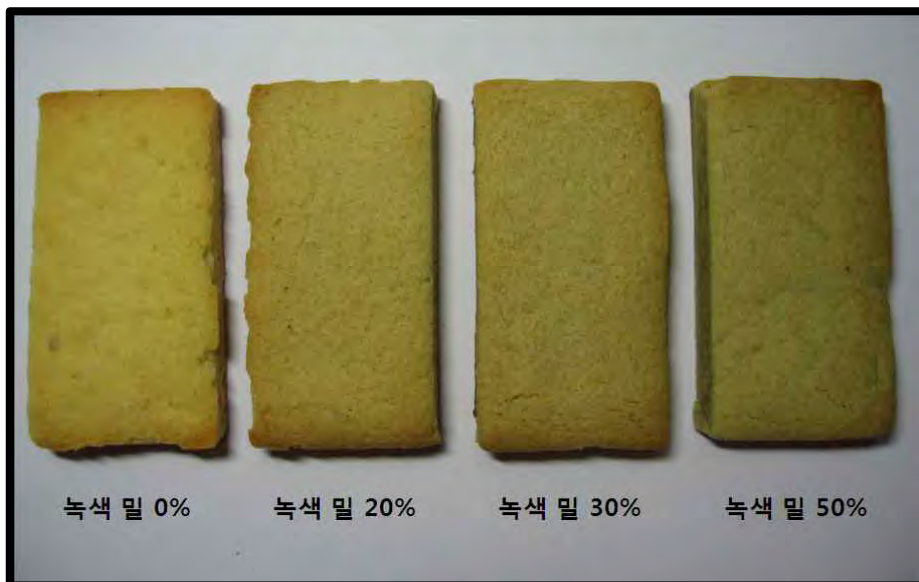


그림 8-7. 녹색 WG밀의 함유비율(0, 20, 30, 50% 녹색 WG밀 함유)에 따른 쿠키의 전체적인 사진

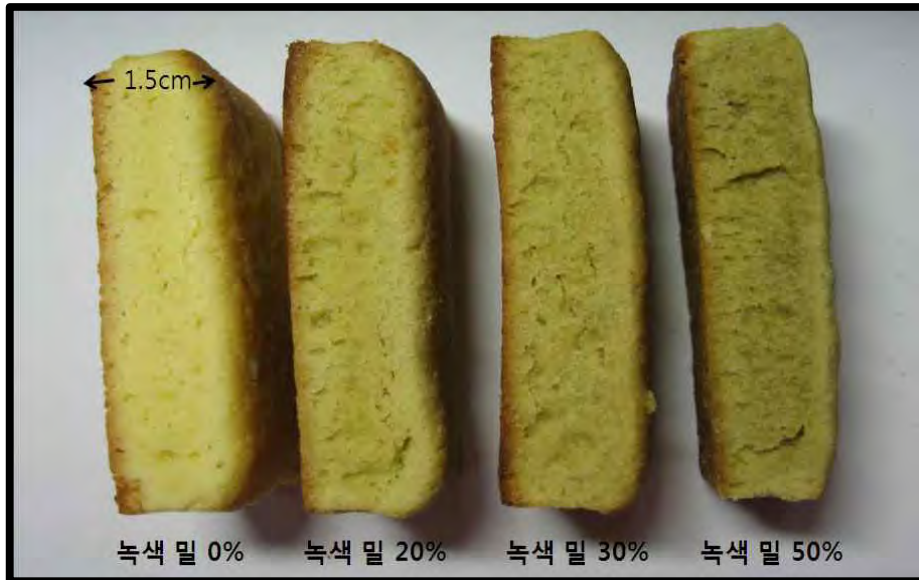


그림 8-8. 녹색 WG밀의 함유비율(0, 20, 30, 50% 녹색 WG밀 함유)에 따른 쿠키의 옆면 사진

쿠키의 경우, 녹색 WG밀 함량이 증가함에 따라 쿠키로서의 단단함이 줄어들며, 쉽게 부서지는 느낌을 부여함을 확인할 수 있었다. 따라서 녹색 WG밀 함량에 따른 texture를 분석함으로써 쿠키로서 적절한 texture를 부여하는 최적의 녹색 WG밀 함량을 연구하였다(그림 8-7, 8).

3. 녹색 WG밀을 이용하여 생산한 제품들의 물리적 특성

(1) 색도

제품의 색도 측정 결과는 표 8-12과 같다. 녹색 WG밀을 넣지 않는 제품에 비해 녹색 WG밀의 함유량이 증가할수록 L(lightness)가 감소하는 것으로 보아 녹색 WG밀을 첨가할수록 색이 어두워지는 것을 알 수 있다. a(Redness:+, Greenness:-)값은 녹색 WG밀의 첨가가 증가함에 따라 (-)값이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 녹색 WG밀을 함유할수록 녹색을 띠는 것을 알 수 있다.

표 8-12. 녹색 WG밀을 함유한 제품의 색도(머핀, 브레드, 쿠키)

시료명(녹색 WG밀)		L*	a*	b*	ΔE
머핀	0% 함유	80.83 ± 0.87	-4.91 ± 0.12	32.43 ± 0.71	1.15 ± 0.14
	20%함유	72.83 ± 0.70	-5.18 ± 0.08	33.00 ± 0.59	7.95 ± 0.69
	30%함유	68.70 ± 1.13	-5.15 ± 0.00	33.59 ± 0.90	12.07 ± 1.19
	50%함유	64.46 ± 1.13	-5.04 ± 0.06	33.66 ± 0.50	16.28 ± 1.15
머핀 조각	0%함유	81.59 ± 0.58	-5.13 ± 0.07	31.88 ± 0.50	0.79 ± 0.23
	20%함유	74.72 ± 0.20	-5.43 ± 0.02	32.67 ± 0.22	7.12 ± 0.21
	30%함유	69.21 ± 1.70	-5.19 ± 0.14	32.97 ± 0.67	12.65 ± 1.74
	50%함유	65.34 ± 0.20	-5.19 ± 0.00	33.75 ± 0.22	16.55 ± 0.21
쿠키	0%함유	77.13 ± 1.81	2.11 ± 1.71	41.71 ± 0.93	2.77 ± 1.30
	20%함유	72.27 ± 0.28	-1.85 ± 0.76	35.60 ± 1.95	8.75 ± 1.58
	30%함유	70.24 ± 0.79	-2.67 ± 0.46	35.07 ± 0.83	10.55 ± 0.30
	50%함유	68.56 ± 0.28	-3.98 ± 0.83	32.99 ± 0.11	13.48 ± 0.29
식빵	0%함유	81.46 ± 0.46	-3.87 ± 0.20	17.88 ± 1.03	1.01 ± 0.27
	10%함유	76.23 ± 0.28	-4.23 ± 0.20	23.39 ± 0.23	7.62 ± 0.22
	20%함유	73.23 ± 0.35	-4.66 ± 0.17	25.87 ± 0.35	11.51 ± 0.30
	30%함유	66.06 ± 0.76	-4.90 ± 0.14	26.71 ± 0.47	17.67 ± 0.87

(2) 조직감(Texture)

제품의 조직감 분석 결과는 표 8-13와 같다. 머핀과 식빵의 경우 녹색 WG밀의 첨가량이 증가할수록 hardness가 증가하는 것으로 나타났지만 쿠키의 경우는 반대로 hardness가 낮아졌다. Springiness(탄력성)와 Cohesiveness(응집성)는 머핀과 식빵의 경우 녹색 WG밀의 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 식빵의 경우 Gumminess(뭉치는 성질)와 Chewiness(씹힘성)가 녹색 WG밀의 함량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 녹색 WG밀의 함유량이 증가할수록 경도가 증가해서 제품이 단단해지는 것을 느낄 수 있었다.

표 8-13. 녹색 WG밀을 함유한 제품의 조직감(머핀, 브레드, 쿠키)

녹색 WG밀	식빵			
	밀 0% 함유	밀 10% 함유	20% 함유	30% 함유
Hardness	479.87 ± 90.56	1137.64 ± 186.06	3308.69 ± 231.45	6673.81 ± 326.53
Fracturability	20.31 ± 1.83	19.86 ± 1.42	20.82 ± 0.91	21.13 ± 1.48
Adhesiveness	4.76 ± 0.71	3.50 ± 1.90	16.72 ± 3.14	1.69 ± 0.49
Springiness	0.87 ± 0.02	0.80 ± 0.05	0.76 ± 0.02	0.76 ± 0.03
Cohesiveness	0.54 ± 0.01	0.49 ± 0.02	0.45 ± 0.01	0.46 ± 0.03
Gumminess	257.22 ± 51.00	554.20 ± 64.89	1503.89 ± 133.05	3071.10 ± 263.01
Chewiness	249.07 ± 25.62	441.60 ± 40.29	1143.89 ± 115.52	2333.78 ± 286.01
Resilience	0.34 ± 0.01	0.25 ± 0.03	0.23 ± 0.02	0.23 ± 0.02
녹색 WG밀	머핀			
	0% 함유	20% 함유	30% 함유	50% 함유
Hardness	10051.59± 851.46	18747.90± 812.70	19443.85 ± 888.94	20824.85 ± 2259.35
Fracturability	16.89 ± 1.95	17.93 ± 3.36	19.62 ± 0.93	17.68 ± 0.85
Adhesiveness	-4.88 ± 5.15	-6.17 ± 1.25	8.93 ± 3.04	9.04 ± 1.57
Springiness	0.71 ± 0.04	0.64 ± 0.00	0.61 ± 0.02	0.57 ± 0.03
Cohesiveness	0.42 ± 0.02	0.39 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.35 ± 0.03
Gumminess	4528.02 ± 449.50	7336.21 ± 272.08	7065.47 ± 367.04	6796.98 ± 812.41
Chewiness	3212.15 ± 166.17	4679.91 ± 139.09	4318.26 ± 120.42	3984.69 ± 572.30
Resilience	0.14 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.13 ± 0.00	0.12 ± 0.01
녹색 WG밀	쿠키			
	0% 함유	20% 함유	30% 함유	50% 함유
Hardness	5204.64 ± 360.04	4019.52 ± 70.73	3730.57 ± 412.79	1896.78 ± 1026.55
Fracturability	92.49 ± 7.95	40.38 ± 5.16	54.04 ± 10.64	64.24 ± 3.59

4. 녹색 WG밀을 이용하여 생산한 제품들의 관능검사

(1) 식빵

녹색 WG밀을 각각의 비율로 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사 결과는 표 8-14과 같다. 색(녹색의 정도)과 풋내(풀냄새)는 녹색 WG밀의 첨가 비율이 높을수록 높게 나타났으며 결대로 찢어지는 정도는 녹색 WG밀의 첨가 비율이 높을수록 부드러워지지 않게 나타났다. 고소한 맛에는 유의적 차이가 없었으며 전체적인 입 안에서의 촉감(Mouth feel)은 녹색 WG밀 20%, 30% 첨가한 식빵보다 0%, 10% 첨가한 식빵이 더 좋은 점수를 받았다. 전반적인 선호도는 녹색 WG밀을 적게 첨가할수록 좋은 점수를 받았다.

표 8-14. 녹색 WG밀의 첨가 비율 별 식빵의 관능검사 결과

녹색 WG밀	0%	10%	20%	30%
색(녹색의 정도)	2.41±1.72d	4.19±1.47c	6.56±1.32b	8.06±1.87a
풋내(풀냄새)	3.16±2.48d	4.69±1.55c	6.56±1.44b	7.72±2.08a
결대로 찢어지는 정도	6.53±1.93a	5.59±1.88b	4.31±1.28c	4.56±2.27c
고소한 맛	4.56±2.24a	4.59±1.52a	4.47±1.97a	4.72±2.41a
mouth feel	5.81±2.29a	6.03±1.60a	4.69±2.19b	4.31±1.91b
전반적 선호도	1.97±1.15b	2.06±0.91b	2.75±0.98a	3.22±0.97a

(2) 머핀

녹색 WG밀을 각각의 비율로 첨가하여 제조한 머핀의 관능검사 결과는 표 8-15와 같다. 색(녹색의 정도)과 풋내(풀냄새)는 녹색 WG밀의 첨가 비율이 높을수록 높게 나타났으며 고소한 맛은 녹색 WG밀의 첨가 비율이 높을수록 좋은 점수를 받았다. 느끼한 정도는 녹색 WG밀의 첨가 비율이 낮을수록 높은 점수를 받았으나 녹색 WG밀 0% 첨가와 20%첨가한 머핀에 유의적 차이는 없었다. 경도는 녹색 WG밀의 첨가 비율이 높을수록 높게 나타났으며 전반적인 선호도에는 각 시료 모두에 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 8-15. 녹색 WG밀의 첨가 비율 별 머핀의 관능검사 결과

녹색 WG밀	0%	20%	30%	50%
색(녹색의 정도)	2.30±0.85d	4.03±0.92c	6.94±0.90b	8.36±1.06a
풋내(풀냄새)	2.79±1.75c	3.67±1.96c	5.21±1.63b	6.39±2.03a
고소한 맛	4.97±2.20c	5.18±1.86bc	6.15±1.84ab	6.42±2.19a
느끼함	5.70±2.42a	5.79±1.98a	4.48±1.64b	4.00±1.73b
경도	3.12±1.80c	4.03±1.90c	5.27±1.99b	6.97±2.14a
전반적 선호도	2.36±1.11a	2.45±1.06a	2.30±0.98a	2.88±1.27a

(3) 쿠키

녹색 WG밀을 각각의 비율로 첨가하여 제조한 쿠키의 관능검사 결과는 표 8-16와 같다. 색(녹색의 정도)과 풋내(풀냄새)는 녹색 WG밀의 첨가 비율이 높을수록 높게 나타났으며 고소한 맛에는 유의적 차이가 없었다. 느끼한 정도는 녹색 WG밀 0% 첨가한 쿠키만 제외하고 유의적 차이를 발견할 수 없었으며 전반적인 선호도에는 녹색 WG밀 50% 첨가한 쿠키만 제외하고 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 8-16. 녹색 WG밀의 첨가 비율 별 쿠키의 관능검사 결과

녹색 WG밀	0%	20%	30%	50%
색 (녹색의 정도)	2.31±1.18d	4.88±1.39c	6.22±1.29b	7.91±1.03a
풋내(풀냄새)	1.56±0.72d	3.75±1.87c	4.59±1.90b	6.66±1.81a
고소한 맛	5.53±2.27a	5.44±2.02a	4.91±2.15a	5.84±2.37a
느끼함	5.97±1.87a	4.47±1.70b	4.22±1.70b	4.03±1.84b
경도	5.91±2.59ab	4.97±1.87b	5.25±1.93b	6.53±1.83a
전반적 선호도	2.31±1.12b	2.09±0.93b	2.50±1.16b	3.09±1.06a

5. 녹색 WG쌀밥의 성분분석

(1) 색도 분석

녹색 WG쌀의 색도 분석결과와 녹색 WG쌀밥의 색도분석 결과는 표 8-17과 같다. L(lightness)값은 추청과 삼광 모두 출수일이 지남에 따라 점차 증가하여 밝은 색을 나타냈으며 곡물형태보다 powder 형태에서 높게 나타났다. 녹색 WG쌀밥의 L(lightness)값은 추청과 삼광 모두 밥을 제조함에 따라 증가하여 밝은 색을 나타냈다. a(Redness:+, Greenness:-) 값은 쌀의 출수일이 빠를수록 (-)값이 증가하여 Greenness가 증가하였고 powder 형태일 때가 곡물 형태일 때 보다 Greenness가 감소하였다. 또한 밥을 제조함에 따라 (-)값이 감소하여 녹색 WG쌀밥의 제조가 녹색을 띄게 하는 경향을 감소시켰다. b(Yellowness:+, Blueness:-)값은 녹색 WG쌀밥을 제조한 후의 값이 낮은 값을 나타내어 곡물 자체의 황색보다 밥을 제조하였을 때의 황색이 덜 해지는 것을 알 수 있었다.

표 8-17. 녹색 WG쌀과 밥의 색도

Samples	L*	a*	b*	
추청	출수 15일 쌀	41.81 ± 0.22	-8.83 ± 0.30	28.02 ± 0.16
	출수 15일 powder	76.72 ± 0.15	-6.41 ± 0.13	18.03 ± 0.23
	출수 15일 밥 ¹⁾	48.73 ± 0.53	-5.69 ± 0.20	22.91 ± 1.23
	출수 25일 쌀	48.57 ± 0.07	-5.69 ± 0.37	26.96 ± 0.15
	출수 25일 powder	78.51 ± 0.20	-4.79 ± 0.48	17.04 ± 0.17
	성숙기 쌀	57.11 ± 0.25	2.05 ± 0.27	22.75 ± 0.08
	성숙기 powder	79.49 ± 0.18	0.03 ± 0.27	12.41 ± 0.07
삼광	출수 15일 쌀	43.90 ± 0.26	-7.90 ± 0.62	28.75 ± 0.13
	출수 15일 powder	76.77 ± 0.14	-5.84 ± 0.40	18.34 ± 0.16
	출수 15일 밥	49.17 ± 1.17	-5.64 ± 0.06	22.34 ± 3.25
	출수 25일 쌀	50.46 ± 0.18	-5.03 ± 0.45	26.53 ± 0.18
	출수 25일 powder	78.90 ± 0.14	-4.29 ± 0.31	16.96 ± 0.16
	성숙기 쌀	56.83 ± 0.18	2.44 ± 0.29	22.70 ± 0.15
	성숙기 powder	80.98 ± 0.11	-0.03 ± 0.20	12.15 ± 0.13

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

(2) 수분 함량

작년에 분석한 녹색 WG쌀의 수분 함량 분석 결과와 녹색 WG쌀밥의 수분 함량 분석 결과는 표 8-18과 같다. 곡물형태에서 성숙기, powder형태에서 출수 15일 후가 수분함량이 높은 것으로 나타났으며 곡물형태의 출수 15일 후와 출수 25일 후의 시료 간에는 수분 함량의 차이가 크지 않았으나 성숙기와는 수분함량이 차이가 크게 나타났다. 녹색 WG쌀 곡물 자체의 수분함량은 13.47~13.68의 범위로 측정되었으나 녹색 WG쌀의 녹말에 물을 가해 가열하여 팽윤하고 점성도가 증가하는 호화현상으로 밥을 제조한 후의 수분함량이 56.42~57.37의 범위로 증가하였다.

표 8-18. 녹색 WG쌀과 밥의 수분함량

Samples	Moisture contents (%)	
추청	출수 15일 쌀	13.68 ± 0.17
	출수 15일 powder	13.52 ± 0.00
	출수 15일 밥 ¹⁾	56.42 ± 0.20
	출수 25일 쌀	11.87 ± 0.28
	출수 25일 powder	12.09 ± 0.05
	성숙기 쌀	14.28 ± 0.61
	성숙기 powder	11.97 ± 2.37
	삼광	출수 15일 쌀
출수 15일 powder		13.44 ± 0.02
출수 15일 밥		57.37 ± 0.191
출수 25일 쌀		12.61 ± 0.50
출수 25일 powder		12.84 ± 0.02
성숙기 쌀		14.10 ± 0.48
성숙기 powder		11.55 ± 2.06

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

(3) 조지방 함량

작년에 분석한 녹색 WG쌀의 조지방 함량 분석 결과와 녹색 WG쌀밥의 조지방 함량 분석결과는 표 8-19과 같다. 추청과 삼광 모두 출수 15일 후의 시료가 지방함량이 가장 높았으며 출수일이 증가함에 따라 지방함량이 감소하여 성숙기 때의 지방함량이 가장 낮아 녹색을 띠는 시료의 지방함량이 높게 나타났다. 조지방 함량에 있어 녹색 WG쌀밥을 제조한 후에도 큰 변화가 없는 것으로 분석되었다.

표 8-19. 녹색 WG쌀과 밥의 조지방 함량

Samples	Crude fat contents (%)	
추청	출수 15일 쌀	3.58 ± 0.42
	출수 25일 쌀	3.16 ± 0.24
	성숙기 쌀	1.80 ± 0.00
	출수 15일 밥 ¹⁾	3.58 ± 0.06
삼광	출수 15일 쌀	2.88 ± 0.65
	출수 25일 쌀	2.29 ± 0.38
	성숙기 쌀	2.05 ± 0.57
	출수 15일 밥	3.76 ± 0.33

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

(4) 지방산 조성

시료의 지방산 조성은 표 8-20과 같다. 모든 시료가 포화지방산 보다는 주로 불포화 지방산으로 이루어졌으며 palmitoleic acid(C16:1)이 0.01이하로 소량이며 C18:1(n-7)이 검출되지 않았다. 또한 올레인산(C18:1n-9)과 리놀레산(C18:2n-6)으로 주로 이루어져 있으며 추청과 삼광 모두 성숙기에 비해 출수일이 짧을수록 지방산의 함량이 높게 나타났다. 녹색 WG쌀밥과 지방산 조성을 비교한 결과 전반적으로 녹색 WG쌀밥을 제조한 후 지방산 함량이 감소됨을 알 수 있었다. 특히 C18:1(n-9), C18:2(n-6)과 같은 불포화 지방산이 많이 감소한 것으로 나타났다.

표 8-20. 녹색 WG쌀과 밥의 조지방 조성 (g/100g)

	추청				삼광			
	출수 15일 쌀	출수 25일 쌀	성숙기 쌀	출수 15일밥	출수 15일 쌀	출수 25일 쌀	성숙기 쌀	출수 15일밥 ⁴⁾
C14:0	0.01±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00
C16:0	0.78±0.01	0.74±0.01	0.64±0.02	0.27±0.01	0.72±0.01	0.64±0.00	0.57±0.01	0.27±0.00
C18:0	0.07±0.00	0.06±0.00	0.05±0.00	0.03±0.00	0.07±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00	0.03±0.00
C18:1(n-9)	1.22±0.02	1.21±0.03	1.10±0.04	0.41±0.02	1.12±0.00	0.96±0.04	0.90±0.00	0.41±0.01
C18:2(n-6)	1.36±0.03	1.02±0.03	1.23±0.01	0.43±0.02	1.23±0.01	1.04±0.01	0.92±0.00	0.44±0.00
C20:0	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
C20:1	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	tr ³⁾	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	tr
C18:3(n-3)	0.07±0.00	0.04±0.00	0.05±0.00	0.02±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00	0.02±0.00
ΣUSFA ¹⁾	2.66±0.05	2.46±0.05	2.17±0.07	0.87±0.05	2.42±0.01	2.06±0.05	1.86±0.01	0.87±0.01
ΣSFA ²⁾	0.89±0.01	0.83±0.01	0.73±0.02	0.31±0.01	0.82±0.01	0.73±0.00	0.65±0.01	0.31±0.00

¹⁾The sum of total unsaturated fatty acid,

²⁾The sum of total saturated fatty acid

³⁾Trace

⁴⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

(5) β-carotene 함량

각 시료의 β-carotene 함량은 표 8-21과 같다. 추청과 삼광 모두 성숙기를 제외한 출수 15일 후와 출수 25일 후에서 β-carotene이 58.6~126.20으로 검출되었다. 특히 출수 15일 후의 시료가 함량이 가장 높은 것으로 보아 출수 기간이 짧을수록 많은 β-carotene이 함유되어 있다는 것을 알 수 있다. 또한 녹색 WG쌀밥과 함량을 비교한 결과 녹색 WG쌀밥을 제조한 후 β-carotene 함량이 99.89~126.20의 수준에서 30.85~31.11의 수준으로 감소하였다. 이는 열에 의한 β-carotene이 밥을 제조하는 과정에서 가해지는 열과 압력에 의해 파괴된 것으로 사료된다.

표 8-21. 녹색 WG쌀과 밥의 β -carotene 함량

Samples	β -Carotene ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	
추청	출수 15일 쌀	99.89 \pm 4.98
	출수 25일 쌀	58.60 \pm 7.81
	성숙기 쌀	N.D ²⁾
	출수 15일 밥 ¹⁾	31.11 \pm 5.40
삼광	출수 15일 쌀	126.20 \pm 3.47
	출수 25일 쌀	65.92 \pm 0.40
	성숙기 쌀	N.D
	출수 15일 밥	30.85 \pm 2.18

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice) ²⁾Not Detected.

(6) Phytosterol 함량

각 시료의 phytosterol 함량은 표 8-22와 같다. Phytosterol에는 다양한 종이 있지만 쌀에는 주로 β -sitosterol, stigmasterol, campesterol이 나타났다. 특히 β -sitosterol의 함량이 55.76~88.65로 주를 이루고 있었으며 β -sitosterol이 쌀의 성숙기에 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 β -sitosterol, stigmasterol, campesterol의 순으로 함량이 낮아지고 있는 것을 볼 수 있었다. 녹색 WG쌀밥과의 함량을 비교한 결과 전반적으로 녹색 WG쌀밥의 제조로 인하여 phytosterol 함량이 13.62~71.10의 범위에서 6.35~21.71의 범위로 낮게 나타났다.

표 8-22. 녹색 WG쌀과 밥의 Phytosterol 함량 (mg/100g)

Samples	β -Sitosterol	Stigmasterol	Campesterol	
추청	출수 15일 쌀	55.76 \pm 4.42	23.32 \pm 0.19	13.62 \pm 2.83
	출수 25일 쌀	67.86 \pm 4.40	27.10 \pm 1.19	10.26 \pm 1.52
	성숙기 쌀	88.65 \pm 7.23	41.13 \pm 4.99	13.70 \pm 2.73
	출수 15일 밥 ¹⁾	21.71 \pm 0.53	6.51 \pm 0.03	7.24 \pm 0.08
삼광	출수 15일 쌀	71.10 \pm 3.58	33.45 \pm 3.76	15.93 \pm 1.21
	출수 25일 쌀	68.49 \pm 3.59	29.68 \pm 4.51	12.98 \pm 1.39
	성숙기 쌀	76.23 \pm 5.12	37.16 \pm 2.11	11.06 \pm 2.43
	출수 15일 밥	21.01 \pm 0.28	6.35 \pm 0.06	7.28 \pm 0.22

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

(7) Tocopherol

각 시료의 tocopherol 함량은 표 8-23과 같다. 추청과 삼광의 시료에서는 γ -tocotrienol이 0.99~1.86으로 주로 나타났으며 특히 출수 15일 후 와 출수 25일후의 시료에서 높게 분석되었다. 이는 γ -tocopherol의 경향과 유사함을 알 수 있었다. 또한 녹색 WG쌀밥과의 함량을 비교한 결과 전반적으로 β -carotene과 phytosterol의 함량 분석 결과와 유사하게 열에 대한 불안정성으로 인하여 녹색 WG쌀밥의 제조로 tocopherol 함량 또한 0.41~1.86의 범위에서 0.03~0.28의 범위로 낮게 분석되었다.

표 8-23. 녹색 WG 쌀과 밥의 Tocopherol 함량 (mg/100g)

Samples	α -tocopherol	α -tocotrienol	γ -tocopherol	γ -tocotrienol	
추청	출수 15일 쌀	0.41 ± 0.01	0.42 ± 0.18	0.61 ± 0.05	1.34 ± 0.08
	출수 25일 쌀	0.71 ± 0.08	0.51 ± 0.12	0.44 ± 0.05	1.58 ± 0.19
	성숙기 쌀	0.73 ± 0.10	0.57 ± 0.03	0.15 ± 0.05	0.99 ± 0.13
	출수 15일 밥 ¹⁾	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.20 ± 0.01
삼광	출수 15일 쌀	0.69 ± 0.02	0.48 ± 0.01	0.57 ± 0.02	1.86 ± 0.09
	출수 25일 쌀	0.77 ± 0.01	0.59 ± 0.19	0.38 ± 0.07	1.86 ± 0.24
	성숙기 쌀	0.64 ± 0.09	0.47 ± 0.08	0.17 ± 0.02	1.14 ± 0.16
	출수 15일 밥	0.05 ± 0.00	0.08 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.28 ± 0.02

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

(8) 환원당, 단백질, 회분, 식이섬유

시료의 환원당 함량은 표 8-24와 같다. 추청과 삼광 모두 출수 15일 후의 시료가 각각 526.5, 332.31 mg/100g로 환원당이 제일 높은 것으로 나타났다. 또한 녹색 WG쌀밥과의 환원당 함량을 비교한 결과 β -carotene, phytosterol, tocopherol 함량 분석 결과와 유사하게 녹색 WG쌀밥의 제조로 인하여 332.31~526.50 mg/100g의 범위에서 234.11~304.47 mg/100g의 범위로 낮게 나타났다. 추청에서 단백질과 식이섬유소의 함량은 출수기가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 회분의 함량은 1.27~1.42 g/100g의 범위로 나타내었다. 삼광의 경우, 단백질 함량은 7.46~6.92 mg/100g 이였으며, 회분함량은 1.44~1.53 g/100g, 식이섬유소의 함량은 2.97~3.78 g/100g 으로 나타내었다. 추청밥(출수 15일)과 삼광밥(출수 15일)의 경우, 쌀보다 전반적으로 낮은 단백질, 회분, 식이섬유소를 함유하고 있었다.

표 8-24. 녹색 WG쌀과 밥의 환원당, 단백질, 회분, 식이섬유 함량

Samples	Reducing sugar (mg/100g)	Protein (g/100g)	Ash (g/100g)	Fiber (g/100g)	
추청	출수 15일 쌀	526.50±12.43	7.92±0.04	1.42±0.01	3.77±0.40
	출수 25일 쌀	217.72±16.44	7.64±0.06	1.27±0.01	3.63±0.29
	성숙기 쌀	262.36±38.59	7.05±0.01	1.42±0.14	3.62±0.33
	출수 15일 밥 ¹⁾	304.47±13.08	3.4	0.5	3.7
삼광	출수 15일 쌀	332.31±15.00	7.46±0.03	1.51±0.01	3.68±0.33
	출수 25일 쌀	229.93±4.31	7.71±0.10	1.53±0.01	2.97±0.13
	성숙기 쌀	198.91±13.75	6.92±0.04	1.44±0.11	3.78±0.11
	출수 15일 밥	234.11±4.70	2.8	0.6	4.7

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

(9) 비타민류

시료의 비타민류 함량은 표 8-25와 같다. 추청과 삼광 모두에서 출수기가 증가함에 따라 비타민 B1과 나이아신을 비롯한 비타민류의 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 추청 밥의 경우 나이아신 0.37 mg/100g, 비타민 B2 0.05 mg/100g 함유하고 있었으며, 삼광 밥의 경우 나이아신 1.02 mg/100g, 비타민 B2와 B6의 경우 0.02 mg/100g 함유하고 있었다.

표 8-25. 녹색 WG쌀과 밥의 비타민 함량(비타민B1, B2, B6, C, 나이아신) (mg/100g)

Samples	비타민 B1	비타민 B2	비타민 B6	나이아신	비타민 C	
추청	출수 15일 쌀	0.71	0.09	0.18	2.77	1.78
	출수 25일 쌀	0.68	0.02	Trace	2.59	1.70
	성숙기 쌀	0.64	Trace	Trace	1.02	ND
	출수 15일 밥 ¹⁾	ND	0.05	0.01	0.37	ND
삼광	출수 15일 쌀	0.69	0.10	0.12	2.07	4.65
	출수 25일 쌀	0.68	0.02	0.05	1.57	1.29
	성숙기 쌀	0.61	0.01	0.04	1.13	ND
	출수 15일 밥	ND	0.02	0.02	1.02	ND

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice), ND: not detected.

(10) 무기질과 유리당 조성

시료의 무기질 및 유리당 조성은 표 8-26에 나타내었다. 추청에 함유된 무기질 중에서 Ca과 K의 함량은 출수기가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며, Ca 9.25~17.75 mg/100g와 K 196.90~320.73 mg/100g 이었다. 추청밥에서는 Ca 9.40, Fe 0.25, Na 11.14, K 124.10, P 102.60, Cu 0.04 mg/100g 으로 쌀보다 전반적으로 낮은 함량을 나타내었다. 삼광 쌀에서는 Fe, Na, K의 함량이 출수기가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 삼광 쌀에서 Ca은 11.27~15.09 mg/100g, P 248.65~260.80 mg/100g, Cu 0.01~0.03 mg/100g 범위로 함유하고 있었다. 삼광 밥에서는 Ca 8.44, Fe 0.29, Na 9.34, K 117.01, P 119.25, Cu 0.05 mg/100g 으로 쌀보다 전반적으로 낮은 함량을 나타내었다.

(11) 구성 아미노산 함량

분석한 WG rice(추청, 삼광)들의 구성아미노산의 함량을 표 8-27에 나타내었다. 추청의 경우, 출수기(15일, 25일, 성숙기)가 증가함에 따라 구성 아미노산 함량이 감소하는 경향을 보였다. 출수 15일때 구성 아미노산의 함량이 가장 높은 경향을 나타내었다. 이를 밥을 하였을 경우, 추청 밥에서 구성 아미노산의 함량은 감소하는 경향을 나타내었다. 이 중에서 인체 발육에 중요한 필수아미노산인 Val, Met, Lys의 함량은 추청밥에서 각각 215.1, 74.4, 147.1 g/100g 함유되고 있었다. 삼광은 필수 아미노산인 Val, Met, Lys의 함량이 밥에서 비교적 낮은 함량을 나타내었다. 삼광 밥에서 Val 174.8 mg/100g, Met 66.2 mg/100g, Lys 118.6 mg/100g 함유되어 있었다. 이와 같은 구성아미노산을 함유하고 있어서 녹색 WG rice를 가공제품에 응용할 경우, 영양학적 가치가 높을 것으로 사료된다.

표 8-26. 녹색 WG쌀과 밥의 무기질과 유리당 조성

Samples		무기질 (mg/100g)						당조성 (g/100g)		
		Ca	Fe	Na	K	P	Cu	fructose	glucose	sucrose
추청	출수 15일 쌀	17.75	1.22	9.3	320.73	216.68	0.01	0.1	0.1	1.2
	출수 25일 쌀	10.94	0.92	7.8	212.83	214.92	0.01	ND	ND	1.0
	성숙기 쌀	9.25	1.03	9.3	196.90	244.51	0.01	0.1	0.1	1.2
	출수 15일 밥 ¹⁾	9.40	0.25	11.14	124.10	102.60	0.04	0.03	ND	0.47
삼광	출수 15일 쌀	15.09	1.22	7.9	295.93	248.65	0.03	0.1	0.1	1.3
	출수 25일 쌀	11.27	1.15	8.5	226.91	260.80	0.01	0.2	0.1	0.9
	성숙기 쌀	11.36	1.02	5.4	211.44	249.65	0.03	ND	ND	1.1
	출수 15일 밥	8.44	0.29	9.34	117.01	119.25	0.05	0.04	ND	0.30

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice), ND: not detected.

표 8-27. 녹색 WG쌀과 밥의 구성아미노산 함량

시료명		Amino acids (mg/100g)																
		Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Total
추청	출수 15일 쌀	824.2	299.1	419.1	1477.0	344.7	394.7	505.0	504.8	169.5	299.1	678.4	128.4	419.5	358.8	203.8	575.8	7639.6
	출수 25일 쌀	739.45	267.48	399.50	1475.26	332.24	372.27	463.24	482.03	149.28	280.64	668.90	110.60	414.21	292.76	198.41	577.12	7261.21
	성숙기 쌀	695.0	251.7	371.3	1374.0	315.6	358.2	437.6	456.4	147.0	263.5	621.4	109.9	387.2	274.3	192.8	571.0	6865.3
	출수 15일 밥 ¹⁾	341.4	124.0	177.5	639.5	151.9	167.2	215.1	191.5	74.4	130.2	269.6	107.7	176.8	147.1	90.0	260.6	3264.5
삼광	출수 15일 쌀	762.5	278.6	403.5	1433.1	333.5	376.4	474.8	486.0	160.7	285.4	648.9	115.8	407.3	324.2	197.1	560.3	7287.7
	출수 25일 쌀	774.7	280.8	423.3	1542.6	354.5	389.3	479.7	508.2	162.2	297.0	697.9	123.2	437.2	301.5	207.9	616.6	7645.3
	성숙기 쌀	662.5	239.7	352.9	1284.8	300.4	339.2	409.5	426.8	141.5	247.0	583.2	95.3	366.2	262.1	179.9	523.0	6454.1
	출수 15일 밥	275.9	101.4	145.1	525.6	126.7	138.8	174.8	161.0	66.2	108.3	220.1	92.2	147.8	118.6	76.1	220.6	2699.2

¹⁾출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

6. 제품사진

(1) 녹색 WG쌀밥



그림 8-9. 황숙기 쌀과 녹색 WG쌀을 이용한 혼합밥의 사진.



그림 8-10. 녹색 WG쌀을 이용한 진공포장밥의 사진.

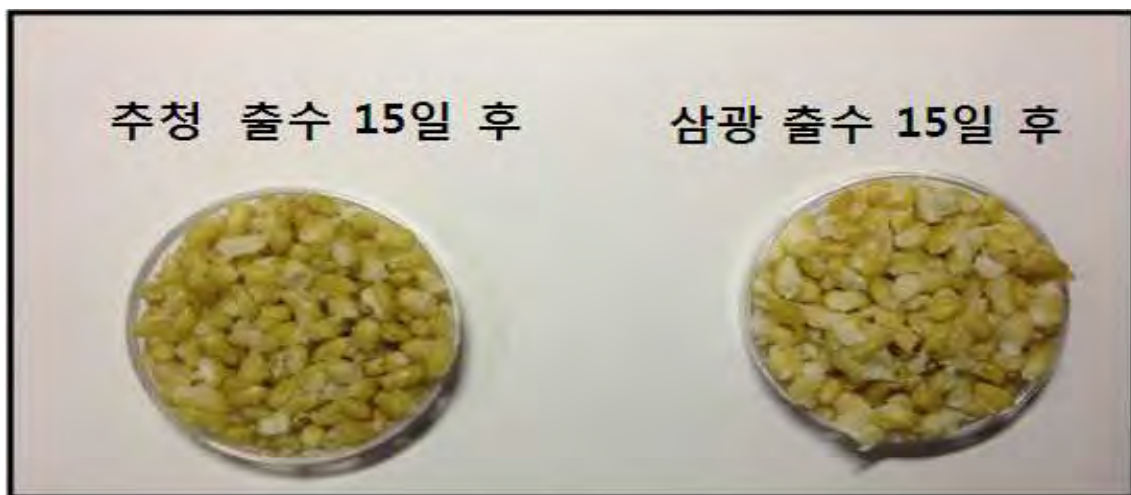


그림 8-11. 출수 15일 후인 추청과 삼광 100% 분석용 밥 사진.

(2) 백설기

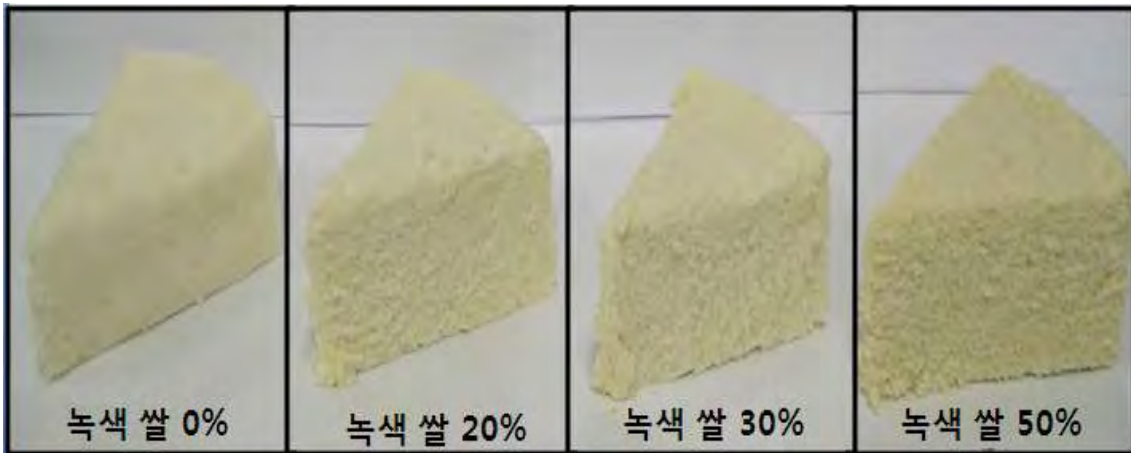


그림 8-12. 녹색 WG쌀의 함유 비율별 백설기의 전체적인 사진.

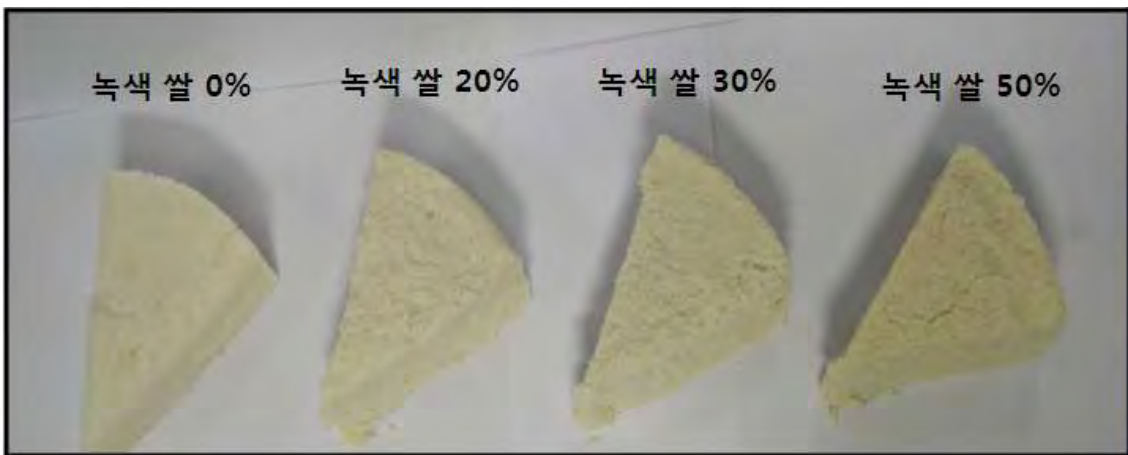


그림 8-13. 녹색 WG쌀의 함유 비율별 백설기의 윗면 사진.

(3) 찹쌀 바게트



그림 8-14. 녹색 WG찹쌀 함유 0%(좌)와 100%(우)의 찹쌀 바게트 사진.

7. 제품(백설기)의 물리적 특성

녹색 WG쌀을 함유별로 백설기를 제조하여 관능검사를 한 결과 녹색 WG쌀 30%가 함유된 백설기의 전반적인 선호도가 높아서 이를 선택하여 물리적 특성(색, 수분함량)을 관찰하였다.

(1) 색도

백설기의 색도 측정 결과는 표 8-28과 같다. 녹색 WG쌀을 넣지 않는 백설기에 비해 녹색 WG쌀이 함유됨으로써 a(Redness:+, Greeness:-)값이 증가하는 것으로 보아 녹색을 띠는 것을 알 수 있다. 또한 b(yellowness:+, blueness:-)값도 녹색 WG쌀을 함유할수록 증가하는 경향이 나타났는데 이는 녹색이 증가할수록 yellowness도 증가하는 것으로 보인다.

표 8-28. 백설기의 색도

	녹색 WG쌀 0% 함유 백설기	녹색 WG쌀 30% 함유 백설기
L*	83.90±0.16	84.34±0.05
a*	-1.57±0.25	-2.61±0.09
b*	13.07±0.11	15.99±0.17

(2) 수분함량

백설기의 수분함량 분석 결과는 표 8-29와 같다. 녹색 WG쌀을 함유하지 않은 백설기는 37.32%, 녹색 WG쌀을 포함한 백설기는 35.23%로 나타났다. 녹색 WG쌀을 함유하지 않은 백설기의 수분함량이 녹색 WG쌀을 함유한 백설기보다 높게 나타났는데 이는 녹색 쌀 자체의 수분함량이 낮거나 녹색 WG쌀이 수분을 흡수하게 되어서 일어나는 것을 보인다.

표 8-29. 백설기의 수분함량

	녹색 WG쌀 0% 함유 백설기	녹색 WG쌀 30% 함유 백설기
Moisture content(%)	37.32 ± 0.26	35.23 ± 0.59

8. 제품의 관능검사

(1) 백설기

녹색 WG쌀을 각각의 비율로 첨가하여 제조한 백설기의 관능검사 결과는 표 8-30과 같다. 색(녹색의 정도)과 풋내(풀냄새)는 녹색 WG쌀의 첨가 비율이 높을수록 높게 나타났으며 고소한 맛과 단맛 또한 같은 경향을 보이고 있다. 그러나 경도는 녹색 WG쌀의 첨가비율이 높을수록 낮게 나타났다. 또한 쫄깃한 정도는 녹색 WG쌀을 30%함유한 백설기가 가장 높았으며 전반적인 선호도는 녹색 WG쌀 첨가비율이 30%, 50%, 10%, 0%순으로 높았다.

표 8-30. 녹색 WG쌀을 이용하여 제조된 백설기의 관능검사 결과

Sensory characteristics	Different levels (%) of green rice			
	0%	20%	30%	50%
Green color	1.80±0.70 ^c	3.50±1.28 ^b	4.20±1.32 ^b	5.90±1.55 ^a
Greenish taste	2.40±1.31 ^c	4.10±1.86 ^b	4.75±1.86 ^b	6.05±2.11 ^a
Chewiness	4.10±1.94 ^a	4.35±1.53 ^a	4.75±1.89 ^a	4.15±2.13 ^a
Delicious taste	3.45±1.93 ^a	3.55±2.31 ^a	3.75±1.94 ^a	4.00±2.18 ^a
Sweetness	3.50±1.93 ^a	4.15±1.76 ^a	4.20±1.99 ^a	4.60±1.98 ^a
Hardness	7.55±1.61 ^a	5.30±1.81 ^b	4.15±1.87 ^c	3.10±1.48 ^c
Overall quality	4.25±1.74 ^c	5.70±1.78 ^b	7.10±1.59 ^a	6.50±1.93 ^{a,b}

(2) 찹쌀 바게트

녹색 WG쌀을 각각의 비율로 첨가하여 제조한 찹쌀 바게트의 관능검사 결과는 표 8-31과 같다. 색(녹색의 정도), 풋내(풀냄새), 단맛은 녹색 WG쌀이 첨가했을 때 높게 나타났으며 고소한 맛, 쫄깃한 정도, 경도는 녹색 쌀이 첨가하지 않았을 때 높게 나타났다. 전반적인 선호도는 녹색 WG쌀을 함유한 찹쌀바게트가 높게 나타났다.

표 8-31. 녹색 WG쌀을 이용하여 제조된 찹쌀바게트의 관능검사 결과

Sensory characteristics	Green rice content(%)	
	0%	100%
Green color	2.25±1.70 ^b	8.05±0.94 ^a
Greenish taste	3.25±1.97 ^b	5.20±2.42 ^a
Chewiness	6.55±1.67 ^a	5.85±1.81 ^a
Delicious taste	5.05±2.11 ^a	4.50±1.93 ^a
Sweetness	5.10±1.65 ^a	5.65±1.63 ^a
Hardness	5.85±1.57 ^a	5.10±1.86 ^a
Overall quality	6.50±1.54 ^b	7.45±1.28 ^a

9. 습식 녹색 WG밀의 파우치 가공처리에 따른 일반성분 분석

소금물 0%(control), 1.5%(처리구 A), 3%(처리구 B)로 각각 처리된 녹색 WG밀을 파우치(폴리에틸렌)에 포장하여 4°C에서 0, 5, 10, 15, 20, 25일 동안 저장하면서 각 영양성분들의 함량 및 변화를 살펴보았다.

(1) 조지방 및 지방산 조성 함량변화

저장 기간에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 조지방 함량을 표 8-32에 나타내었다. 녹색 WG밀은 소금물 처리에 따라 조지방 함량에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 대조구에서 조지방 함량은 2.29~3.56% 이었으며, 1.5% 소금물 처리구에서는 2.32~3.23% 이었다. 3% 소금물 처리구에서는 2.86~4.05% 내외로 저장기간에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

표 8-32. 소금물 처리농도에 따른 녹색 WG밀 파우치의 조지방 함량

종류	Storage period(day)	Fat contents(%)
처리구 A (1.5% 소금물)	0	2.32
	5	3.23
	10	2.64
	15	2.78
처리구 B (3% 소금물)	0	3.80
	5	4.05
	10	3.69
	15	2.87
	20	3.86
	25	2.86
대조구 (0% 소금물)	0	2.29
	5	3.56
	10	2.62
	15	3.36

시료에서 추출된 조지방들의 각 지방산 조성은 표 8-33에 나타내었다. 시료의 지방산 조성을 분석한 결과 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), oleic acid(C18:1), linoleic acid(C18:2n-6) 및 α -linoleic acid(C18:3n-3)가 주요지방산임을 확인할 수 있었으며, eicosanoic acid(C20:0), eicosenoic acid(C20:1) 또한 소량 확인할 수 있었다. 대조구, 처리구A, 처리구B 각각의 지방산 조성은 크게 유의적인 차이는 보이지 않았으며, 시간의 경과에 따른 지방산 조성 또한 크게 변하지 않는 것을 확인할 수 있었다.

표 8-33. 소금물 처리농도에 따른 녹색 WG밀 파우치의 지방산 조성

Fatty acids	처리구 A(1.5% 소금물)				처리구 B(3% 소금물)						대조구(0% 소금물)			
	0일	5일	10일	15일	0일	5일	10일	15일	20일	25일	0일	5일	10일	15일
C16:0	0.168	0.174	0.174	0.187	0.206	0.198	0.180	0.193	0.211	0.209	0.181	0.179	0.162	0.198
C18:0	0.010	0.010	0.010	0.011	0.012	0.011	0.010	0.011	0.012	0.011	0.024	0.009	0.009	0.011
C18:1n9	0.096	0.104	0.104	0.110	0.133	0.126	0.107	0.121	0.139	0.137	0.118	0.108	0.092	0.125
C18:1n7	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.009
C18:2n6	0.442	0.472	0.470	0.497	0.574	0.552	0.492	0.542	0.594	0.595	0.491	0.488	0.430	0.550
C20:0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
C20:1	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005
C18:3n3	0.053	0.057	0.055	0.0058	0.069	0.066	0.059	0.064	0.069	0.069	0.061	0.061	0.055	0.067
Σ SFA ¹⁾	0.178	0.185	0.185	0.199	0.220	0.210	0.190	0.205	0.224	0.222	0.206	0.189	0.172	0.210
Σ USFA ²⁾	0.602	0.646	0.642	0.677	0.790	0.758	0.671	0.739	0.817	0.816	0.682	0.670	0.589	0.757

1)Total saturated fatty acid (wt%)

2)Total unsaturated fatty acid (wt%)

(3) 수분 함량 및 색도 변화

파우치 포장된 녹색 WG밀의 소금물 농도(0, 1.5, 3%)에 따라 저장한 후 수분함량 변화와 색도변화를 각각 표 8-34와 표 8-35에 나타내었다. 각 대조구(0% 소금물), 처리구 A(1.5% 소금물), 처리구 B(3% 소금물) 시료들의 수분함량은 크게 차이를 보이지 않았다. 대조구에서는 수분함량이 60.6~61.7% 내외 이었으며, 처리구 A에서는 57.9~60.9% 내외의 수분함량을 나타냈으며, 처리구 B에서는 57.1~59.5% 내외의 수분함량을 나타내었다.

표 8-34. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 수분함량 변화

처리구	저장기간	수분함량(%)
대조구 (0% 소금물)	0일	61.0
	5일	61.7
	10일	61.1
	15일	60.6
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	57.9
	5일	60.9
	10일	58.4
	15일	59.9
처리구 B (3% 소금물)	0일	57.8
	5일	58.6
	10일	59.5
	15일	57.8
	20일	57.1
	25일	58.3

파우치 포장된 녹색 WG밀의 소금물 농도(0, 1.5, 3%)에 따라 저장한 후 색도변화를 표 8-35에 나타내었다. 색도는 L*(lightness), a*(redness:+, greenness:-), b*(yellowness:+, blueness:-)로 구분하여 측정하였다. 파우치 포장된 녹색 WG밀의 대조구(0% 소금물), 처리구 A(1.5% 소금물), 처리구 B(3% 소금물) 들에서는 저장기간이 길어짐에 따라 a 값과 b 값은 감소하는 경향을 나타내었다. L값(밝기)은 약간씩 감소하는 경향을 나타내었지만 큰 차이를 보이지 않았다.

표 8-35. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 색도 변화

처리구	저장기간	색차계		
		L*	a*	b*
대조구 (0% 소금물)	0일	62.10	-9.32	26.67
	5일	60.43	-7.44	23.98
	10일	58.35	-6.98	24.05
	15일	62.42	-5.62	22.52
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	60.84	-7.92	25.70
	5일	60.70	-6.63	23.00
	10일	60.98	-4.87	22.91
	15일	61.77	-4.50	21.16
처리구 B (3% 소금물)	0일	61.03	-8.46	26.35
	5일	60.42	-6.86	24.34
	10일	58.80	-6.06	23.01
	15일	58.39	-5.23	22.39
	20일	59.94	-4.85	22.68
	25일	62.02	-4.28	23.21

(4) β -Carotene 함량변화

농도별 소금물 처리와 저장기간에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 β -carotene의 함량변화를 분석한 결과는 표 8-36과 같다. 소금물을 처리하지 않은 대조구와 1.5, 3%의 소금물을 처리한 처리구 A와 B의 처리 직후의 β -carotene의 함량은 각각 145.331, 127.644, 160.456으로 3%의 소금물을 처리한 파우치 포장된 녹색 WG밀에서 가장 높은 함량을 나타내었으나 1.5%의 소금물을 처리한 녹색 WG밀은 가장 낮은 β -carotene 함량을 나타내었다. 15일간의 저장기간 동안 녹색 WG밀의 β -carotene의 함량변화는 소금물을 처리하지 않은 대조구, 1.5, 3%의 소금물을 처리한 처리군 A와 B가 각각 113.098~145.331, 95.936~127.644, 119.603~160.456의 수준으로 나타나, 전반적으로 저장기간이 증가될수록 β -carotene의 함량이 낮아지는 경향을 나타내었다. 특히 5일 후에 β -carotene 함량이 급격히 낮아졌으나 10~25일 후에는 함량이 유지되는 경향을 나타내었으며 3%의 소금물을 처리한 녹색 WG밀이 소금물을 처리하지 않은 대조구에 비하여 높은 β -carotene의 함량을 나타내었다.

표 8-36. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 β -Carotene 함량 변화

Sample		β -Carotene(ug/100g)
대조구(0% 소금물)	0 day	145.331
	5 day	120.622
	10 day	114.628
	15 day	113.098
처리군 A(1.5% 소금물)	0 day	127.644
	5 day	103.778
	10 day	95.936
	15 day	104.142
처리군 B(3% 소금물)	0 day	160.456
	5 day	131.879
	10 day	119.603
	15 day	126.905
	20 day	121.108
	25 day	126.922

(5) Phytosterol 함량 변화

저장기간, 처리방법에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 phytosterol을 분석한 결과는 표 8-37에 나타내었다. 파우치 포장된 녹색 WG밀에는 주로 β -sitosterol, stigmasterol, campesterol이 나타났다. 처리군에 상관없이 β -sitosterol의 함량이 가장 높았으며 campesterol, stigmasterol의 순으로 나타났다. 대조구의 경우, 저장기간이 늘어날수록 총 phytosterol이 증가하였지만 15일에는 낮아지는 것으로 분석되었다. 처리구 A는 1.5% 소금물을 처리하여 분석한 녹색 WG밀이며 이는 저장기간이 증가하여도 총 phytosterol이 저장하기 전과 유사하며 크게 차이가 나지 않았다. 또한 처리구 B는 3% 소금물로 처리하였는데 저장기간이 늘어남에 따라 β -sitosterol, stigmasterol, campesterol의 각 함량은 큰 차이를 나타내지 않으며, 서로 유사한 경향을 보였다. 따라서 소금물로 처리를 하면 green wheat에 함유되어 있는 phytosterol의 함량이 저장기간이 증가하여도 유지되고 소금물의 농도가 짙어질수록 이러한 경향은 계속 나타날 것으로 예측되었다.

표 8-37. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 Phytosterol 함량변화

처리구	저장일	Phytosterols(mg/100g)			
		β -Sitosterol	Stigmasterol	Campesterol	Total
대조구 (0% 소금물)	0일	31.01	1.58	3.76	36.34
	5일	34.94	2.16	4.87	41.97
	10일	35.59	2.35	4.94	42.89
	15일	33.10	1.52	4.48	39.10
처리군 A (1.5% 소금물)	0일	31.78	1.75	4.72	38.25
	5일	31.61	1.98	4.26	37.85
	10일	35.53	1.88	4.38	41.80
	15일	35.57	2.21	3.92	41.71
처리군 B (3% 소금물)	0일	32.81	1.64	5.16	39.61
	5일	38.87	1.77	5.21	45.85
	10일	34.70	1.99	4.82	41.51
	15일	36.03	2.15	5.13	43.32
	20일	41.05	2.00	5.21	48.26
	25일	37.29	2.01	4.53	43.83

(6) Tocopherol 함량변화

저장기간, 처리방법에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 tocopherol(α -T, β -T, γ -T, δ -T) 과 tocotrienol(α -T3, δ -T3)의 함량을 표 8-38에 나타내었다. 처리구 A, 처리구 B, 대조구 모두 저장기간이 길어질수록 α -tocopherol(α -T)의 함량이 감소되는 경향을 보였다. 대조구의 경우 총 tocopherol 함량이 0.67 mg/100g에서 0.39 mg/100g으로 감소하였고, 1.5% 소금물 처리구의 경우 총 tocopherol 함량이 0.57 mg/100g에서 0.37mg/100g으로 감소하였다. 3% 소금물 처리구의 경우 총 tocopherol 함량은 0.58 mg/100g에서 20일 저장에서 0.29 mg/100g 으로 감소하였다.

표 8-38. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 Tocopherol 함량변화

처리구	저장기간	Tocopherols(mg/100g)						
		α -T	α -T3	β -T	γ -T	δ -T	δ -T3	Total
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	0.26	0.09	0.19	0.01	0.01	0.01	0.57
	5일	0.15	0.07	0.17	0.01	0.01	0.01	0.42
	10일	0.11	0.07	0.13	0.01	0.01	0.01	0.34
	15일	0.12	0.09	0.13	0.01	0.01	0.01	0.37
처리구 B (3% 소금물)	0일	0.27	0.09	0.19	0.01	0.01	0.01	0.58
	5일	0.10	0.05	0.14	0.01	0.01	0.01	0.32
	10일	0.09	0.06	0.15	0.01	0.01	0.01	0.33
	15일	0.08	0.07	0.15	0.01	0.01	0.01	0.33
	20일	0.06	0.06	0.14	0.01	0.01	0.01	0.29
	25일	0.19	0.10	0.18	0.01	0.02	0.01	0.51
대조구 (0% 소금물)	0일	0.32	0.10	0.21	0.01	0.02	0.01	0.67
	5일	0.16	0.08	0.18	0.01	0.01	0.01	0.45
	10일	0.11	0.08	0.16	0.00	0.01	0.01	0.37
	15일	0.12	0.08	0.16	0.01	0.01	0.01	0.39

(7) 환원당 함량변화

저장기간, 처리방법에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 환원당 함량을 표 8-39에 나타내었다. 파우치 포장된 녹색 WG밀의 대조구에서는 0.39~0.54 g/100g의 환원당을 나타내었으며, 처리구 A는 1.5% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀에서 환원당은 0.40~0.74 g/100g의 함량을 나타내었다. 처리구 B는 3% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀에서 환원당은 0.43~0.74 g/100g의 함량을 나타내었다.

표 39. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 환원당 함량 변화

처리구	저장기간	Reducing sugar(g/100g)
대조구 (0% 소금물)	0일	0.39
	5일	0.47
	10일	0.54
	15일	0.48
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	0.59
	5일	0.74
	10일	0.64
	15일	0.40
처리구 B (3% 소금물)	0일	0.43
	5일	0.45
	10일	0.47
	15일	0.63
	20일	0.74
	25일	0.54

(8) 비타민 C 함량변화

저장기간, 처리방법에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 비타민 C 함량을 표 8-40에 나타내었다. 파우치 포장된 녹색 WG밀의 대조구에서는 0-5일에서 1.09~1.10 mg/100g의 비타민 C를 함유하였으나 저장기간이 길어짐에 따라 비타민 C가 검출되지 않았다. 1.5% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀인 처리구 A에서는 0-5일에서 1.04~1.11 mg/100g의 비타민 C를 함유하였고, 10일 이후부터 비타민 C가 검출되지 않았다. 3% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀인 처리구 B는 0-10일에서 1.06~1.15 mg/100g의 비타민 C를 함유하였고, 15일 이후부터는 비타민 C가 검출되지 않았다. 처리구 A, 처리구 B, 대조구 모두 저장기간이 길어질수록 비타민 C의 함량이 감소되는 경향을 보였고, 대조구와 처리구 A의 경우, 비타민 C가 저장기간 5일까지 파괴되지 않았으며 3% 소금용액으로 전처리한 처리구 B의 경우, 저장기간 10일까지 보존 가능함을 알 수 있었다.

표 8-40. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 비타민 C 함량 변화

처리구	저장기간	Vitamin C(mg/100g)
대조구 (0% 소금물)	0일	1.09
	5일	1.10
	10일	0.00
	15일	0.00
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	1.04
	5일	1.11
	10일	0.00
	15일	0.00
처리구 B (3% 소금물)	0일	1.06
	5일	1.05
	10일	1.15
	15일	0.00
	20일	0.00
	25일	0.00

(9) 단백질 함량변화

저장기간, 처리방법에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 단백질 함량을 표 8-41에 나타내었다. 파우치 포장된 녹색 WG밀의 대조구에서는 10.98~11.29% 내외의 단백질을 함유하고 있었다. 1.5% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀인 처리구 A에서는 10.58~10.61% 내외의 단백질을 함유하고 있었다. 3% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀인 처리구 B에서는 10.96~11.67% 내외의 단백질을 함유하고 있었다. 이로서 켈달법에 의해 분석된 각 처리구별 단백질 함량은 저장기간에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

표 8-41. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 단백질 함량 변화

처리구	저장기간	Protein(%)
대조구 (0% 소금물)	0일	10.98
	5일	11.24
	10일	11.29
	15일	10.77
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	10.58
	5일	10.61
	10일	10.17
	15일	10.52
처리구 B (3% 소금물)	0일	10.96
	5일	11.37
	10일	11.34
	15일	11.67
	20일	11.08
	25일	11.10

(10) Choline 및 Betaine 함량변화

저장기간, 처리방법에 따른 파우치 포장된 녹색 WG밀의 choline과 betaine의 함량을 표 8-42와 표 8-43에 각각 나타내었다. 동식물계에 널리 분포하는 betaine은 choline의 생체 내 대사산화물로서 메틸기 공여체로 작용한다. 따라서 충분한 betaine의 공급은 혈중 호모시스테인의 농도를 저하시키며, 이로 인한 혈관계 질환을 예방할 수 있다고 알려져 있다. 파우치 포장된 녹색 WG밀의 대조구(0% 소금물)에서는 0일 1.34 mg/100g의 choline에서 저장기간이 길어질수록 3.14~3.44 mg/100g 내외로 choline 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 처리구 A는 1.5% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀이며, choline 함량이 0일에 2.84 mg/100g이었으며 저장기간이 길어짐에 따라 2.54~3.58 mg/100g 내외로 choline 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 처리구 B는 3% 소금물을 처리하여 파우치 포장된 녹색 WG밀이며 choline 함량이 0일 2.54 mg/100g에서 저장기간이 길어짐에 따라 2.69~4.48 mg/100g 내외로 점차로 증가하는 경향을 나타내었다. Choline은 인지질인 phosphatidylcholine이 분해되어 생성될 수 있는데, 이는 저장기간이 길어짐에 따라 phosphatidylcholine이 분해되어 choline의 함량이 증가되었을 것으로 예측하였다.

파우치 포장된 녹색 WG밀의 대조구에서의 betaine 함량은 14.08~32.06 mg/100g이었으며, 처리구 A에서는 26.80~28.50 mg/100g의 betaine을 함유하였으며, 처리구 B에서는 35.63~39.36 mg/100g의 betaine을 함유하고 있었다. 처리구에서는 3% 소금물로 처리한 후 파우치 포장된 녹색 WG밀에서 비교적 높은 betaine함량을 나타내었다.

표 8-42. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색 WG밀 파우치의 Choline함량 변화

처리구	저장기간	Choline(mg/100g)
대조구 (0% 소금물)	0일	1.34
	5일	3.44
	10일	3.14
	15일	3.44
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	2.84
	5일	2.54
	10일	3.29
	15일	3.58
처리구 B (3% 소금물)	0일	2.54
	5일	2.69
	10일	2.39
	15일	3.14
	20일	4.48
	25일	2.99

표 8-43. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색 WG밀 파우치의 Betaine 함량 변화

처리구	저장기간	Betaine(mg/100g)
대조구 (0% 소금물)	0일	14.08
	5일	24.26
	10일	32.06
	15일	29.18
처리구 A (1.5% 소금물)	0일	26.80
	5일	27.14
	10일	28.50
	15일	25.79
처리구 B (3% 소금물)	0일	35.63
	5일	36.81
	10일	34.27
	15일	36.81
	20일	39.36
	25일	21.04

그림 8-44와 8-45에서는 600 MHz ¹H-NMR로 분석 후 얻어진 각 처리구의 0일과 15일 저장한 betaine 과 choline을 각각 보여주고 있다. 그림에서 보여주는 바와 같이 choline의 chemical shift는 3.21 이었으며, betaine의 chemical shift는 3.28이었다.

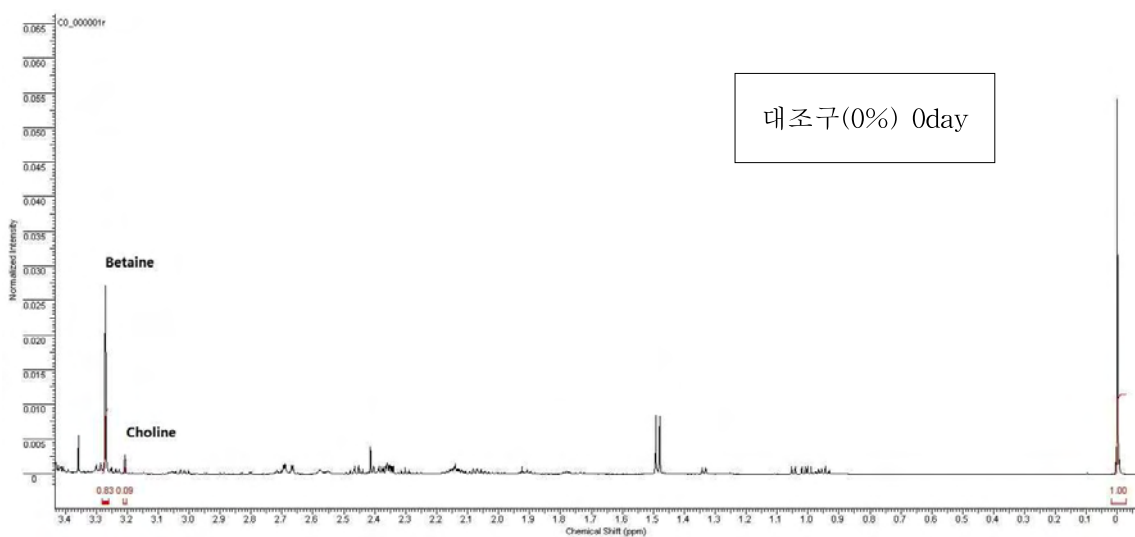
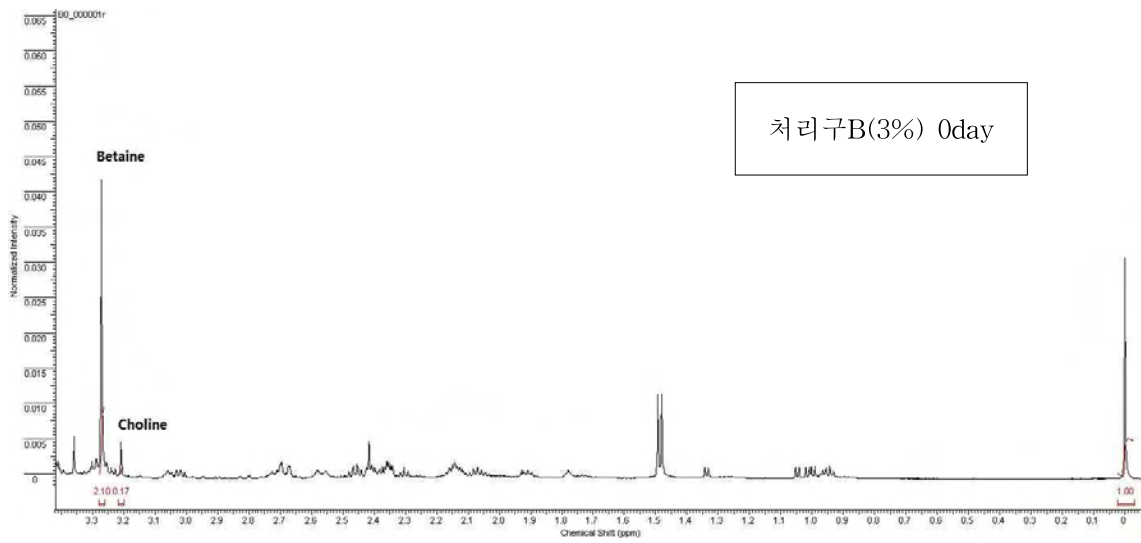
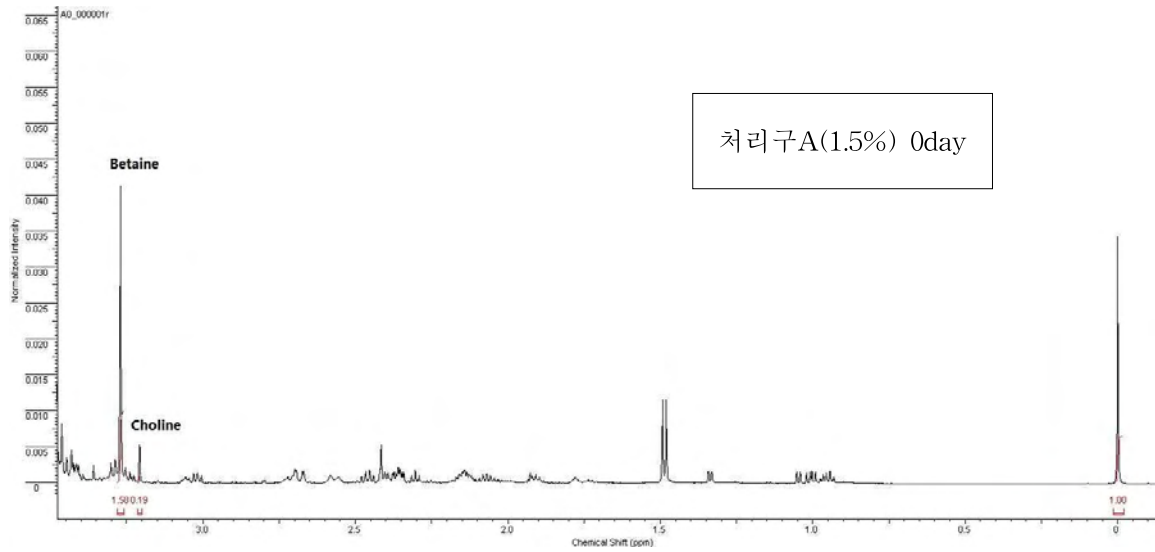


그림 8-44. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색WG밀 파우치의 betaine과 choline $^1\text{H-NMR}$ spectrums

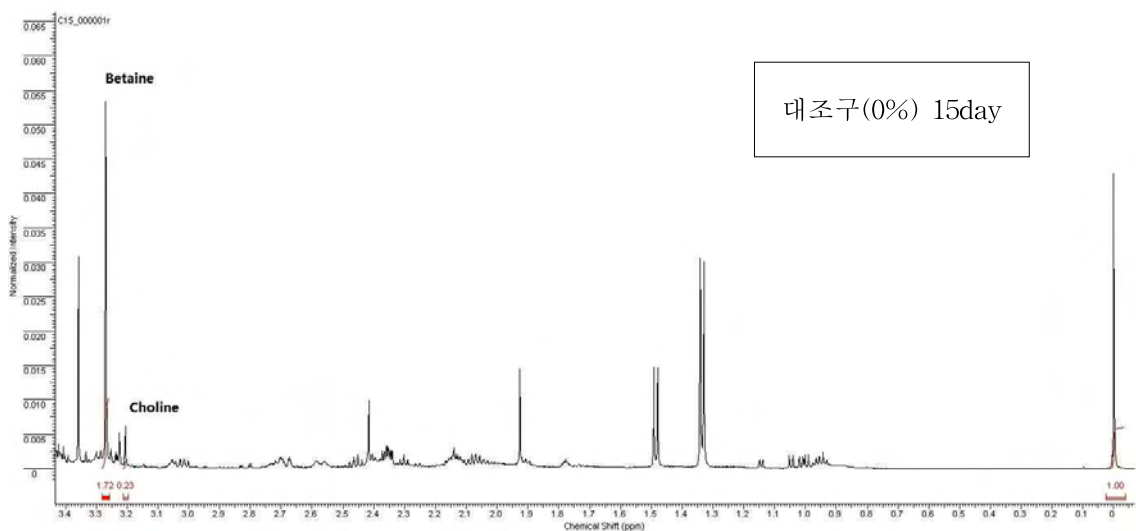
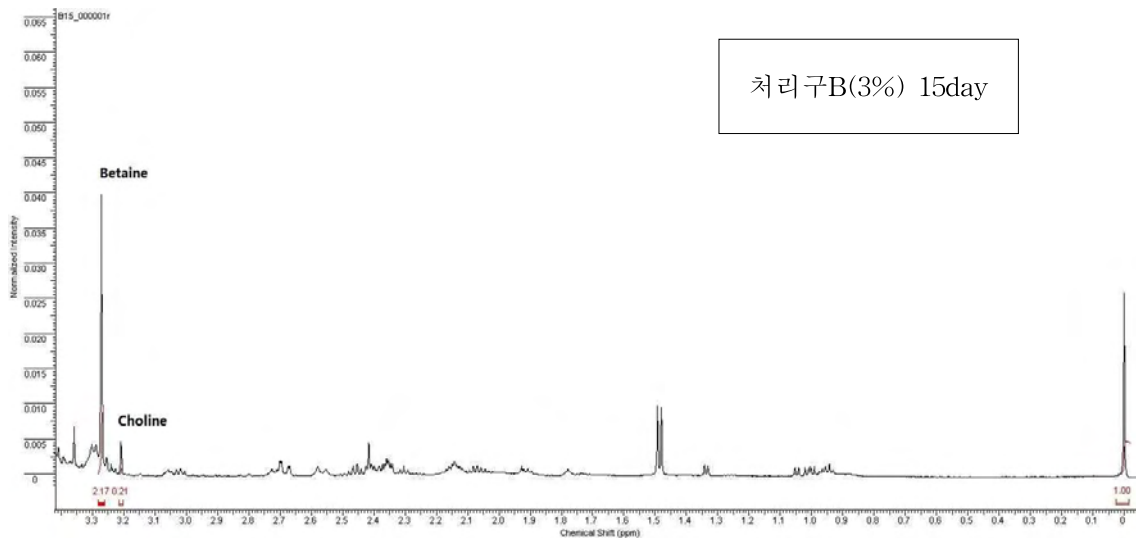
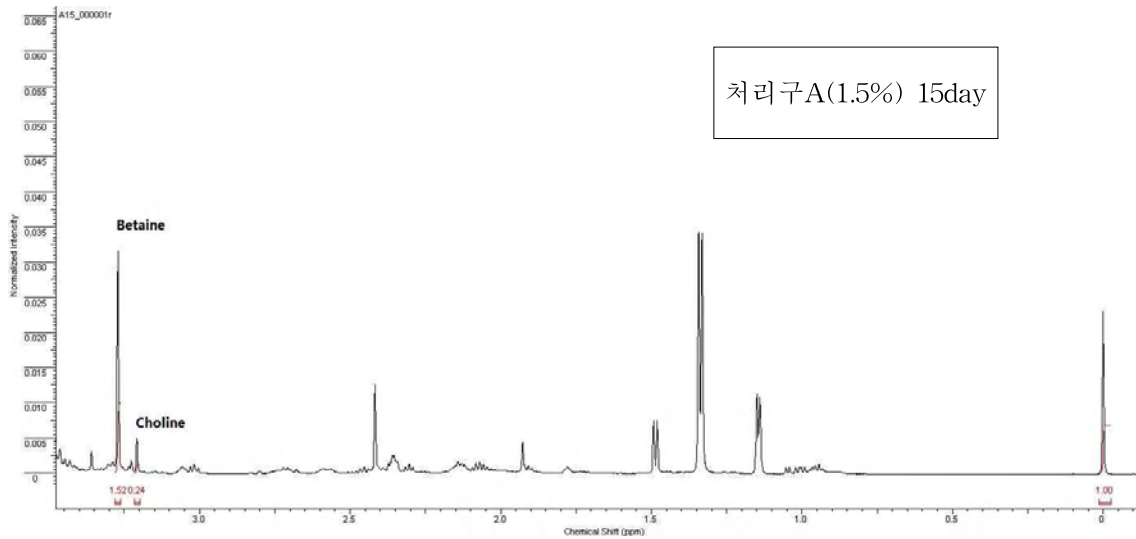


그림 8-45. 소금물 처리농도와 저장기간에 따른 녹색 WG밀 파우치의 betaine과 choline $^1\text{H-NMR}$ spectrums

10. 통조림형 습식 녹색 WG밀 시제품의 저장기간에 따른 일반성분 분석

녹색 WG밀을 끓는 물에 넣어서 6분 동안 정치한 후 실온에서 냉각하여 이를 통조림용 캔에 포장하였다. 포장된 통조림용 캔은 autoclave에서 121℃, 30분 동안 살균한 후 상온에서 냉각하여 실온에서 3개월 및 6개월 동안 보관하면서 일반성분을 분석하였다.

(1) 조지방 및 지방산 조성 함량변화

저장에 따른 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 조지방 함량 및 지방산 조성을 표 8-46에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 조지방 함량은 1.79~1.94%를 나타내며 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 전반적인 포화지방산의 함량은 0.18~0.23%이었으며, 불포화지방산의 함량은 0.58~0.76% 이었다. 따라서 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 지방산 조성은 저장기간에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

표 8-46. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 조지방 및 지방산 변화

Fatty acids	저장기간		
	0 month	3 month	6 month
C16:0	0.22	0.17	0.21
C18:0	0.01	0.01	0.01
C18:1n9	0.13	0.11	0.14
C18:1n7	0.01	0.01	0.01
C18:2n6	0.49	0.41	0.54
C20:1	0.01	0.01	0.01
C18:3n3	0.07	0.06	0.06
Σ SFA ¹⁾	0.23	0.18	0.22
Σ USFA ²⁾	0.72	0.58	0.76
Fat content(%)	1.87	1.94	1.79

¹⁾Total saturated fatty acid (wt%)

²⁾Total unsaturated fatty acid (wt%)

(2) 수분 함량 및 색도 변화

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 저장에 따른 수분함량 및 색도변화를 표 8-47에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 수분함량은 58.4~59.5% 내외로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 색도는 L*(lightness), a*(redness:+, greenness:-), b*(yellowness:+, blueness:-)를 측정하였다. 파우치와는 달리 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 L값(밝기), a 값, b 값은 6개월 저장한 동안에 서로 큰 차이를 보이지 않았다.

표 8-47. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 색도 및 수분함량 변화

		저장기간		
		0 month	3 month	6 month
색차계	L*	61.83	64.67	61.27
	a*	-1.07	-1.08	-1.06
	b*	18.51	16.82	18.77
수분함량(%)		58.4	59.5	59.4

(3) β -Carotene 함량변화

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 저장에 따른 베타카로틴 함량을 표 8-48에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 초기 베타카로틴 함량은 87.090 ug/100g이었으며, 이는 과우치의 대조구보다 비교적 낮은 수치이었다. 저장 3개월과 6개월에는 각각 43.036 ug/100g과 9.067 ug/100g을 나타내며 감소하는 경향을 나타내었다.

표 8-48. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 β -Carotene 함량 변화

	저장기간		
	0 month	3 month	6 month
β -Carotene(ug/100g)	87.090	43.036	9.067

(4) Phytosterol 함량변화

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 저장에 따른 phytosterol의 함량을 표 8-49에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀에서 주된 phytosterol은 β -sitosterol 이었으며, 초기 총 phytosterol 함량은 23.76 mg/100g이었으며, 저장 6개월에는 18.75 mg/100g으로 다소 감소하는 경향을 나타내었다.

표 8-49. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 phytosterol 함량 변화

Phytosterols (mg/100g)	저장기간		
	0 month	3 month	6 month
β -Sitosterol	19.82	20.24	16.10
Stigmasterol	0.72	0.85	0.54
Campesterol	3.22	3.36	2.11
Total	23.76	24.46	18.75

(5) 함량변화

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 저장에 따른 tocopherol(α -T, β -T, γ -T, δ -T) 과 tocotrienol(α -T3, δ -T3)의 함량을 표 8-50에 나타내었다. 저장기간이 길어질수록 α -tocopherol

(α -T)의 함량은 감소하는 경향을 보였다. 총 tocopherol 함량은 0.632 mg/100g에서 저장 6개월째에 0.410 mg/100g으로 감소하였다. 이러한 결과는 파우치 포장된 대조구(0% 소금물)를 10~15일 저장한 결과와 유사하였다.

표 8-50. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 Tocopherol 함량 변화

Tocopherols (mg/100g)	저장기간		
	0 month	3 month	6 month
α -T	0.246	0.184	0.108
α -T3	0.106	0.099	0.078
β -T	0.255	0.232	0.193
γ -T	0.011	0.009	0.009
δ -T	0.014	0.016	0.011
δ -T3	0.000	0.009	0.011
Total	0.632	0.549	0.410

(6) 환원당 함량변화

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 저장에 따른 환원당 함량을 표 8-51에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 환원당은 저장 3개월째까지 0.43~0.44 g/100g 이었으며, 저장 6개월째에 0.36 g/100g으로 다소 낮아지는 경향을 나타내었다.

표 8-51. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 환원당 함량 변화

	저장기간		
	0 month	3 month	6 month
Reducing sugar(g/100g)	0.43	0.44	0.36

(7) 비타민 C 함량변화

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 저장에 따른 비타민 C의 함량 변화를 표 8-52에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 비타민 C 함량은 초기 0.92 mg/100g 이었으며 저장 3개월에는 비타민 C가 검출되지 않았다.

표 8-52. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 함량 비타민 C 함량 변화

	저장기간		
	0 month	3 month	6 month
Vitamin C (mg/100g)	0.92	0.00	0.00

(8) 단백질 함량변화

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 저장에 따른 단백질 함량 변화를 표 8-53에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 조단백질 함량은 초기 11.01% 이었으며 저장 6개월에는 11.65%로 저장 기간에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

표 8-53. 저장기간에 따른 녹색 WG밀 통조림의 단백질 함량 변화

	저장기간		
	0 month	3 month	6 month
Protein (%)	11.01	11.18	11.65

(9) Choline 및 Betaine 함량

통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 6개월 저장한 후 choline 및 betaine 함량을 분석한 ¹H-NMR spectrum을 그림 8-17에 나타내었다. 통조림 캔에 포장된 녹색 WG밀의 choline 함량은 6개월 저장 후에 3.58 mg/100g 이었으며, betaine 함량은 29.35 mg/100g을 나타내었다.

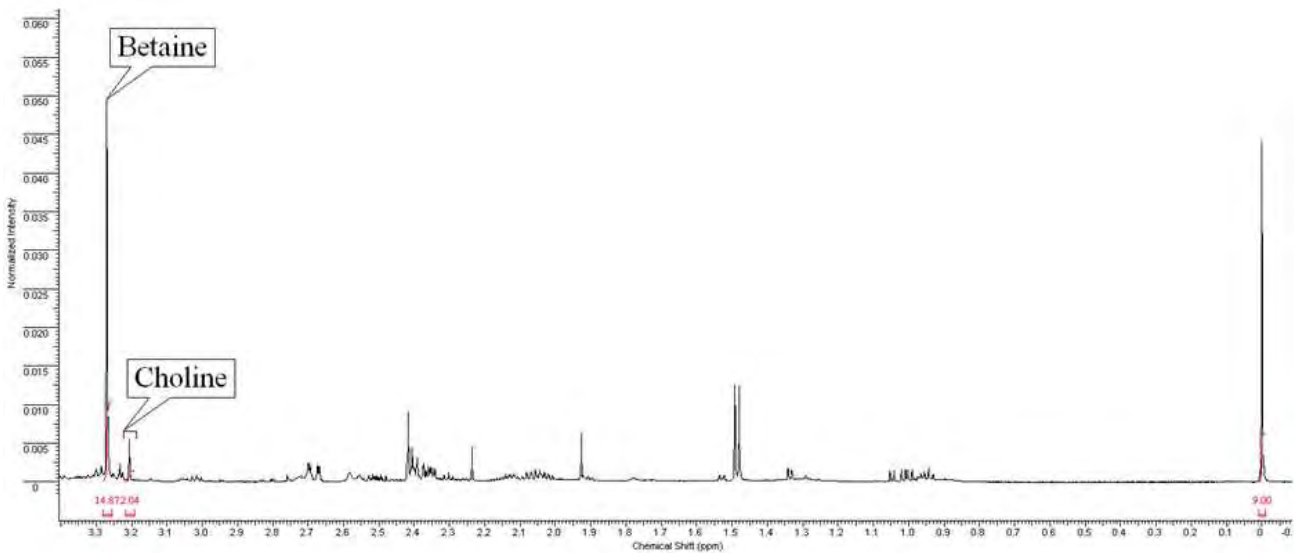


그림 8-17. 6개월 후 녹색 WG밀 통조림의 betaine과 choline ¹H-NMR spectrums

11. 황숙기 멍쌀을 이용한 백설기 제조 및 관능평가

(1) 호화도

Rapid visco analyzer(RVA)를 이용하여 일반 멍쌀(control)과 호숙기(DRSF)와 황숙기(YRSF)를 각각 30% 와 100%을 함유하는 쌀가루의 호화특성을 측정된 결과는 표 8-54에 나타내었다. 호화개시온도(PST)는 control과 DRSF, YRSF를 첨가한 멍쌀가루에서 94.80-95.33℃로 분석되었다. 최고점도(PV)는 30%의 DRSF를 첨가한 멍쌀가루가 351.22 RVU로 가장 높았으나 100% DRSF와 YRSF는 각각 134.96과 109.81 RVU로 낮게 나타났다. 최저점도(HS)는 DRSF가 43.08 RVU로 가장 낮은 것으로 확인되었으나 30%의 DRSF와 YRSF를 첨가한 멍쌀가루가 각각 68.38와 68.19 RVU로 가장 높았으며 유의적인 차이는 보이지 않았다. 한편, 구조 파괴점도(BV)는 최고점도에서 최저점도를 뺀 값으로 호화액의 안정성을 나타내며 DRSF와 YRSF의 값이 control보다 유의적으로 낮지만, 각각 30% 혼합된 멍쌀가루의 경우 증가되어 control만큼 호화액의 안정성을 증가시켜준 것으로 판단된다. 노화점도 (SV)는 최종점도에서 최저점도를 뺀 값으로, 냉각시의 노화속도를 추정할 수 있으며 30%의 DRSF와 YRSF를 첨가한 멍쌀가루의 값이 control보다 높은 것으로 분석되어, 완숙기의 멍쌀이 첨가할수록 노화속도가 증가함을 알 수 있었다.

표 8-54. 황숙기 멥쌀을 이용한 백설기의 호화특성

Sample	Pasting temp (°C)	Peak time (min)	Viscosity(RVU) ¹⁾				
			Peak	Holding	Breakdown	Final	Setback
Control	95.33±0.04 ^{a4)}	4.97±0.05 ^a	325.38±17.61 ^b	59.96±2.18 ^b	265.42±15.44 ^a	156.58±2.83 ^c	96.63±0.64 ^c
30% DRSF ²⁾	94.80±0.07 ^b	4.60±0.00 ^b	351.22±1.40 ^a	68.38±5.54 ^a	282.85±4.41 ^a	185.26±2.14 ^b	116.89±3.40 ^b
30% YRSF ³⁾	94.90±0.14 ^b	4.60±0.00 ^b	331.54±3.61 ^{a,b}	68.19±0.47 ^a	263.36±4.07 ^a	192.24±2.14 ^a	124.06±2.60 ^a
100% DRSF	95.33±0.04 ^a	4.20±0.00 ^c	134.96±0.67 ^c	43.08±0.47 ^c	91.88±0.21 ^b	122.74±1.00 ^e	79.66±0.53 ^e
100% YRSF	95.28±0.11 ^a	4.27±0.09 ^c	109.81±0.06 ^d	48.61±0.67 ^c	61.21±0.60 ^c	134.73±0.60 ^d	86.12±1.27 ^d

¹⁾RVU : rapid visco units.

²⁾30% DRSF : Rice flour added with 30% dough ripe stage flour.

³⁾30% YRSF : Rice flour added with 30% yellow ripe stage flour.

⁴⁾Values with different superscripts within same column are significantly different at $p < 0.05$.

(2) 수분함량

Control과 30%의 DRSF와 YRSF를 첨가한 백설기의 수분함량은 표 8-55와 같았다. 30%DRSF와 YRSF를 첨가한 백설기의 수분함량은 각각 35.23과 34.33%로 control보다 2-3%정도 유의적으로 낮았지만, 첨가군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다.

표 8-53. 황숙기 멥쌀을 이용한 백설기의 수분함량

samples	Moisture(%)
Control	37.32 ± 0.26 ^{a3)}
30% DRSF ¹⁾	35.23 ± 0.59 ^b
30% YRSF ²⁾	34.33 ± 0.50 ^b

¹⁾30% DRSF : *Backsulgi* with 30% dough ripe stage flour.

²⁾30% YRSF : *Backsulgi* with 30% yellow ripe stage flour.

³⁾Values with different superscripts within same column are significantly different at $p < 0.05$.

(3) 색도 측정

Control과 30% DRSF와 YRSF를 첨가하여 제조된 백설기의 색도를 측정한 결과는 표 8-56과 같다. DRSF와 YRSF가 각각 30% 첨가된 백설기의 L(lightness) 값은 84.34와 85.17이었으며 control 백설기의 83.90보다 유의적으로 증가하였다. Hunter a(+: redness, -: greenness) 값은 (-)값이 클수록 녹색의 강함을 나타내는데, 30% DRSF와 YRSF를 첨가한 백설기의 a 값은 각각 -2.61과 -2.00으로, 백설기 control의 -1.57보다 greenness가 유의적으로 증가함을 보였다. 한편, Hunter b(+: yellowness, -: blueness) 값은 (+)값이 클수록 황색의 정도가 강함을 나타내는데 백설기 control의 b 값은 13.07으로 가장 낮았으나 30% DRSF와 YRSF를 첨가한 백설기는 15.27-15.99으로 b 값이 유의적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

표 8-56. 황숙기 멥쌀을 이용한 백설기의 색도

Samples	L ⁴⁾	a ⁵⁾	b ⁶⁾	ΔE
Control	83.90±0.16 ^{c3)}	-1.57±0.25 ^a	13.07±0.11 ^c	—
30% DRSF ¹⁾	84.34±0.05 ^b	-2.61±0.09 ^c	15.99±0.17 ^a	3.13 ± 0.13 ^a
30% YRSF ²⁾	85.17±0.31 ^a	-2.00±0.18 ^b	15.27±0.14 ^b	2.59 ± 0.03 ^b

¹⁾30% DRSF : *Backsulgi* with 30% dough ripe stage flour.

²⁾30% YRSF : *Backsulgi* with 30% yellow ripe stage flour.

³⁾Values with different superscripts within same column are significantly different at $p < 0.05$.

⁴⁾L : Lightness

⁵⁾a : Redness(+), Greenness(-)

⁶⁾b : Yellowness(+), Blueness(-)

(4) 조직감 측정

백설기 control과 30% 호숙기(DRSF)과 황숙기(YRSF)를 첨가한 백설기의 조직감을 측정한 결과를 표 8-57에 나타내었다. Hardness(경도)의 경우 control이 8.62 g로 가장 높았고 30% DRSF와 YRSF를 첨가한 백설기 순으로 나타났으며 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Springiness(탄성)은 30% DRSF와 YRSF를 첨가한 백설기가 control보다 낮았으며 adhesiveness(부착성)과 resilience(복원성)도 첨가군에서 감소하는 것으로 분석되었다. Cohesiveness(응집성)과 chewiness(씹힘성)은 control 백설기가 30% DRSF와 YRSF를 첨가한 백설기보다 높았으며, 첨가군 간의 유의적인 차이는 없었다. 전반적으로 거의 모든 조직감 항목의 값은 control 백설기에서 가장 높았으며 30% DRSF와 YRSF가 첨가된 백설기 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

표 8-57. 황숙기 멥쌀을 이용한 백설기의 조직감

Texture characteristics	Control	30% DRSF ¹⁾	30% YRSF ²⁾
Hardness(g)	8.62 ± 0.83 ^{a3)}	8.44 ± 1.25 ^a	8.15 ± 2.46 ^a
Fracturability(g)	8.18 ± 1.90 ^a	8.05 ± 1.29 ^a	8.08 ± 0.60 ^a
Adhesiveness	-3.46 ± 1.20 ^b	-1.15 ± 0.53 ^a	-2.14 ± 0.89 ^{b,a}
Springiness	0.80 ± 0.04 ^a	0.65 ± 0.00 ^b	0.68 ± 0.03 ^b
Cohesiveness	0.70 ± 0.01 ^a	0.59 ± 0.02 ^b	0.60 ± 0.02 ^b
Gumminess	6.00 ± 0.54 ^a	5.02 ± 0.86 ^a	4.87 ± 1.55 ^a
Chewiness	4.82 ± 0.52 ^a	3.24 ± 0.58 ^b	3.30 ± 0.90 ^b
Resilience(%)	0.36 ± 0.01 ^a	0.31 ± 0.00 ^b	0.32 ± 0.02 ^b

¹⁾30% DRSF: *Backsulgi* with 30% dough ripe stage flour.

²⁾30% YRSF: *Backsulgi* with 30% yellow ripe stage flour.

³⁾Values with different superscripts within same row are significantly different at $p < 0.05$.

(5) 관능검사

제조한 백설기의 관능검사 결과는 표 8-58과 같다. Green color(녹색)는 30% 호숙기(DRSF)와 황숙기(YRSF)를 첨가한 백설기가 control 백설기보다 높게 나타났으나 첨가군들 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이러한 경향은 greenish taste(풋내)에서도 나타났는데 30% DRSF와 YRSF를 첨가함에 따라 풋내가 증가하였다. Hardness(경도)의 경우 30% DRSF와 YRSF를 첨가함에 따라 control에 비해 감소하였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 한편, overall quality(전반적인 기호도)는 30% DRSF 백설기가 가장 높았으며 control과 30% YRSF 백설기 순으로 나타났으나 control과 30% DRSF의 간의 유의적인 차이는 없었다.

표 8-58. 황숙기 멥쌀을 이용한 백설기의 관능검사

Sensory characteristics	Control	30% DRSF ¹⁾	30% YRSF ²⁾
Green color	1.85±1.04 ^{b3)}	5.50±2.19 ^a	4.75±1.62 ^a
Greenish taste	2.20±1.54 ^b	5.70±2.32 ^a	4.95±1.88 ^a
Chewiness	6.30±2.34 ^a	5.90±1.86 ^a	5.00±1.97 ^a
Delicious taste	3.90±1.86 ^b	5.15±1.76 ^a	4.85±1.66 ^{b,a}
Sweetness	4.85±2.21 ^a	5.25±1.68 ^a	4.80±1.67 ^a
Hardness	6.05±2.11 ^a	4.85±1.84 ^b	4.65±1.60 ^b
Overall quality	7.05±1.57 ^a	7.15±2.01 ^a	5.60±2.46 ^b

¹⁾30% DRSF: *Backsulgi* with 30% dough ripe stage flour

²⁾30% YRSF: *Backsulgi* with 30% yellow ripe stage flour

³⁾Values with different superscripts within same row are significantly different at $p < 0.05$.

(6) 제품사진

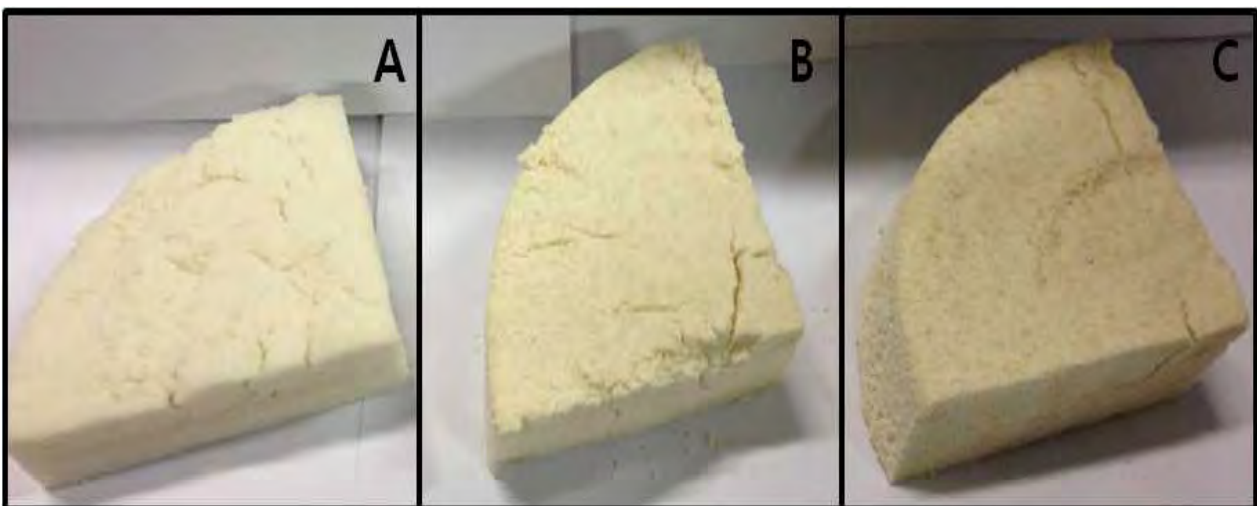


그림 8-18. 황숙기 멥쌀을 이용한 백설기 (A: control, B: 30% YRSF, C: 30% DRSF).

12. 녹색 WG찰쌀보리를 첨가한 식빵반죽 및 식빵의 특성평가

(1) 강력분 밀가루와 녹색 WG찰쌀보리가루 첨가 밀가루의 호화특성

녹색 WG찰쌀보리가루의 첨가량이 증가할수록 peak viscosity (최고점도), holding strength (최저점도), breakdown viscosity (구조파괴점도), final viscosity(최종점도) 및 set-back viscosity(회복점도)의 값이 모두 유의적으로 감소($p<0.05$)하는 경향을 나타내었다(표 8-59). 구조파괴점도는 호화과정 중에 페이스트에 작용하는 기계적인 shear에 의한 호화된 전분입자의 파괴되는 정도를 나타내며(EL-Dash AA 등 1980), 녹색 WG찰쌀보리가루 30% 첨가 시 대조군과 10% 첨가군에 비해 전분의 호화가 지연되어 전분사슬의 구조 형성이 미흡해진 것으로 사료된다. Peak time(최고점도에 이르는 시간)은 30%첨가 군이 유의적으로 가장 낮았으며($p<0.05$). Pasting temperature(호화개시온도)는 대조군과 첨가군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다($p<0.05$). 최종점도와 최저점도의 차이 값인 회복점도는 냉각으로 인한 노화 경향을 나타내며 그 값이 클수록 노화가 쉽게 일어남을 시사한다. 회복점도는 대조군에서 가장 높았으며, 녹색 WG찰쌀보리가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여($p<0.05$), 녹색 WG찰쌀보리가루의 첨가량이 증가할수록 전분의 노화를 지연시키는 효과를 줄 것으로 생각된다.

표 8-59. 밀가루와 녹색 WG찰쌀보리 가루가 첨가된 밀가루의 호화특성

	녹색 WG찰쌀보리가루의 함량 (%)			
	0%	10%	20%	30%
Peak viscosity	2450.5±71.42 ^a	2455.0±57.98 ^a	2213.0±18.38 ^b	1934.5±41.72 ^c
Holding strength	933.0±25.46 ^a	906.0±11.31 ^a ^b	815.5±4.95 ^c	695.5±13.44 ^d
Breakdown viscosity	1517.5±45.96 ^a	1549.0±46.67 ^a	1397.5±13.44 ^{ab}	1239.0±55.15 ^b
Final Viscosity	2525±32.53 ^a	2362±57.98 ^b	2126±12.73 ^c	1870±43.84 ^d
Set-back viscosity	1592.0±7.07 ^a	1456.0±46.67 ^b	1310.5±7.78 ^c	1174.5±30.41 ^d
Peak Time	5.2±0.00 ^a	5.1±0.04 ^a	5.0±0.05 ^{ab}	4.9±0.09 ^b
Pasting Temp	67.90±0.07 ^{ab}	68.45±0.07 ^{ab}	68.83±0.53 ^a	67.28±0.81 ^b

Values are expressed as the mean ± standard deviation

^{a-d}Means within the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$)

(2) 식빵 반죽의 수분 손실율

녹색 WG찰쌀보리 첨가량이 많을수록 반죽후의 수분 손실이 많은 것으로 나타났다. 강력분 밀가루로 제조된 식빵반죽의 수분 손실율은 3%이고, 10%의 녹색 WG찰쌀보리가루를 첨가하였을 경우 2.92%로 감소하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$)(표 8-60). 반면, 20%이상의 녹색찰쌀보리를 함유한 식빵 반죽의 수분손실률은 대조군과 10%군보다 유의적으로 낮은 것으로 측정되었고($p<0.05$), 이는 녹색 WG찰쌀보리에 함유된 수용성 식이섬유인 β -glucan의 수분결합능력에 의한 결과로 사료된다.

표 8-60. 식빵반죽의 수분손실율

녹색 WG찰쌀보리 함량(%)	수분 손실율 (%)
0	3.00 ± 0.32 ^a
10	2.92 ± 0.29 ^a
20	1.31 ± 0.10 ^b
30	2.02 ± 0.18 ^b

(3) 식빵 반죽의 발효 팽창력

식빵 반죽의 발효 팽창력을 30℃, 75%의 조건에서 80분간 측정하였다. 녹색 WG찰쌀보리의 첨가량이 많을수록 식빵반죽의 발효 팽창력은 감소하는 것으로 나타났다(그림 8-19). 20%와 30%를 함유한 반죽의 발효팽창력은 대조군과 10%군보다 유의적으로 낮았고(p<0.05), 그중 녹색 WG찰쌀보리 30%를 첨가한 반죽의 발효팽창력이 가장 낮은 것으로 분석되었다(표 8-61). 반면, 10%를 함유한 반죽은 대조군과 40분까지 유의적인 차이는 나타나지 않았으나(p<0.05), 그 이후로는 10%의 반죽의 발효팽창력이 유의적으로 가장 높은 것으로 측정되었다(p<0.05).

표 8-61. 식빵반죽의 발효 팽창력

녹색 WG찰쌀보리함량	0분	20분	40분	60분	80분
0%	20.50±0.71 ^a	36.50±0.71 ^a	50.00±0.00 ^{ab}	59.00±1.41 ^b	60.75±2.47 ^b
10%	20.33±0.58 ^{ab}	35.50±0.50 ^a	51.33±0.58 ^{ab}	61.50±1.32 ^a	65.17±0.29 ^a
20%	19.83±0.76 ^{ab}	33.67±1.53 ^b	48.67±1.53 ^b	55.67±1.53 ^b	58.33±3.06 ^b
30%	19.17±0.29 ^b	31.17±0.29 ^c	39.33±0.58 ^c	40.67±0.58 ^c	41.67±0.58 ^c

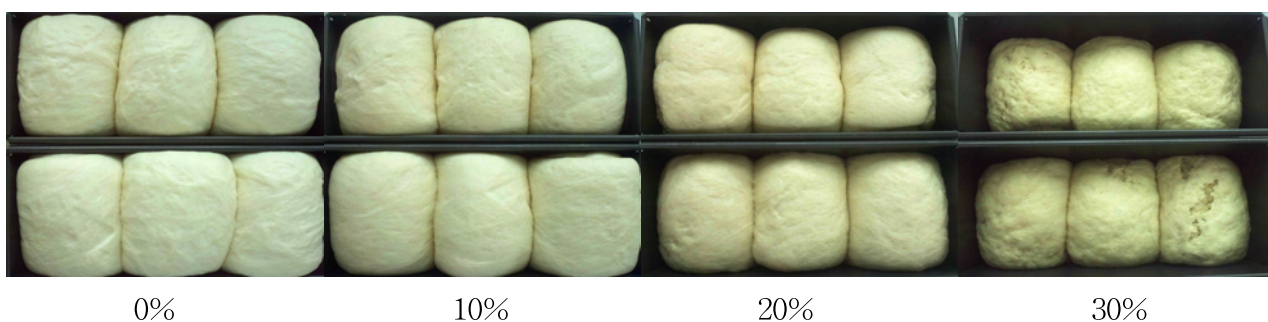


그림 8-19. 식빵 반죽의 발효 팽창력

(4) 식빵 반죽의 pH

녹색 WG찰쌀보리의 함량이 높은 반죽일수록 pH는 증가하였는데, 이는 빵반죽에 사용된 강력분 밀가루(pH 5.89)와 녹색 WG찰쌀보리가루(pH 6.11)의 고유 pH의 영향을 받은 것으로 사료된다. 또한, 식빵반죽은 발효가 진행될수록 pH는 감소하여, 2차 발효 후에는 대조군이 5.31, 30% 첨가군은 5.5의 pH를 나타내었다(그림 20). 이는 보릿가루를 함유한 반죽은 밀가루 반죽보다 pH가 높다는 보고와 유사하다는 것을 알 수 있다(Whang 등 2006).

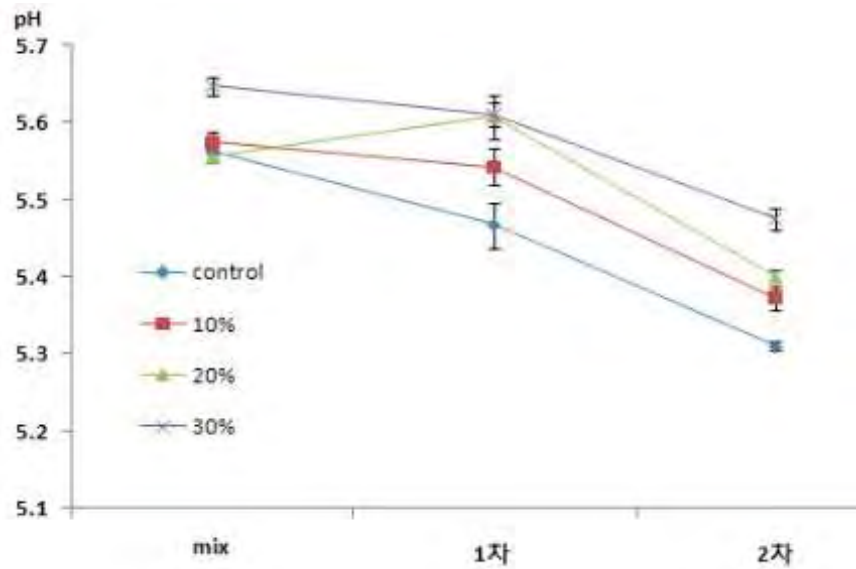


그림 8-20. 식빵 반죽의 pH

(5) 식빵반죽의 색도

식빵반죽의 명도(L값)는 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 높을수록 유의적으로 감소하여 ($p < 0.05$), 어두운 색을 보이는 것으로 나타났다(표 8-62). 반죽의 a값은 대조군이 -2.87, 첨가군은 -3.5~-3.63으로, 녹색 WG찰쌀보리 첨가 시 녹색의 강도가 증가하여 첨가군과 대조군간의 유의적인 차이를 보였지만($p < 0.05$), 첨가량의 증가에 따른 변화는 나타나지 않았다 ($p < 0.05$). 반죽의 b값인 황색도는 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 높을수록 유의적으로 값이 증가하였다 ($p < 0.05$).

표 8-62. 반죽의 색도

녹색 WG찰쌀보리 함량 (%)	L	a	b	ΔE
0	82.41±0.47 ^a	-2.87±0.08 ^a	15.83±0.63 ^d	0
10	78.78±0.65 ^b	-3.63±0.31 ^b	18.51±0.91 ^c	4.57
20	77.07±0.41 ^c	-3.54±0.15 ^b	19.26±0.26 ^b	6.38
30	73.51±0.56 ^d	-3.54±0.09 ^b	22.38±0.43 ^a	11.08

Values are expressed as the mean ± standard deviation

^{a-d}Means within the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

(6) 식빵 반죽의 물리적 특성

식빵반죽의 제조과정 중 mixing 후, 1차 발효 후, 2차 발효 후의 물리적 특성을 rheometer를 이용하여 분석하였다(표 8-63). 반죽의 경도는 녹색 WG찰쌀보리의 함유량이 증가됨에 따라 값이 증가되었고($p < 0.05$), 발효가 진행될수록 감소하는 경향을 보였다. 반죽의 탄력성은 mixing 후 대조군의 탄력성이 다른 첨가군들에 비해 높았지만, 1차와 2차 발효 후에는 유의차를 보이지 않았다($p > 0.05$). 반죽의 부착성은 녹색 WG찰쌀보리의 첨가량이 많을수록 증가되었고, 발효가 진행될수록 감소되었다. 반죽의 응집성은 mixing 후 첨가량이 많을수록 낮았지만, 발효가 진행되면서 2차 발효 후에는 대조군과 첨가군과의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 또한 반죽의 검성은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높은 값을 나타내었으나($p < 0.05$), 2차 발효 후에는 대조군과 첨가군들 간의 유의적인 차이를 보였고, 첨가량에 따른 점성의 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

표 8-63. 식빵 반죽의 물리적 특성

	녹색 WG찰쌀보리 함량 (%)	After mixing	After 1 st fermentation	After 2 nd fermentation
Springiness (탄력성)	0	118.3±14.61 ^a	94.37±2.00 ^a	41.63±2.62 ^b
	10	110.66±7.18 ^{ab}	83.66±7.96 ^a	49.85±3.70 ^a
	20	99.28±4.85 ^b	93.74±4.37 ^a	46.86±5.53 ^{ab}
	30	99.92±3.62 ^b	85.64±9.14 ^a	46.54±2.80 ^{ab}
Hardness (경도, g)	0	114.42±16.15 ^d	76.49±3.29 ^d	32.86±5.25 ^c
	10	170.47±10.49 ^c	124.23±12.21 ^c	46.86±1.72 ^b
	20	246.65±3.79 ^b	152.74±2.02 ^b	50.85±4.63 ^b
	30	327.05±15.54 ^a	246.21±33.77 ^a	67.28±9.69 ^a
Gumminess (검성)	0	226.85±40.68 ^c	137.19±4.76 ^c	21.67±0.36 ^b
	10	312.15±7.63 ^b	191.47±24.76 ^b	37.71±1.49 ^a
	20	364.11±21.49 ^b	262.01±12.30 ^a	36.07±6.64 ^a
	30	458.79±27.95 ^a	246.21±33.77 ^a	46.55±8.36 ^a
Cohesiveness (응집성)	0	94.11±11.09 ^a	86.13±1.08 ^a	35.32±2.93 ^a
	10	90.50±2.42 ^a	72.92±5.34 ^{ab}	41.72±3.69 ^a
	20	71.18±4.44 ^b	81.48±4.07 ^{bc}	35.54±6.24 ^a
	30	67.36±3.04 ^b	65.82±7.30 ^c	34.97±3.15 ^a
Adhesiveness (부착성, g)	0	-60.00±5.57 ^a	-45.33±3.06 ^a	-4.33±1.53 ^a
	10	-89.33±10.41 ^b	-53.00±12.49 ^a	-6.33±3.21 ^a
	20	-149.33±7.81 ^c	-81.67±5.69 ^b	-12.00±8.72 ^a
	30	-222.33±6.51 ^d	-107.00±16.09 ^c	-24.33±8.33 ^b

Values are expressed as the mean ± standard deviation

^{a-d}Means within the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

13. 녹색 WG찰쌀보리를 첨가한 식빵의 품질 특성평가

(1) 식빵의 굽기 손실율

녹색 WG찰쌀보리 함량이 많은 식빵일수록 굽기손실율이 감소하는 경향이 있었지만, 대조군과 첨가군들 간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다($p>0.05$)

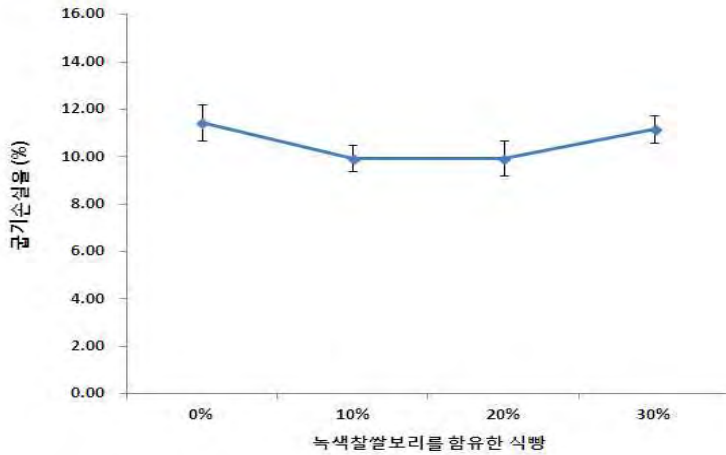


그림 8-21. 식빵의 굽기 손실율

(2) 식빵의 수분활성도

식빵제조 시 녹색 WG찰쌀보리 함량이 증가할수록 수분활성도는 감소하는 경향을 나타내었다(표 8-64). 강력분 밀가루만을 함유하는 대조군의 식빵의 수분활성도는 10%의 녹색 WG찰쌀보리를 함유한 식빵과는 유의적인 차이는 없었지만($p>0.05$), 20%와 30%를 첨가한 식빵과는 수분활성도에서 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$).

표 8-64. 녹색 WG찰쌀보리 첨가량에 따른 식빵의 수분활성도

	0%	10%	20%	30%
aw	0.943±0.007 ^a	0.938±0.007 ^{ab}	0.931±0.007 ^{bc}	0.926±0.002 ^c

(3) 식빵의 비용적

식빵의 비용적은 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 높을수록 유의적으로 감소하는 것으로 분석되었다(그림 8-22)($p>0.05$). Hwang YH 등의 보고에 따르면 쌀보리가루(barley flour)는 강력분 밀가루(wheat flour)보다 수분함량이 작고 약 3배의 식이섬유(7.6%)를 함유하는데 그중 불용성식이섬유가 4.1%, 수용성 식이섬유가 3.5%를 차지한다(2006). 식이섬유는 제빵 시 식빵의 부피를 감소시키고 경도를 증가시키는데, 특히 불용성식이섬유의 함량이 많으면 반죽의 글루텐 matrix를 약화시키고, 전분이 호화될 때 필요한 수분을 부족하게 하여 오븐에서 굽기 과정 시 불충분한 호화를 초래하여 부피의 감소를 초래할 수 있다. 식빵의 높이를 비교한 그림 8-23에서 보듯이 녹색WG찰쌀보리의 함량이 많은 식빵일수록 높이는 작아지고, 부피는 줄어드는 것으로 관찰되었다.

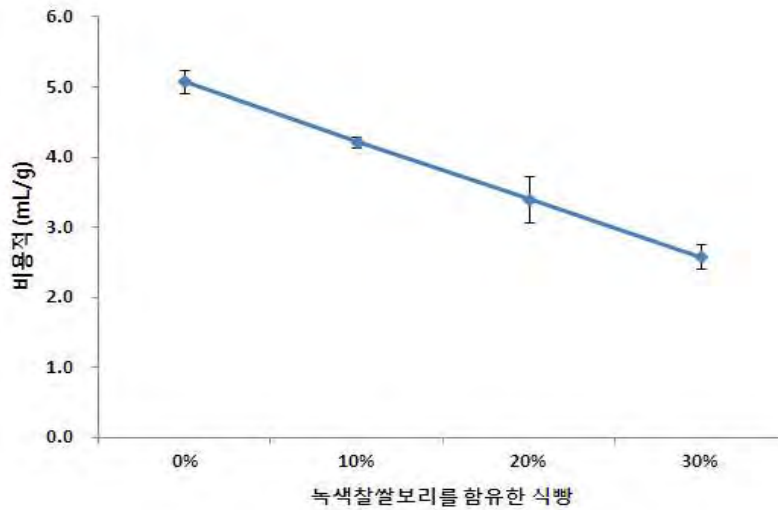
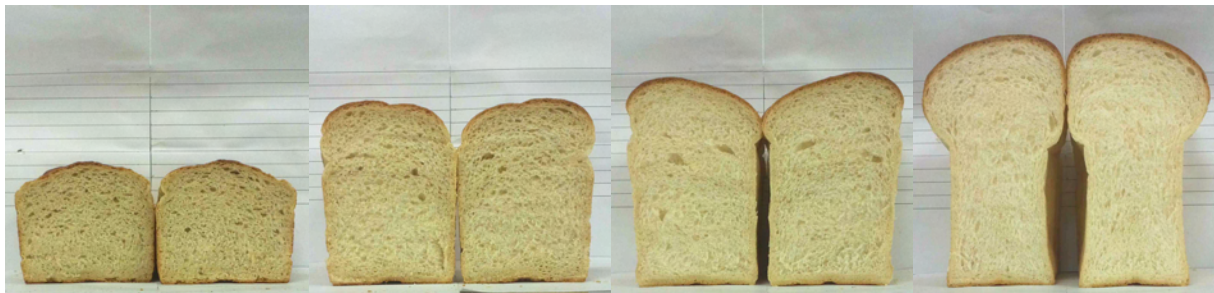


그림 8-22. 식빵의 비용적



30% 7.7cm

20% 10.1cm

10% 12.8cm

0% 15.3cm

그림 8-23. 식빵 높이 비교

(4) 식빵의 색도

식빵의 L값은 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 높을수록 유의적으로 낮아져($p < 0.05$), 명도가 어두워지는 것으로 나타났다(표 8-65). 식빵의 녹색(-a값)은 대조군과 첨가군들 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나($p > 0.05$), 반면 식빵의 황색(b값)은 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 많을수록 그 강도가 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 특히, 녹색 WG찰쌀보리 10%와 20% 함유한 식빵의 녹색과 황색은 유의적인 차이가 없었지만($p > 0.05$), 30%첨가 시 유의적으로 황색도가 증가한 것으로 분석되었다($p < 0.05$).

표 8-65. 식빵의 색도

녹색 WG찰쌀보리함량 (%)	L	a	b	ΔE
0	87.98±0.05 ^a	-1.94±0.30 ^a	11.99±0.17 ^c	0
10	86.39±0.10 ^b	-2.01±0.16 ^a	12.73±0.16 ^b	1.76
20	85.34±0.11 ^c	-1.94±0.30 ^a	12.87±0.14 ^b	2.78
30	84.25±0.10 ^d	-1.70±0.39 ^a	13.19±0.13 ^a	3.92

(5) 식빵의 pH

식빵 제조 당일의 pH의 경우 녹색 WG찰쌀보리가루 첨가군이 대조군보다 유의적으로 높은 값을 보였지만 첨가군들 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다(표 8-66)($p>0.05$). 이는 녹색 WG찰쌀보리 자체의 pH(6.11)가 강력분 밀가루(pH 5.89)보다 높았기 때문인 것으로 사료된다. 반면, 20°C와 4°C에서 2일 간 저장할 경우 대조군 식빵의 pH가 첨가군 식빵보다 높은 pH를 보였다($p<0.05$).

표 8-66. 식빵의 pH

	녹색 WG찰쌀보리가루의 함량 (%)			
	0%	10%	20%	30%
Day 0	5.51±0.01 ^b	5.60±0.01 ^a	5.59±0.02 ^a	5.61±0.01 ^a
Day 2 at 4°C	6.10±0.10 ^a	6.02±0.03 ^{ab}	6.01±0.04 ^b	6.00±0.03 ^b
Day 2 at 20°C	6.19±0.13 ^a	5.89±0.02 ^b	5.91±0.02 ^b	5.90±0.02 ^b

(6) 식빵의 조직감

식빵의 탄력성(springiness)은 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 많을수록 감소하였고, 저장기간이 길어질수록 증가하는 것으로 나타났다(표 8-67). 반면, 식빵의 경도(hardness)는 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 저장기간이 길어지고, 저장온도가 낮을수록 경도가 증가하는 것으로 분석되었다. 식빵의 응집력(cohesiveness)은 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 많을수록 감소하였고, 낮은 온도에서 저장기간이 길어질수록 응집력은 감소하는 것으로 확인되었다.

표 8-67. 식빵의 물성

Day	Temperature	Content(%)	Springiness	Cohesiveness	Hardness
0 day		0	68.11±4.50 ^b	52.11±8.12 ^{ab}	82.79±6.28 ^b
		10	77.15±4.84 ^a	57.83±4.00 ^a	82.92±13.41 ^b
		20	64.36±6.86 ^{bc}	52.79±2.66 ^{ab}	93.89±17.7 ^b
		30	57.29±0.32 ^c	46.77±3.09 ^b	229.46±4.06 ^a
2 day	4°C	0	88.03±3.68 ^a	47.75±2.55 ^b	136.44±52.97 ^c
		10	82.84±3.45 ^a	55.60±2.97 ^a	118.30±31.13 ^c
		20	74.56±4.32 ^b	48.22±7.65 ^b	233.39±51.98 ^b
		30	57.14±4.86 ^c	41.02±2.60 ^b	312.82±50.48 ^a
	20°C	0	89.63±2.43 ^a	47.61±1.06 ^c	134.92±15.82 ^b
		10	80.94±1.17 ^b	62.91±1.43 ^a	113.62±28.34 ^b
		20	76.84±6.80 ^b	53.07±4.52 ^b	147.90±29.70 ^b
		30	64.02±3.32 ^c	47.58±2.09 ^c	256.42±38.04 ^a
4 day	4°C	0	113.21±46.41 ^a	45.17±3.66 ^a	144.41±27.01 ^b
		10	91.50±1.43 ^{ab}	50.52±4.72 ^a	138.53±38.85 ^b
		20	73.74±6.89 ^{bc}	44.95±4.12 ^a	274.6±39.10 ^a
		30	55.63±5.43 ^c	41.90±7.84 ^a	353.25±109.06 ^a
	20°C	0	90.87±2.51 ^a	54.98±6.84 ^a	140.08±27.34 ^c
		10	84.80±2.53 ^b	53.91±6.52 ^a	136.75±14.04 ^c
		20	75.88±2.47 ^c	50.98±4.06 ^a	218.17±52.20 ^b
		30	64.20±5.83 ^d	51.59±10.19 ^a	368.77±29.36 ^a

(7) XRD를 이용한 식빵의 노화도 측정

녹색 WG찰쌀보리를 첨가한 식빵의 노화도를 조사하기 위하여 측정한 XRD결과를 아래의 그림 8-24에 나타내었다. 신선한 식빵(제조 후 1시간, Day 0)은 회절각도 (2θ) 20° 근처의 peak를 나타내어 무정형의 V-type 전분 형태를 나타내고 있다. 특히 이것은 지방산(fatty acids)과 complexing 하는 amylose를 나타내고 있다(Semin OO 등, 2009). 반면, 식빵의 저장기간이 길수록 (Day 2 or Day 4) B-type을 나타내는 새로운 peak가 17-18°에서 관찰되어 저장 기간 중 전분의 노화로 인한 결정이 생성되었음을 알 수 있다. 이 peak는 저장온도가 낮을 때, 즉 24°C 보다 4°C 저장할 때 강한 peak를 나타냈었으며, 본 연구에서 제조된 식빵은 오래 보관될수록 (즉 2일 보다는 4일 저장), 녹색 WG찰쌀보리의 함량이 적을수록 강한 peak가 관측되어 전분의 노화가 촉진되는 것으로 분석되었다.

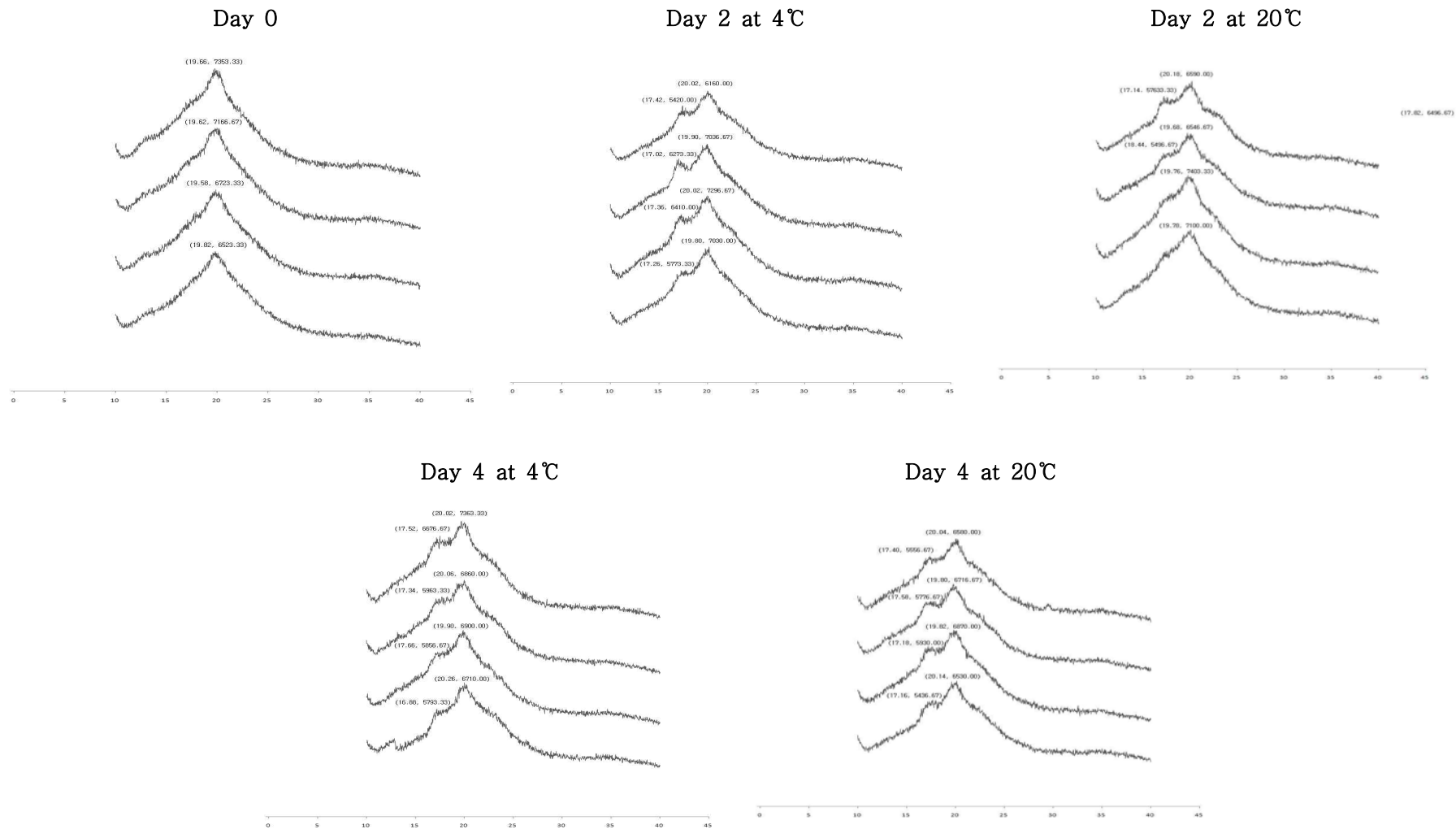


그림 8-24. XRD를 이용한 식빵의 노화도 측정

(8) 식빵의 호화 및 노화 특성

식빵 전분입자의 구조 파괴점도 (breakdown viscosity)는 대조군이 첨가군들보다 유의적으로 높았으며($p < 0.05$), 호화개시온도(pasting temperature)는 대조군과 첨가군들간의 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 호화개시온도는 온도가 높게 측정될수록 호화가 지연되는 것을 의미하는데, Ryu CH (1999)에 의하면 찰쌀보리가루 첨가 시 호화가 늦게 시작되었다고 보고한 것과는 다르게 호화개시온도는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 노화점도(set-back viscosity)는 최종점도-최저점도로서 냉각으로 인한 노화경향을 나타내는데 그 값이 클수록 노화가 쉽게 일어남을 의미한다. 본 연구에서 대조군 식빵의 노화점도가 가장 높고, 녹색 WG찰쌀보리의 함유량이 증가될수록 유의적으로 감소하는 경향($p < 0.05$)을 나타내어 녹색 WG찰쌀보리의 함유량이 높을수록 노화가 지연되는 것으로 나타났다(표 8-68).

표 8-68. 식빵의 노화특성

	녹색 WG찰쌀보리가루의 함량 (%)			
	0%	10%	20%	30%
Breakdown viscosity	111.5±7.78 ^a	55.5±4.95 ^c	50±4.24 ^c	94±4.24 ^b
Set-back viscosity	574±15.56 ^a	450±12.73 ^b	356.5±2.12 ^c	299.5±10.61 ^d
Pasting Temp.	94.9±0.28 ^a	94.93±0.32 ^a	94.58±1.10 ^a	94.58±1.11 ^a

(9) 식빵의 관능적 특성

식빵의 맛, 향, 조직감, 색, 전체적 기호도의 특성을 매우 나쁨을 1점, 매우 좋음을 7점으로 평가하도록 하였다. 식빵의 맛, 향, 조직감은 대조군, 10%와 20% 첨가군들 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았고($p < 0.05$), 30% 첨가군에서 유의적으로 가장 낮은 점수를 받았다($p < 0.05$). 맛의 특성에서는 녹색 WG찰쌀보리 10% 첨가된 식빵이 가장 높은 점수를 받았지만 유의적인 차이는 보이지 않았고($p < 0.05$), 전체적인 기호도면에서 10%첨가된 식빵이 대조군과 유사한 점수를 받았다($p < 0.05$). 관능검사 결과, 녹색 WG찰쌀보리 10%첨가 식빵은 아래의 관능특성에서 밀가루로 제조한 식빵과 모두 유사한 것으로 분석되었다(표 8-69).

표 8-69. 녹색 WG찰쌀보리를 함유하는 식빵의 함량에 따른 관능평가

관능특성	녹색 WG찰쌀보리가루의 함량 (%)			
	0%	10%	20%	30%
맛	4.68±1.29 ^a	4.89±1.24 ^a	4.26±0.99 ^a	3.32±1.25 ^b
향	4.47±1.50 ^a	4.37±1.2 ^a	4.11±1.41 ^a	3.68±1.11 ^a
조직감	5.00±1.25 ^a	4.63±1.42 ^{ab}	4.32±1.06 ^{ab}	3.89±1.10 ^b
색	5.68±1.16 ^a	5.00±1.05 ^{ab}	4.32±1.16 ^b	3.37±0.83 ^c
전체적 기호도	5.03±1.03 ^a	4.63±1.21 ^{ab}	4.16±1.17 ^{bc}	3.58±1.12 ^c

Values are expressed as the mean ± standard deviation

^{a-d}Means within the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

14. 녹색 WG쌀과 녹색 WG찰쌀보리로 만든 미숫가루 (선식)의 조리 적성 평가

(1) 미숫가루 제조

현미	녹색쌀	찰보리	녹색 WG찰쌀보리
			
현미 미숫가루	녹색WG쌀 미숫가루	찰보리 미숫가루	녹색WG찰쌀보리 미숫가루
			
현미 미숫가루	녹색 WG쌀 미숫가루	찰보리 미숫가루	녹색 WG찰쌀보리 미숫가루
			
현미 미숫가루	녹색 WG쌀 미숫가루	찰보리 미숫가루	녹색 WG찰쌀보리 미숫가루
			

그림 8-25. 미숫가루 제조

(2) 미숫가루의 수분흡수지수 (WAI)

미숫가루의 가공 적성 비교를 위해 미숫가루를 물에 혼합하였을 때의 수분흡수지수를 측정하였다. WAI는 녹색 WG쌀 미숫가루에서 유의적으로 가장 높았으며($p < 0.05$), 현미미숫가루가 가장 낮았다($p < 0.05$). 이 결과는 미숫가루에 우유를 혼합하였을 때의 점도에 영향을 주어 현미미숫가루보다 다른 미숫가루들의 점도가 높아지는 결과를 나타내었다(표 8-70).

표 8-70. 미숫가루의 수분 흡수 지수

재료명	WAI
현미 미숫가루	4.5681±0.2174 ^d
녹색WG쌀 미숫가루	8.7139±0.0550 ^a
찰보리 미숫가루	7.1696±0.0027 ^c
녹색WG찰쌀보리 미숫가루	7.5251±0.0246 ^b

(3) 미숫가루의 호화특성

호화개시온도는 녹색 WG쌀 미숫가루가 유의적으로 가장 낮았으며($p < 0.05$), 현미미숫가루는 측정이 불가능하였다. 최고점도에 이르는 시간은 녹색 WG쌀 미숫가루가 가장 빠르고(2.6분), 그 다음으로 녹색 WG찰쌀보리 미숫가루가 4.04분에 도달하는 것으로 분석되었다. 최고점도는 녹색 WG쌀 미숫가루가 가장 높았다(표 8-71).

표 8-71. 미숫가루의 호화 특성

	Peak time (최고점도에 이르는 시간/분)	Pasting Temp (호화개시온도)	Peak viscosity (최고점도)
현미미숫가루	6.77±0.05 ^b	Err	-253.5±2.12 ^b
녹색 WG쌀 미숫가루	2.60±0.10 ^d	57.78±0.04 ^b	2006.5±487.20 ^a
찰보리 미숫가루	6.97±0.05 ^a	61.9±5.52 ^b	1608.5±34.56 ^a
녹색 WG찰쌀보리 미숫가루	4.04±0.05 ^c	59.1±1.41 ^b	1370.0±15.56 ^a

(4) 미숫가루 관능평가

우유와 꿀을 넣어 제조한 미숫가루의 관능평가결과이다(표 8-72). 풋내는 녹색 WG쌀과 녹색 WG찰쌀보리 미숫가루에서 유의적으로 높았으며, 고소한 맛은 현미미숫가루가 가장 높은 점수를 받았다. 종합적 기호도면에서 현미로 만든 미숫가루가 가장 높은 점수를 받았고, 다음으로 찰보리, 녹색 WG쌀, 녹색 WG찰쌀보리 미숫가루로 나타났다. 관능검사결과, 현미미숫가루는 수분흡수지수와 점도가 낮았으며, 고소한 맛과 낮은 풋내, 종합적인 기호도가 높은 미숫가루였으며, 녹색WG쌀과 녹색 WG찰쌀보리 미숫가루는 그 반대의 점수를 받아, 미숫가루의 조리적 성을 높이기 위해서는 현미를 비롯한 다른 곡물 미숫가루를 혼합하여 제조하는 것이 바람직하다고 사료된다.

표 8-72. 미숫가루의 관능 평가

	현미	녹색 WG쌀	찰보리	녹색 WG찰쌀보리
고소한 맛	6.17±0.93 ^a	3.30±1.63 ^c	5.08±1.44 ^b	3.00±1.31 ^c
푹내	1.78±0.95 ^c	5.26±1.21 ^a	3.26±1.45 ^b	5.00±1.70 ^a
색	4.78±1.80 ^a	4.47±1.08 ^a	4.65±1.26 ^a	4.50±1.34 ^a
종합적 기호도	6.30±0.87 ^a	3.30±1.32 ^c	5.00±1.34 ^b	2.91±1.41 ^c

15. 녹색 WG밀가루를 이용한 피자 제조

(1) 녹색 WG밀가루 20%첨가 피자 도우 비교

녹색밀가루를 20%첨가하여 피자 도우를 제조하였을 때 대조군보다 녹색을 띠며, 발효 후에도 대조군보다 부피가 증가되지 않은 것으로 그림 8-26에 나타났다.

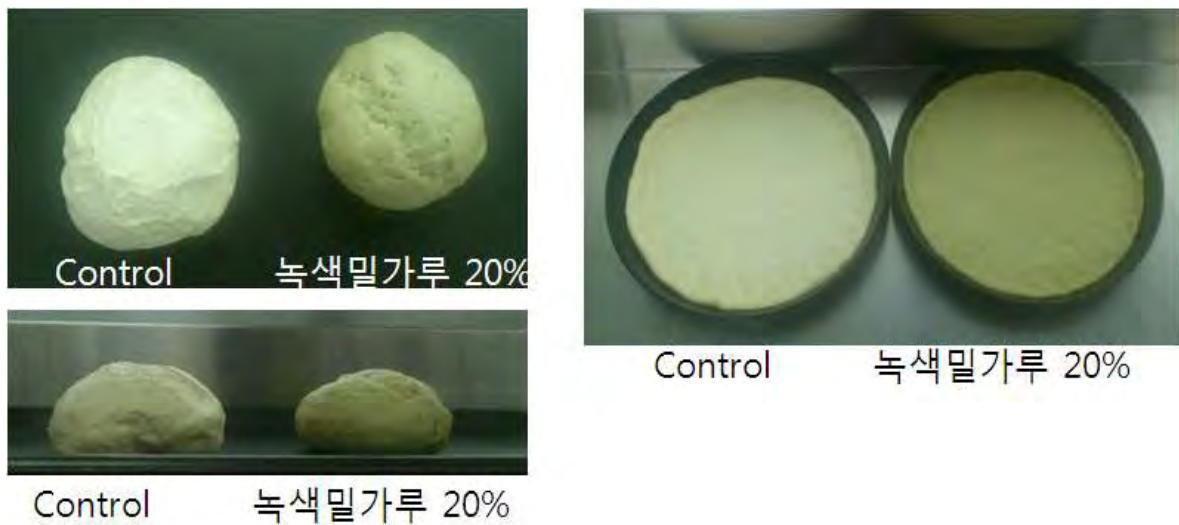


그림 8-26. 강력분 밀가루와 녹색 밀가루로 반죽 피자 도우

(2) 녹색 WG밀가루 20%첨가 피자비교

좌측은 밀가루로 만든 피자, 우측은 녹색 WG밀가루로 만든 피자를 찍은 사진이다. 녹색 WG밀가루 20%를 첨가피자는 대조군보다 두께가 얇고, 응집성과 경도가 높은 조직감을 나타내었다(그림 27).



그림 8-27. 밀가루 피자과 녹색 WG밀가루 피자 비교

본 연구를 통하여 녹색 WG(밀, 보리, 쌀)을 이용한 다양한 가공식품들(제빵류, 포장 밥, 떡류, 선식류, 등)을 개발할 수 있었다. 이들 연구는 녹색 WG의 생리활성 성분을 최대한 활용한 기능성 식품 개발 및 녹색WG의 이용 증대에 기여하며, 이로 인한 국민의 소비 만족도를 증진시킬 것으로 사료된다.

IX. 녹색 whole grain과 우유를 이용한 가공식품 개발

1. 녹색 WG의 엘러지 저해인자 기능 평가

(1) 녹색 WG쌀, 녹원 찰 현미의 전기영동 양상

그림 9-1은 녹색 WG뿔쌀 수용성, 녹색 WG뿔쌀 10% NaCl, 녹색 WG뿔쌀 0.2% NaOH, 녹원 찰 현미 수용성, 녹원 찰 현미 10% NaCl, 녹원 찰 현미 0.2% NaOH를 각각 처리하여 추출한 단백질의 전기영동 양상으로 0.2% NaOH 처리시에 단백질이 가장 많은 양이 추출된 것을 알 수 있었다. 또한 녹색 WG뿔쌀과 녹원찰현미의 단백질의 종류는 거의 같은 양상으로 나타났다.

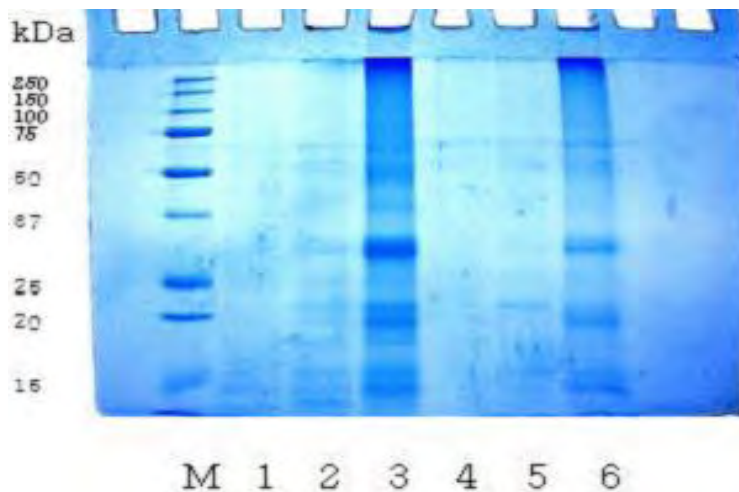


그림 9-1. 녹색 WG뿔쌀, 녹원 찰 현미의 전기영동 양상

M . Standard Marker

1. 녹색 WG뿔쌀 수용성구 2. 녹색 WG뿔쌀 10% NaCl 3. 녹색WG뿔쌀 0.2% NaOH 4. 녹원찰 현미 수용성구 5. 녹원찰현미 10% NaCl 6. 녹원찰현미 0.2% NaOH

(2) 녹색 WG보리, 녹색 WG밀(조품)의 전기영동 양상

그림 9-2는 녹색 WG보리 수용성, 녹색 WG보리 10% NaCl, 녹색 WG보리 0.2% NaOH, 녹원밀(조품) 수용성, 녹원밀(조품) 10% NaCl, 녹원밀(조품) 0.2% NaOH를 각각 처리하여 추출한 단백질의 전기영동 양상으로 그림 1에서와 같이 0.2% NaOH 처리시에 단백질이 가장 많은 양이 추출된 것을 알 수 있었다. 또한 녹색 WG보리와 녹원밀조품의 단백질의 종류는 다른 양상으로 나타났다.

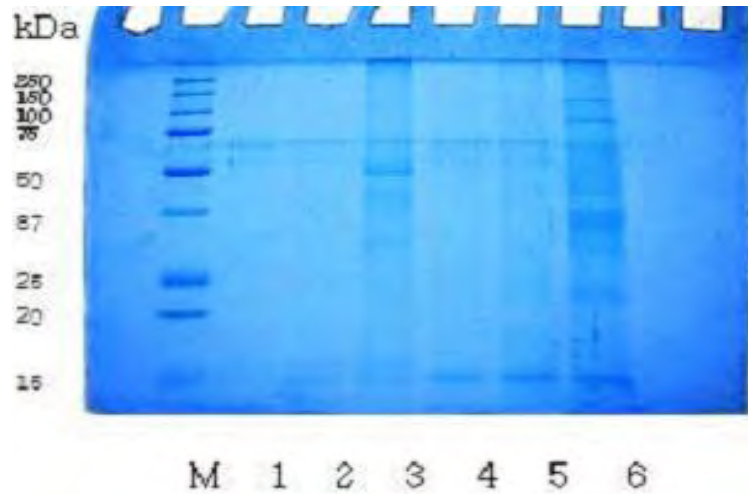


그림 9-2. 녹색 WG보리, 녹색 WG밀(조품)의 전기영동 양상

M . Standard let-161-0373

1. 녹색 WG보리 수용성구 2. 녹색 WG보리 10% NaCl 3. 녹색 WG보리 0.2% NaOH 4. 녹원밀 (조품) 수용성구 5. 녹원밀(조품) 10% NaCl 6. 녹원밀(조품) 0.2% NaOH

(3) RBL-2H3 세포의 탈과립 형태

그림 9-3은 RBL-2H3 세포에 항원으로 DNP-HSA를 처리하고 면역증강물질인 P10을 처리 하여 RBL-2H3 세포가 활성화되어 탈과립이 일어나는 양상을 나타내는 것이다. 항원과 P10을 처리하지 않은 경우는 세포의 크기 즉, 과립이 작지만 항원과 P10 모두 처리하였을 경우에는 과립이 커져서 탈과립이 일어난다.

WG단백질 성분 중 이러한 탈과립이 일어나는 것을 저해하는 저해인자기능이 있는지 조사하였 다.

RBL-2H3 (rat mast cell)

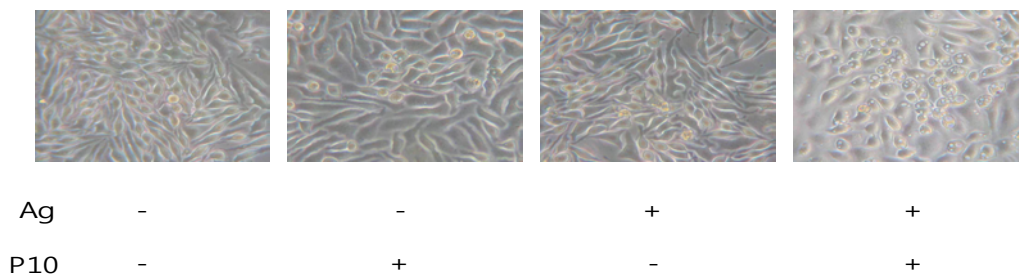


그림 9-3. RBL-2H3 세포의 탈과립 양상

탈과립 저해인자로써의 기능을 확인하기 위해서 엘러지 관련 사이토카인인 IL-4 와 TNF- α 의 발현을 RT-PCR로 분석하였다. WG을 처리 후 세포로부터 RNA를 추출하여 RT-PCR를 수행하였다. 그 결과는 그림 9-5에 나탄 바와 같이 IL-4 와 TNF- α 의 발현이 각 처리구에서 모두 발현이 되었음을 알 수 있었다. 이는 그림 9-3에서 탈과립 저해 정도를 나타낸 결과와 같이 저해 기능이 없는 것으로 나타남으로써 WG단백질이 엘러지 저해 인자로써의 기능은 없는 것으로 사료된다.

2. 녹색 WG를 이용한 발효유 제조

(1) WG 분말 첨가량에 따른 액상발효유의 특성

발효유에 대한 WG 분말의 최적의 첨가율을 시험하기 위하여, 각각의 WG 분말을 2, 4, 6%를 첨가하여 발효유를 제조하였으며, 각각 4, 8, 12, 16, 20, 24시간에 따라 pH, 유산균수, 점도, 관능검사를 시험하였다.

가. 녹색 WG보리 첨가 액상발효유

녹색 WG보리 분말을 2, 4, 6% 첨가하여 제조한 액상발효유의 발효과정 중 pH 특성은 표 9-1과 같다. 유산균이 발효함에 따른 유산생성으로 발효유의 pH가 저하되어 발효유의 최적 pH가 약 4.5로서 녹색 WG보리 분말을 첨가한 발효유의 pH는 배양 12시간째에 4.42~4.53으로서 유사한 산생성 능력을 나타내었다. 발효과정 중 유산균수의 변화는 table 2와 같으며, 표 1의 pH 결과와 같이 발효 12시간에 $3.05 \times 10^8 \sim 3.99 \times 10^8$ cfu/ml로서 유사한 유산균수가 나타났다. 그러나 발효유의 점도는 배양 12시간에 대조구가 660 centipoise인 반면에 녹색 WG보리 분말을 첨가한 발효유는 840~880 centipoise로서 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 이와 같이 분말첨가에 따른 점도의 높은 값은 분말이 첨가된 것에 의한 고형분량의 증가에 의한 것으로 생각된다. 그러나 배양 12시간 이후에는 대조구가 계속 증가하는 반면 녹색 WG보리분말 6% 첨가구를 제외한 2, 4% 첨가구는 계속 유사한 점도 값을 유지하였다. 관능검사 결과는 표 9-4와 같으며, 모든 첨가구보다 대조구가 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 보리의 발효과정에서 특유의 향취가 발생하여 첨가량이 높을수록 기호도가 낮은 것으로 나타났다.

표 9-1. Changes of pH during fermentation of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG보리)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	6.72	6.17	4.73	4.42	4.27	4.44	4.13
2	6.68	6.01	4.82	4.49	4.36	4.32	4.18
4	6.66	5.75	4.69	4.51	4.38	4.26	4.21
6	6.63	5.67	4.74	4.53	4.42	4.21	4.25

표 9-2. Changes of viable cell count during fermentation of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG보리)

(unit: cfu/ml)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	7.55×10^6	3.45×10^8	4.3×10^8	3.99×10^8	4.43×10^8	2.22×10^8	4.77×10^8
2	8.55×10^6	2.47×10^8	3.09×10^8	3.05×10^8	3.4×10^8	3.17×10^8	4.98×10^8
4	6.85×10^6	2.46×10^8	2.91×10^8	3.25×10^8	3.20×10^8	3.18×10^8	3.69×10^8
6	8.0×10^6	2.47×10^8	2.92×10^8	3.13×10^8	3.31×10^8	3.58×10^8	3.8×10^8

표 9-3. Viscosity of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG보리)

(unit: cP)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	6	18	630	660	770	810	1,120
2	12	22	720	860	910	950	960
4	48	80	740	840	950	960	940
6	86	262	610	880	1,140	1,120	1,180

표 9-4. Sensory evaluation of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG보리)

Treatments of Yogurt	Color	Flavor	Sweet and sour taste	Texture	Overall acceptability
0	$3.90 \pm 0.46^*$	3.80 ± 0.41	3.10 ± 0.57	3.20 ± 0.49	3.30 ± 0.55
2	3.50 ± 0.33	2.80 ± 0.66	2.60 ± 0.66	2.30 ± 0.56	2.80 ± 0.65
4	2.20 ± 0.62	2.05 ± 1.42	2.35 ± 0.78	1.75 ± 0.27	2.13 ± 0.48
6	1.83 ± 0.53	1.82 ± 0.51	2.05 ± 0.27	2.95 ± 0.38	1.82 ± 0.38

* means±S.D.

나. 녹원찰현미 첨가 액상발효유

녹원찰현미 분말을 2, 4, 6% 첨가여 제조한 액상발효유의 발효과정 중 pH 특성은 표 9-5와 같다. 녹원찰현미 분말을 첨가한 발효유의 pH는 배양 16시간째에 4.45~4.51으로서 대조구가 배양 20시간째에 4.53인 것에 비하여 녹원찰현미가 첨가됨에 따라 유산균의 산생성 능력이 높은 것으로 나타났다. 발효과정 중 유산균수의 변화는 9-6과 같으며, 표 9-6과 같이 발효 12시

간 이후 최대의 유산균수가 나타났으며 대조구의 경우 배양 16시간 이후 정체되거나 감소하는 경향을 보인 반면, 녹원찰현미를 첨가한 처리구에서는 배양 20시간 이후에도 대조구에 비하여 월등한 균수를 계속 유지하고 있어 녹원찰현미의 첨가가 유산균수의 성장과 유지에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 표 9-7의 발효유의 점도는 배양 12시간에 대조구가 320 centipoise인 반면에 녹원찰현미 분말을 첨가한 발효유는 640~965 centipoise로서 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 이와 같이 분말첨가에 따른 점도의 높은 값은 분말이 첨가된 것에 의한 고형분량의 증가에 의한 것으로 생각된다. 관능검사 결과는 9-8와 같으며, 모든 첨가구보다 대조구가 높은 값을 나타냈다. 이와 같은 결과는 보리의 발효과정에서 이상취를 나타내 첨가량이 높을수록 기호도가 낮은 것으로 나타났다.

표 9-5. Changes of pH during fermentation of yogurt added with whole grain powder(녹원찰현미)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	6.72	6.15	5.29	5.00	4.64	4.53	4.41
2	6.73	5.98	5.18	4.83	4.51	4.42	4.36
4	6.73	5.99	5.04	4.74	4.48	4.42	4.40
6	6.75	5.90	4.85	4.55	4.45	4.43	4.35

표 9-6. Changes of viable cell count during fermentation of yogurt added with whole grain powder(녹원찰현미) (unit: cfu/ml)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	4.90×10^6	1.29×10^8	1.83×10^8	3.75×10^8	1.15×10^8	1.30×10^8	8.60×10^7
2	4.02×10^6	1.70×10^8	2.14×10^8	1.65×10^9	7.85×10^8	6.30×10^8	7.80×10^8
4	3.58×10^6	1.73×10^8	2.46×10^8	9.30×10^8	4.75×10^8	8.20×10^8	3.20×10^8
6	3.32×10^6	1.76×10^8	2.28×10^8	6.70×10^8	6.00×10^8	6.50×10^8	3.60×10^8

표 9-7. Viscosity of yogurt added with whole grain powder(녹원찰현미)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	6	10	50	320	540	720	740
2	14	25	170	640	940	1,170	1,160
4	34	50	235	725	1,130	1,117	1,260
6	104	140	600	965	1,600	1,410	1,400

표 9=8. Sensory evaluation of yogurt added with whole grain powder(녹원찰현미)

Treatments of Yogurt	Color	Flavor	Sweet and sour taste	Texture	Overall acceptability
0	3.90±0.46*	3.80±0.41	3.10±0.57	3.20±0.49	3.30±0.55
2	3.52±0.63	3.14±0.43	3.05±0.60	3.07±0.43	2.95±0.47
4	2.25±0.43	2.23±1.64	2.32±0.55	2.03±0.88	2.22±0.39
6	1.62±0.45	1.83±0.52	1.85±0.35	2.23±0.54	1.52±0.28

* means±S.D.

다. 녹색 WG밀 첨가 액상발효유

녹색 WG밀 분말을 2, 4, 6% 첨가하여 제조한 액상발효유의 발효과정 중 pH 특성은 표 9-9와 같다. 녹색 WG밀 분말을 첨가한 발효유의 pH는 배양 12시간째에 4.37~4.53으로서 대조구와 처리구 모두 유사한 산생성이 되었으며, 표 10의 발효과정 중 유산균수의 변화는 발효 8시간에 최대 균수로 되었으며, 대조구와 유사한 균수를 보이고 있다. 표 9-11의 발효유의 점도는 배양 8시간에 이후 녹색 WG밀이 첨가될수록, 발효시간이 지날수록 높은 점도를 나타내었다. 이와 같이 분말첨가에 따른 점도의 높은 값은 분말이 첨가된 것에 의한 고형분량의 증가에 의한 것으로 생각된다. 관능검사 결과는 표 9-12와 같으며, 4%와 6%의 녹색 WG밀 첨가구에서 대조구에 비하여 조직감이 높은 것을 제외하고는 모든 첨가구보다 대조구가 높은 값을 나타냈다.

표 9-9. Changes of pH during fermentation of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG밀)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	6.68	6.13	4.76	4.37	4.29	4.22	4.37
2	6.62	5.75	4.72	4.49	4.42	4.33	4.22
4	6.59	5.94	4.74	4.51	4.49	4.44	4.16
6	6.54	5.68	4.81	4.53	4.45	4.37	4.13

표 9-10. Changes of viable cell count during fermentation of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG밀) (unit: cfu/ml)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	7.75×10 ⁶	2.85×10 ⁸	3.37×10 ⁸	3.46×10 ⁸	3.40×10 ⁸	3.65×10 ⁸	1.96×10 ⁸
2	6.85×10 ⁶	3.15×10 ⁸	2.98×10 ⁸	3.39×10 ⁸	3.55×10 ⁸	4.20×10 ⁸	3.26×10 ⁸
4	6.60×10 ⁶	2.08×10 ⁸	2.86×10 ⁸	2.77×10 ⁸	2.85×10 ⁸	3.6×10 ⁸	3.74×10 ⁸
6	8.55×10 ⁶	2.83×10 ⁸	3.49×10 ⁸	3.38×10 ⁸	3.25×10 ⁸	3.5×10 ⁸	4.54×10 ⁸

표 9-11. Viscosity of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG밀)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	3	8	145	520	600	800	920
2	9	12	225	720	1,000	1,580	1,920
4	60	84	480	1,320	1,440	2,480	2,920
6	80	100	2,040	2,200	3,500	4,800	3,300

표 9-12. Sensory evaluation of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG밀)

Treatments of Yogurt	Color	Flavor	Sweet and sour taste	Texture	Overall acceptability
0	3.90±0.46*	3.80±0.41	3.10±0.57	3.20±0.49	3.30±0.55
2	2.43±0.55	2.15±0.48	2.54±0.54	2.72±0.37	2.22±0.45
4	2.22±0.48	2.15±1.52	2.24±0.88	3.42±0.43	2.15±0.28
6	1.85±0.37	1.66±0.47	1.45±0.79	3.52±0.48	1.64±0.58

* means±S.D.

라. 녹색 WG뿔쌀현미 첨가 액상발효유

녹색 WG뿔쌀현미 분말을 2, 4, 6% 첨가여 제조한 액상발효유의 발효과정 중 pH 특성은 표 9-13와 같다. 녹색 WG뿔쌀현미 분말을 첨가한 발효유의 pH는 배양 20시간째에 4.50~4.52로서 대조구와 처리구 모두 유사한 산생성이 되었으며, 표 14의 발효과정 중 유산균수의 변화는 발효 4시간에 최대 균수가 되어 그 후 계속 거의 같은 균수로 유지되고 있다. 표 9-15의 발효유의 점도는 전체적으로 산생성이 늦은 만큼 대조구와 유사한 점도를 나타 나타내었다. 관능검사 결과는 표 9-16과 같으며, 다른 첨가구와는 다르게 2%의 녹색 WG뿔쌀현미 첨가구에서 대조구에 비하여 전체적인 기호도가 높은 값이 나타났다.

표 9-13. Changes of pH during fermentation of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG뿔쌀현미)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	6.87	6.01	5.33	4.89	4.54	4.43	4.42
2	6.79	5.67	5.32	4.88	4.62	4.50	4.52
4	6.79	5.62	5.19	4.84	4.58	4.55	4.46
6	6.78	5.59	5.06	4.81	4.59	4.52	4.45

표 9-14. Changes of viable cell count during fermentation of yogurt added with WG powder(녹색 WG뿔쌀현미)
(unit: cfu/ml)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	1.03×10^7	1.95×10^8	1.38×10^8	1.28×10^8	1.06×10^8	1.19×10^8	1.3×10^8
2	1.18×10^7	1.74×10^8	2.05×10^8	1.18×10^8	1.05×10^8	1.37×10^8	1.16×10^8
4	8.45×10^6	1.64×10^8	1.75×10^8	1.88×10^8	1.38×10^8	1.47×10^8	1.45×10^8
6	7.55×10^6	1.8×10^8	1.62×10^8	1.18×10^8	1.26×10^8	1.61×10^8	1.81×10^8

Table 9-15. Viscosity of yogurt added with whole grain powder(녹색 WG뿔쌀현미)

Yogurt add with WG powder(%)	Incubation time (hours)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	6	20	130	155	390	430	480
2	16	30	100	115	350	480	460
4	35	32	155	160	310	450	470
6	57	37	175	210	300	490	490

표 9-16. Sensory evaluation of yogurt added with whole grain powder (녹색 WG뿔쌀현미)

Treatments of Yogurt	Color	Flavor	Sweet and sour taste	Texture	Overall acceptability
0	$3.90 \pm 0.46^*$	3.80 ± 0.41	3.10 ± 0.57	3.20 ± 0.49	3.30 ± 0.55
2	4.05 ± 0.55	3.65 ± 0.37	3.88 ± 0.38	3.42 ± 0.55	3.72 ± 0.54
4	3.33 ± 0.49	2.55 ± 0.24	2.42 ± 0.49	2.63 ± 0.46	2.31 ± 0.38
6	2.24 ± 0.91	2.58 ± 0.29	2.46 ± 0.58	2.64 ± 0.73	2.35 ± 0.75

* means±S.D.

(2) WG 분말을 2% 첨가한 액상 및 호상 발효유의 특성

발효유에 대한 WG 분말의 최적의 첨가율을 2%로 하여 액상발효유와 호상발효유를 제조하였으며, 각각 4, 8, 12, 16, 20, 24시간에 따라 pH, 적정산도, 유산균수, 점도, 관능검사를 시험하였다. 발효유의 pH는 표 9-17과 같으며, 발효유의 pH4.5에 도달시간은 대조구가 발효 24시간째로서 가장 늦은 반면에 첨가구는 발효 16시간 이후에 4.5이하를 보이고 있다. 이에 따라 액상요구르트와 호상요구르트 모두에서 WG 분말 첨가구가 더 높은 산생성 능력을 예상되고 있으며, 표 9-18에서 적정산도가 같은 경향을 보이고 있어 WG의 첨가는 발효유의 산생성 능력을 보다 빠르게 하는 것으로 나타났다. 표 9-19의 발효과정 중 유산균수의 변화는 발효 4시간에 최대 균수가 되어 그 후 계속 거의 같은 균수로 유지되고 있다. 표 9-20의 발효유의 점도는 대조구에 비하여 모든 첨가구가 높은 점도를 나타내었다. 관능검사 결과는 표 9-21과 같으며, 대조구에 비하여 녹원찰현미와 녹색 WG뿔쌀현미를 첨가한 발효유가 유사하거나 높게 나타났다. 이상과 같은 시험결과를 종합하면, WG 종류에 따른 발효유의 제조는 대조구에 비하여 발효능력이 빠르고, 산생성이 높고, 유산균의 생성과 높은 균수를 유지하며, 특히 고형분의 첨가에 따른 점도가 높아짐에 따라 좋은 식감을 나타내고 있어 향후 제품화 될 경우 특유의 향취만 줄이면 좋은 발효유가 될 것으로 생각된다.

표 9-17. Changes of pH during fermentation of yogurt added with 2% whole grain powder

Treatments of Yogurt	Incubation Time(hrs)							
	0	4	8	12	16	20	24	
Drink Yogurt	Control	6.96	6.84	5.73	5.05	4.75	4.57	4.50
	B	6.96	6.83	4.96	4.64	4.47	4.37	4.30
	C	6.96	6.17	5.33	4.86	4.66	4.58	4.48
	D	6.96	5.95	4.92	4.62	4.50	4.42	4.33
	E	6.96	6.47	5.36	4.83	4.66	4.57	4.47
Set Yogurt	Control	6.90	6.78	5.74	5.20	4.95	4.78	4.67
	G	6.90	6.06	5.12	4.78	4.58	4.49	4.40
	H	6.90	6.31	5.42	5.05	4.85	4.74	4.63
	I	6.90	6.13	5.17	4.82	4.66	4.56	4.46
	J	6.90	6.31	5.45	5.10	4.88	4.73	4.56

B and G is yogurt added with 2% 녹색 WG보리,
 C and H is yogurt added with 2% 녹원찰현미,
 D and I is yogurt added with 2% 녹색 WG밀,
 E and J is yogurt added with 2% 녹색 WG뿔쌀현미

표 9-18. Changes of titratable acidity during fermentation of yogurt added with 2% whole grain powder
(unit:%)

Treatments of Yogurt		Incubation Time(hrs)						
		0	4	8	12	16	20	24
Drink Yogurt	Control	0.18	0.22	0.44	0.64	0.72	0.80	0.84
	B	0.18	0.40	0.66	0.85	0.90	0.94	0.98
	C	0.18	0.38	0.65	0.80	0.88	0.88	0.88
	D	0.18	0.48	0.80	0.90	0.92	0.96	1.04
	E	0.18	0.38	0.65	0.86	0.9	0.92	0.92
Set Yogurt	Control	0.26	0.40	0.65	0.86	0.96	1.06	1.06
	G	0.26	0.56	0.95	1.06	1.18	1.24	1.28
	H	0.26	0.52	0.80	1.00	1.06	1.10	1.14
	I	0.26	0.50	1.00	1.06	1.16	1.22	1.26
	J	0.26	0.48	0.90	0.96	1.04	1.12	1.18

B and G is yogurt added with 2% 녹색 WG보리,
 C and H is yogurt added with 2% 녹원찰현미,
 D and I is yogurt added with 2% 녹색 WG밀,
 E and J is yogurt added with 2% 녹색 WG뿔쌀현미

표 9-19. Changes of viable cell count during fermentation of yogurt added with 2% whole grain powder
(unit: cfu/ml)

Treatments of Yogurt		Incubation Time(hrs)						
		0	4	8	12	16	20	24
Drink Yogurt	Control	8.32×10^6	2.40×10^8	2.60×10^8	2.80×10^8	2.96×10^8	3.00×10^8	3.40×10^8
	B		2.13×10^8	2.20×10^8	2.20×10^8	2.50×10^8	2.90×10^8	3.10×10^8
	C		2.12×10^8	2.30×10^8	2.40×10^8	2.46×10^8	2.60×10^8	2.80×10^8
	D		1.23×10^8	1.80×10^8	2.35×10^8	2.66×10^8	2.90×10^8	3.50×10^8
	E		1.43×10^8	2.00×10^8	2.50×10^8	2.70×10^8	2.89×10^8	3.50×10^8
Set Yogurt	Control	1.17×10^7	1.74×10^8	2.40×10^8	3.00×10^8	3.35×10^8	3.60×10^8	4.50×10^8
	G		2.20×10^8	3.40×10^8	3.80×10^8	4.00×10^8	4.22×10^8	4.40×10^8
	H		1.74×10^8	2.80×10^8	3.70×10^8	3.40×10^8	3.40×10^8	4.60×10^8
	I		1.66×10^8	2.30×10^8	2.80×10^8	3.20×10^8	3.50×10^8	4.30×10^8
	J		2.14×10^8	3.40×10^8	3.60×10^8	3.75×10^8	3.80×10^8	4.60×10^8

B and G is yogurt added with 2% 녹색 WG보리,
 C and H is yogurt added with 2% 녹원찰현미,
 D and I is yogurt added with 2% 녹색 WG밀,
 E and J is yogurt added with 2% 녹색 WG뿔쌀현미

표 9-20. Viscosity of yogurt added with 2% whole grain powder

Treatments of Yogurt		Viscosity(cP)
Drink Yogurt	Control	700
	B	1,350
	C	960
	D	1,250
	E	1,010
Set Yogurt	Control	1,850
	G	2,600
	H	2,200
	I	2,400
	J	2,000

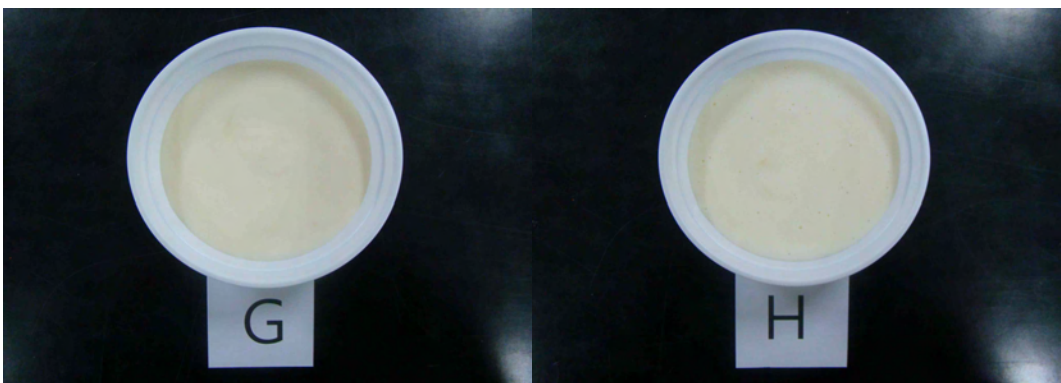
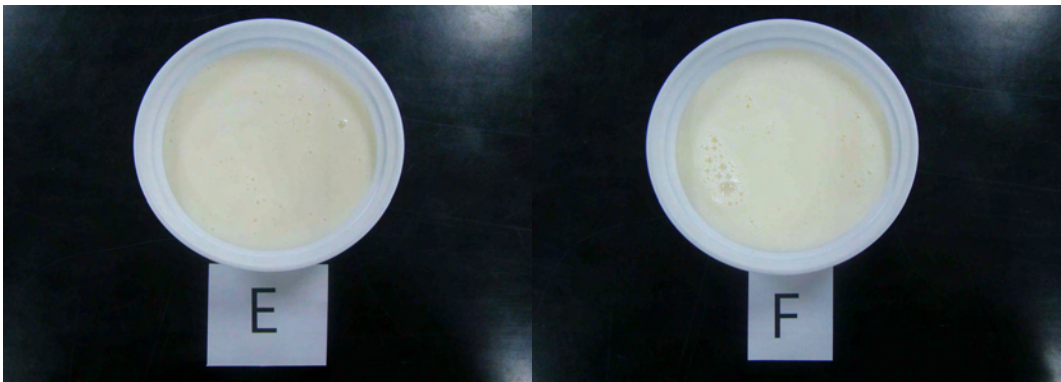
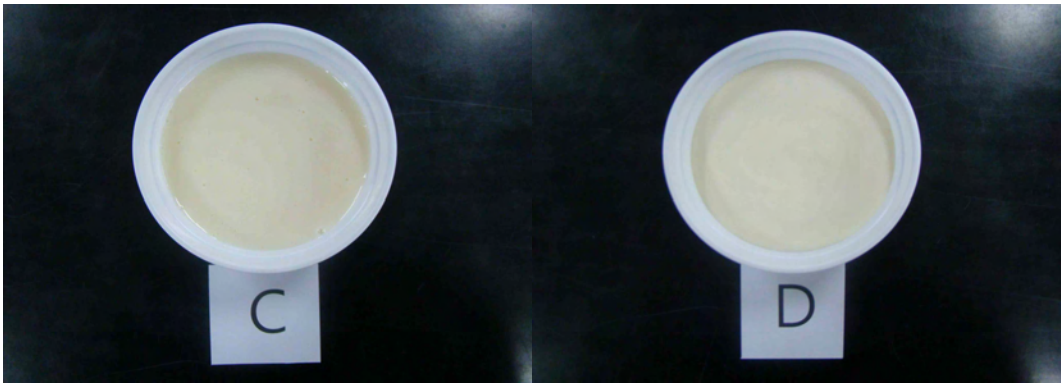
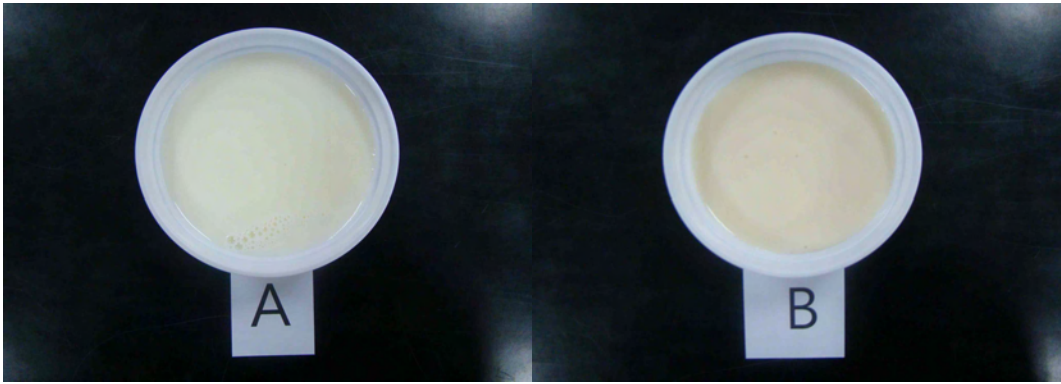
B and G is yogurt added with 2% 녹색 WG보리,
 C and H is yogurt added with 2% 녹원찰현미,
 D and I is yogurt added with 2% 녹색 WG밀,
 E and J is yogurt added with 2% 녹색 WG뽕쌀현미

표 9-21. Sensory evaluation of yogurt added with 2% whole grain powder

Treatments of Yogurt	Color	Flavor	Sweet and sour taste	Texture	Overall acceptability	
Drink Yogurt	Control	4.50±0.50*	4.00±0.71	2.50±0.50	3.25±0.43	3.50±0.50
	B	3.25±0.43	3.25±0.83	3.00±0.71	3.75±0.44	3.50±0.50
	C	4.00±0.71	3.50±1.12	3.50±0.87	4.00±0.05	3.75±0.83
	D	2.50±0.50	2.50±0.87	2.25±0.83	3.50±0.50	2.50±0.50
	E	4.25±0.43	4.25±0.43	3.25±0.43	3.75±0.43	3.50±0.54
Set Yogurt	Control	4.50±0.50	2.75±0.43	3.00±0.05	2.00±0.71	3.00±0.45
	G	3.25±0.43	2.25±0.43	2.25±0.83	3.50±0.50	2.25±0.43
	H	4.00±0.71	3.00±0.71	3.25±0.43	3.25±0.43	3.00±0.71
	I	3.50±0.50	2.25±0.43	2.50±0.50	3.75±0.43	2.75±0.43
	J	4.00±0.71	3.00±0.71	3.25±0.83	4.00±0.04	3.50±0.50

* means±S.D.

B and G is yogurt added with 2% 녹색 WG보리,
 C and H is yogurt added with 2% 녹원찰현미,
 D and I is yogurt added with 2% 녹색 WG밀,
 E and J is yogurt added with 2% 녹색 WG뽕쌀현미



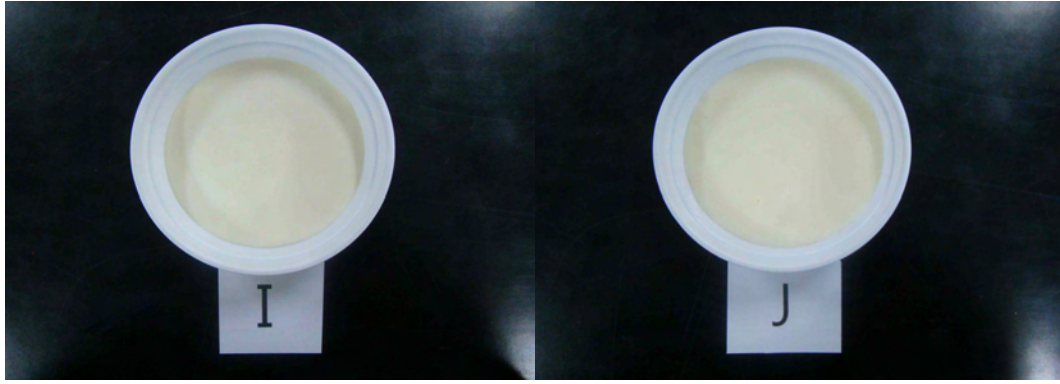


그림 9-6. 2% WG 발효유 사진

A and F is control of yogurt

B and G is yogurt added with 2% 녹색 WG보리,

C and H is yogurt added with 2% 녹원찰현미,

D and I is yogurt added with 2% 녹색 WG밀,

E and J is yogurt added with 2% 녹색 WG뽕쌀현미



그림 9-7. 온알곡 요구르트

WG을 첨가한 발효유를 특성을 시험하기 위하여 WG 4종류(녹색 WG보리, 녹원찰현미, 녹색 WG밀, 녹색 WG뽕쌀현미)를 발효유에 첨가하여 배양하였다. 발효유의 특성은 유산균의 생균수와 유산균의 발효산물 의한 산도저하에 의한 pH 저하, 발효유의 식감에 중요한 점도와 관능검사를 통한 기호도를 시험하였다. WG의 최적 첨가율을 시험하기 위하여 4종류의 WG을 2, 4, 6%로 발효유에 첨가하여 배양하였고, 그 결과 녹색 WG보리와 녹색 WG밀을 첨가한 발효유가 pH4.5에 도달시간이 배양 12시간으로서 다른 첨가구가 16~24시간인 것에 비하여 가장 빠르고, 높은 점도를 보였다. 관능검사 결과는 대체적으로 2% 첨가한 발효유가 다른 첨가구에 비하여 좋은 기호성을 나타내었다. 또한 2%씩 첨가한 액상발효유와 호상발효유에서도 대조구에 비하여 산생성과 유산균수의 증가, 점도도 월등히 높은 결과를 나타내었으며, 관능검사 결과에서도 고형분의 첨가가 높아짐에 따라 높은 점도로 좋은 식감을 나타내고 있고, 특히 녹원찰현미와 녹색 WG뽕쌀현미를 첨가한 발효유는 대조구에 비하여 유사하거나 높게 나타나, 향후 상업용 제품화 될 경우 좋은 기능성 발효유가 될 것으로 생각된다.

협약서

‘충남대학교 농업생명과학대학(동물자원연구센터 축산식품부)’ (이하 ‘대학’이라 한다.)와 ‘녹색홀그레인 대량생산 및 가공 유통 사업단’ (이하 ‘을’이라 한다.)은 상호발전을 위한 제반 사업을 수행함에 있어서 다음과 같이 상호협력 할 것을 협약한다.

제 1 조 (목적) 본 협약은 대학과 을의 상호간 협력체계를 구축하여 농축산식품 개발을 위한 연구와 기술의 실용화 촉진을 위해 공동 추진하는 것을 목적으로 한다.

제 2 조 (기본 운영 원칙) 양 기관은 상호 협력함에 있어서 당해 기관의 제규정을 준수하고, 상호 호혜적인 기반 위에서 협력관계를 유지한다.

제 3 조 (업무 협력사항) 양 기관이 제안하는 사업 및 프로그램에 대하여 상호 협력하며, 구체적인 협력방법에 대해서는 별도로 협의한다.

제 4 조 (세부사업) 양 기관의 상호협력을 위한 세부사업 범위는 다음과 같다.

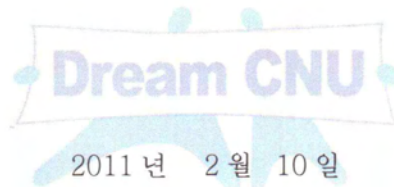
1. 농축산식품류의 연구에 의한 기술지원
2. 기술의 상업화를 위한 실용제품의 개발(온알곡 요구르트)
3. 기술 지원 내용 및 학교 로고를 가공제품에 표기하여 사용

제 5 조 (신의성실) 본 협약서는 ‘대학’과 ‘을’ 양 측이 신의와 성실의 원칙에 입각하여 이를 시행한다.

제 6 조 (협약기간 및 법적 구속력)

- ① 본 양해각서의 협약기간은 상호 서명 날인한 날로부터 5 년으로 한다. 별도의 협의를 없는 한 동일한 내용으로 자동 갱신된다.
- ② 본 양해각서의 내용으로 상대방에게 법적인 책임을 묻거나 구속하지 아니한다.

본 협약의 체결을 증명하기 위하여 협약서 2 부를 작성하고 쌍방이 서명한 후 각각 1 부씩 보관한다.



University where everyone wants to go
University where dreams come true

녹색홀그레인 대량생산 및
가공 유통 사업단
단장 구자형

충남대학교 농업생명과학대학
학장 강호양

구 자 형

강 호 양

3. 녹색 WG를 이용한 찌빵 제조

녹색 WG밀과 녹색 WG찰보리를 각각 10% 첨가하여 만든 찌빵은 중력분과 강력분만으로 만든 찌빵과 비교했을 때 글루텐 형성과 발효, 색, 맛, 광택, 단면의 기공에서 거의 차이를 나타내지 않았다. 그리고 녹색 WG밀보다 녹색 WG찰보리가 색과 광택, 향에서 더 좋았다. 녹색 WG밀과 녹색 WG찰보리 20%를 첨가한 찌빵은 중력분과 강력분만으로 만든 찌빵과 비교했을 때 반죽 시 수분이 부족한 것으로 나타났고 발효시간이 더 필요하다고 생각되었다. 그러나 찌 다음 부피의 차이는 크게 나타나지 않았고 오히려 식감이 쫄깃하게 느껴졌으며 단면의 기공도 조금 형성되었다. 녹색 WG밀은 20% 첨가부터 밀 냄새와 녹색이 나타나기 시작하였고 녹색 찌찰보리는 구수한 보리향이 느껴졌고 누르스름한 색으로 나타났다. 녹색 WG밀과 녹색 WG찰보리 30%를 첨가한 찌빵은 중력분과 강력분만으로 만든 찌빵과 비교했을 때 반죽 시 수분이 많이 부족한 것으로 나타났고 발효시간이 더 필요하다고 생각되었다. 녹색 WG밀보다는 녹색 WG찰보리가 1차 발효 시 부피가 조금 더 컸다. 그러나 찌 다음 부피의 차이는 크게 나타나지 않았고 단면의 기공이 거의 형성되지 않아 오히려 식감이 더 쫄깃하게 느껴졌다. 녹색 WG밀은 밀 냄새와 녹색이 20% 첨가한 것보다 강하게 나타났으나 녹색 WG찰보리는 30% 첨가에서도 보리향이 구수하게 느껴졌고 색감도 보기 좋게 나타났다.

4. 녹색 WG를 이용한 쿠키 제조

쿠키는 버터와 쇼트닝이 충분히 들어가므로 밀, 보리, 쌀, 찹쌀 모두 30% 이상 넣어도 만드는데 무리가 없을 것으로 생각합니다.

5. 녹색 WG를 이용한 면류 제조

면류는 쌀 10%, 20%, 30% 보리 10%, 20%, 30% 중 30% 첨가구는 신장도가 감소하여 면류로써 제조하기에는 다소 무리가 있는 것으로 판단된다. 우유와 함께 쌀과 보리 10%, 20% 첨가구는 면의 조직이 부드러우면서 맛도 뛰어나 산업화에 매우 좋은 제품으로 생각한다.

6. 녹색 WG쌀 이용한 쉬폰케익 제조

녹색 WG쌀을 이용한 쉬폰케익 제조는 10% 20% 30% 첨가구 중 기호도는 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났고, 표면의 색은 쌀 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 향은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났고 맛은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 22, 23, 24, 25).

표 9-22. 시폰케익(대조구)

표면의색	1	3	3	3	1	1	2	3	3	3	2	3	3	1	1	33	2.20
조직감	1	2	3	1	1	4	1	3	1	1	3	2	3	1	1	28	1.86
향	5	3	3	3	3	5	4	3	4	3	4	4	3	3	5	52	3.46
맛	5	4	3	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	2	5	62	4.13
기호도	5	4	3	5	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	60	4.00

표 9-23. 쉬폰케익(쌀 10%)

표면색	2	3	1	3	1	1	3	2	2	3	2	1	1	1	3	29	1.93
조직감	2	2	3	1	1	4	2	2	1	1	3	1	1	2	3	29	1.93
향	4	3	3	2	4	3	4	3	4	3	3	4	5	4	3	52	3.46
맛	4	3	1	2	4	4	3	3	3	1	2	4	5	3	2	44	2.93
기호도	4	3	1	2	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	46	3.06

표 9-24. 쉬폰케익(쌀 20%)

표면색	3	4	3	3	2	1	3	3	3	3	3	2	1	1	2	37	2.46
조직감	3	4	3	4	1	3	3	3	4	2	4	1	1	1	2	39	2.60
향	3	2	3	5	3	3	4	3	2	1	3	3	3	5	2	47	3.13
맛	3	3	1	4	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	35	2.33
기호도	3	3	1	4	1	1	3	2	3	2	3	1	1	5	3	36	2.40

표 9-25. 쉬폰케익(쌀 30%)

표면색	4	4	5	4	2	4	4	4	4	3	4	4	5	3	5	59	3.93
조직감	4	3	3	4	1	2	4	4	5	3	2	2	4	2	4	47	3.13
향	4	2	3	4	1	3	2	2	2	2	2	3	3	4	1	38	2.53
맛	4	2	3	4	3	2	1	2	2	3	2	3	3	4	2	40	2.66
기호도	4	3	3	4	3	2	2	2	4	3	2	3	3	3	2	43	2.86

7. 녹색 WG 보리를 이용한 쉬폰케익 제조

녹색 WG 보리를 이용한 쉬폰케익 제조는 10%, 20%, 30% 첨가구 중 기호도는 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났고, 표면의 색은 보리 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 향은 10% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났고 맛은 대조구와 10% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 9-26, 27, 28, 29).

표 9-26. 쉬폰케익(보리 10%)

표면색	1	3	1	2	3	1	2	1	1	1	3	1	1	1	2	23	1.53
조직감	1	1	1	2	3	1	2	3	1	1	1	1	1	3	1	23	1.53
향	3	3	3	4	2	4	3	5	5	2	3	5	5	5	3	55	3.66
맛	3	5	5	4	5	5	4	3	4	4	3	5	4	3	3	60	4.00
기호도	3	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	3	2	57	3.8

표 9-27. 쉬폰케익(보리 20%)

표면색	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	2	4	4	49	3.26
조직감	1	1	3	4	4	2	4	2	4	3	3	3	3	2	2	41	2.73
향	3	2	3	3	2	3	4	2	2	4	2	5	5	3	3	46	3.06
맛	5	5	3	3	4	5	3	2	3	2	4	5	5	1	3	53	3.53
기호도	5	3	3	3	3	4	3	2	2	3	2	3	4	3	3	46	3.06

표 9-28. 쉬폰케익(보리 30%)

표면색	5	5	3	4	5	5	4	4	5	4	5	3	3	3	3	61	4.06
조직감	1	1	3	3	1	3	3	1	5	5	3	1	2	1	2	35	2.33
향	3	2	3	2	1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	4	29	1.93
맛	5	2	1	4	4	2	2	1	2	1	2	1	2	5	4	38	2.53
기호도	3	1	1	4	2	1	2	1	2	1	3	2	3	5	2	33	2.20

8. 녹색 WG쌀을 이용한 식빵 제조

녹색 WG쌀을 이용한 식빵 제조는 10% 20% 30% 첨가구 중 기호도는 대조구가 가장 좋았고 보리 20% 첨가구가 다음으로 좋은 것으로 나타났고, 표면의 색은 쌀 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 조직감은 쌀 30% 첨가구가 가장 좋았고 향은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났고 맛은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 9-29, 30, 31, 32).

표 9-29. 식빵(대조구)

표면의 색	1	1	11	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	1.13
조직감	2	1	3	1	2	1	1	1	3	3	1	2	3	1	1	26	1.73
향	4	4	4	5	3	5	5	5	4	5	5	4	1	4	5	63	4.2
맛	3	4	3	5	3	2	5	5	4	3	4	3	3	5	5	57	3.8
기호도	4	4	2	5	2	2	5	5	3	3	4	56	5	4	5	58	3.86

표 9-30. 식빵(쌀 10%)

표면의 색	2	3	2	5	2	3	2	1	1	2	1	3	1	3	3	34	2.26
조직감	3	2	2	1	5	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	36	2.4
향	3	4	3	3	4	3	2	5	4	2	4	3	2	2	2	36	2.4
맛	3	3	3	3	3	4	4	1	1	3	3	3	3	2	2	41	2.73
기호도	3	4	3	3	5	4	3	1	2	2	4	3	3	2	2	44	2.93

표 9-31. 식빵(쌀 20%)

표면의색	4	3	4	1	3	2	4	3	3	3	3	3	1	4	4	45	3.0
조직감	3	3	3	1	3	2	4	1	4	3	5	3	2	4	4	45	3.0
향	4	3	3	5	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	3	43	2.86
맛	4	4	3	5	4	3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	45	3.0
기호도	4	3	2	5	4	3	2	3	4	3	1	3	2	2	2	43	2.86

표 9-32. 식빵(쌀 30%)

표면의색	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	2	5	5	67	4.46
조직감	4	3	4	1	5	3	5	5	5	4	4	5	1	5	5	54	3.6
향	4	4	4	5	5	3	1	3	1	2	3	1	1	1	1	39	2.6
맛	4	3	2	5	5	4	2	3	3	4	2	1	1	2	2	43	2.86
기호도	3	2	1	5	4	4	1	3	2	4	2	1	1	1	1	35	2.33

9. 녹색 WG보리를 이용한 식빵제조

녹색 WG보리를 이용한 식빵 제조에서 10% 20% 30% 첨가구 중 기호도는 대조구가 가장 좋았고 보리 20% 첨가구가 다음으로 좋은 것으로 나타났고, 표면의 색은 보리 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 조직감은 보리 30% 첨가구가 가장 좋았고 향은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났고 맛은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 9-33, 34, 35, 36).

표 9-33. 식빵(대조구)

표면의색	1	1	11	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	1.13
조직감	2	1	3	1	2	1	1	1	3	3	1	2	3	1	1	26	1.73
향	4	4	4	5	3	5	5	5	4	5	5	4	1	4	5	63	4.2
맛	3	4	3	5	3	2	5	5	4	3	4	3	3	5	5	57	3.8
기호도	4	4	2	5	2	2	5	5	3	3	4	56	5	4	5	58	3.86

표 9-34. 식빵(보리 10%)

표면의색	2	3	3	1	2	2	3	3	2	1	3	2	1	2	1	31	2.06
조직감	3	2	4	3	2	1	3	4	2	3	2	2	1	2	3	37	2.46
향	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	38	2.53
맛	4	3	3	1	3	3	3	2	2	3	3	3	1	3	4	41	2.73
기호도	4	2	2	1	2	4	3	2	2	3	2	3	3	3	3	39	2.6

표 9-35. 식빵(보리 20%)

표면의색	3	4	5	3	3	3	2	4	3	3	4	4	3	3	2	49	3.26
조직감	3	3	4	1	3	2	5	5	2	3	3	4	5	2	2	47	3.13
향	3	3	2	1	3	3	1	3	4	3	2	4	3	2	4	41	2.73
맛	4	2	3	3	3	4	1	3	4	3	3	4	1	3	3	41	2.73
기호도	3	2	3	3	3	2	1	3	3	3	3	4	3	2	3	41	2.73

표 9-36. 식빵(보리 30%)

표면의색	4	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	70	4.66
조직감	4	3	4	1	2	5	5	3	4	3	5	4	5	2	5	55	3.66
향	2	3	3	3	3	3	1	4	3	3	3	2	5	1	4	43	2.86
맛	3	4	3	3	2	2	1	3	3	1	3	2	3	1	2	36	2.4
기호도	4	2	3	3	2	2	1	3	4	1	2	2	1	1	4	35	2.33

10. 녹색 WG쌀을 이용한 토르티아 제조

녹색 WG쌀을 이용한 토르티아 제조에서 10% 20% 30% 첨가구 중 기호도는 대조구에 비해 쌀 10% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났고, 표면의 색은 쌀 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 향은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났고 맛은 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 9-37, 38, 39, 40).

표 9-37. 토르띠아 대조구

표면의색	3	3	4	3	3	1	4	4	3	3	3	1	3	1	2	41	2.73
조직감	3	1	2	1	1	5	2	2	2	3	4	3	2	2	2	35	2.33
향	3	3	3	2	5	4	3	2	4	3	2	1	4	3	4	46	3.06
맛	4	3	3	5	1	4	4	2	4	3	3	1	3	2	4	46	3.06
기호도	3	4	3	4	3	3	4	2	2	3	1	1	4	3	4	44	2.93

표 9-38. 토르띠아 쌀 10%

표면의색	3	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	21	1.4
조직감	3	1	1	5	5	2	1	4	3	5	3	3	3	2	3	41	2.73
향	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	37	2.46
맛	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	5	3	2	4	43	2.86
기호도	3	4	3	3	3	2	4	2	2	1	3	5	4	2	2	49	3.26

표 9-39. 토르띠아 쌀 20%

표면의색	3	2	4	3	3	1	1	3	2	2	3	1	2	2	3	35	2.33
조직감	2	4	2	3	3	4	2	2	2	3	4	1	2	3	4	41	2.73
향	3	4	4	2	1	1	3	2	1	3	2	3	3	3	2	37	2.46
맛	1	2	4	4	1	3	2	2	2	3	2	5	3	3	3	40	2.66
기호도	2	2	4	3	1	3	2	2	3	3	3	5	3	3	2	41	2.73

표 9-40. 토르띠아 쌀 30%

표면의색	4	4	4	5	5	1	3	3	4	3	5	3	4	3	4	55	3.66
조직감	3	4	1	1	1	1	1	3	2	3	2	1	1	3	5	32	2.13
향	3	4	5	2	3	3	5	2	2	3	2	1	3	3	1	42	2.8
맛	3	3	5	5	3	4	3	2	2	3	2	5	2	3	2	47	3.13
기호도	2	3	5	3	5	4	4	2	3	3	3	5	2	3	1	48	3.2

11. 녹색 WG보리를 이용한 토르띠아 제조

녹색 WG보리를 이용한 토르띠아 제조는 10%, 20%, 30% 첨가구 중 기호도는 대조구와 보리 20% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났고, 표면의 색은 보리 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 향은 대조구가 가장 좋은 것으로 나타났고 맛은 30% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 9-41, 42, 43, 44).

표 9-41. 토르띠아 대조구

표면의색	3	3	4	3	3	1	4	4	3	3	3	1	3	1	2	41	2.73
조직감	3	1	2	1	1	5	2	2	2	3	4	3	2	2	2	35	2.33
향	3	3	3	2	5	4	3	2	4	3	2	1	4	3	4	46	3.06
맛	4	3	3	5	1	4	4	2	4	3	3	1	3	2	4	46	3.06
기호도	3	4	3	4	3	3	4	2	2	3	1	1	4	3	4	44	2.93

표 9-42. 토르띠아 보리 10%

표면의색	3	1	1	1	1	3	3	1	1	2	1	3	1	2	2	26	1.73
조직감	3	2	1	1	3	3	1	1	2	1	2	3	1	3	3	30	2.00
향	3	2	5	3	2	2	3	3	4	2	1	2	3	3	4	42	2.8
맛	3	1	1	4	3	1	4	3	4	3	2	3	3	5	3	43	2.86
기호도	3	2	1	4	3	2	3	4	4	4	3	4	1	2	3	43	2.86

표 9-43. 또르띠아 보리 20%

표면의색	3	3	5	3	4	3	4	3	1	3	1	3	3	3	3	45	3
조직감	4	3	5	4	5	5	3	3	1	3	5	4	3	3	4	54	3.6
향	3	2	5	3	4	3	3	5	2	2	1	2	3	2	2	42	2.8
맛	3	3	3	3	2	3	4	5	3	3	1	3	3	2	2	43	2.86
기호도	3	3	1	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	2	44	2.93

표 9-44. 또르띠아 보리 30%

표면의색	3	3	3	3	5	4	4	3	2	4	5	3	3	3	5	53	3.53
조직감	4	3	1	5	4	1	1	3	3	2	5	3	3	3	5	45	3.00
향	3	2	3	3	3	3	4	3	3	2	1	3	3	3	1	40	2.66
맛	3	1	1	3	2	3	4	1	3	3	3	3	3	3	1	37	2.46
기호도	3	2	1	3	2	3	4	1	3	2	4	4	3	4	1	40	2.66

X. 녹색 whole grain 상품류의 유통 중 품질 및 성분 변화 연구와 수출화 전략수립

1. 입자크기별 WG

입자크기별 WG 사진을 그림 10-1에 나타내었다. WG의 입자크기가 커질수록 껍질이 가벼워 분쇄가 덜 되고, 공기 중에 떠다니고 균일하지 못하였다. 밀가루의 입자크기는 600-700 μm 로 WG을 분쇄하여 식품(수제비, 쿠키 등)에 첨가할 경우, 500-1,000 μm 가 적당하다고 사료되었다.

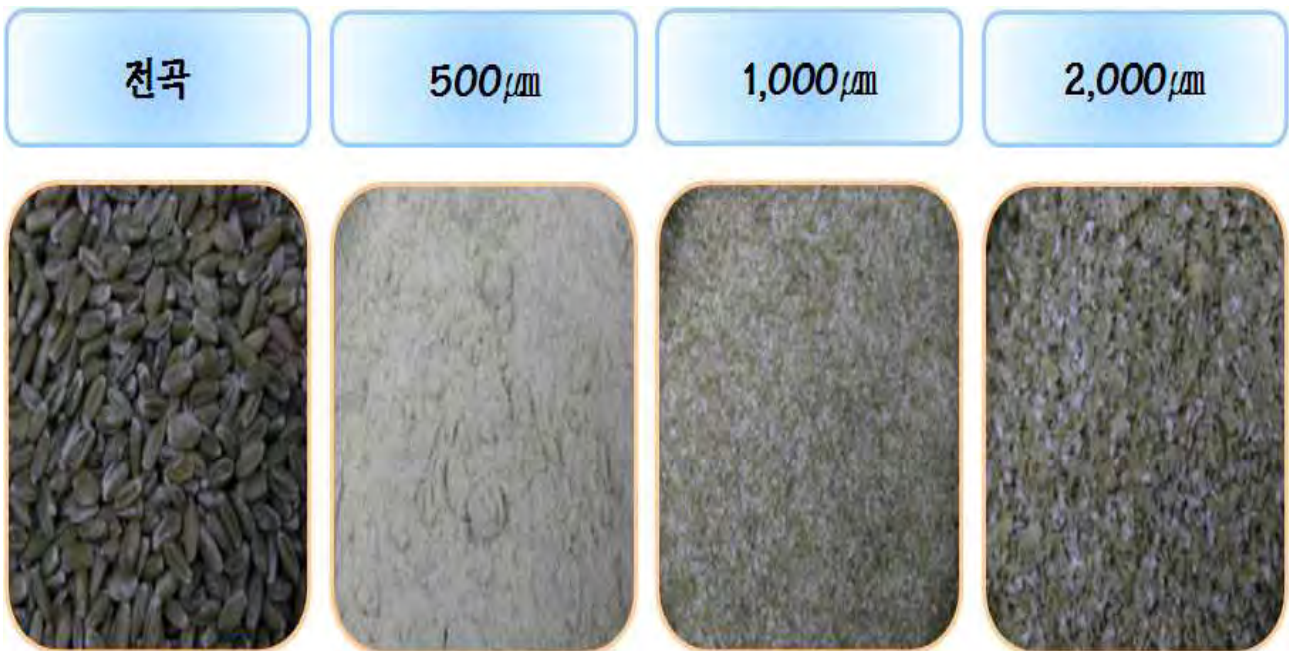


그림 10-1. 입자크기별 WG 사진

2. 녹색 WG, 호품벼, 금강밀의 영양 성분 분석

(1) Macronutrients

WG, 호품벼와 금강밀의 일반성분(탄수화물, 단백질, 지방, 수분, 식이섬유)의 분석결과를 그림 10-2에 나타내었다. 탄수화물은 WG 호품벼, 금강밀의 순으로 79.2g/100g, 76.6g/100g, 75.7g/100g의 수준으로 함유되어 있었다. 조단백질은 WG과 금강벼에는 비슷한 수준으로 함유되어 있었으나, 호품벼는 5.7g/100g으로 WG과 금강밀보다 약 43%적은 수준으로 함유되어 있었다. 조지방은 1.9-2.6g/100g수준으로 비슷하게 함유되어 있는 것으로 나타났다. 호품벼는 단백질의 함량이 적은 반면, 수분의 함량이 14%로 가장 높았고, WG은 6.6%로 가장 낮게 함유되어 있었다. WG의 식이섬유는 6.8g/100g, 호품벼 3.2g/100g, 금강밀은 8.0g/100g으로 함유되어 있는 것으로 나타났다.¹⁾



그림 10-2. WG 호품벼, 금강밀의 일반성분분석 결과

(2) Micronutrients

WG, 호품벼와 금강밀의 미량성분(비타민C, 나이아신, 비타민B1, 베타카로틴) 및 칼륨의 분석결과를 그림 10-3에 나타내었다. 호품벼의 비타민C함량이 1.66mg/100g으로 가장 많이 함유되어 있었고, WG의 비타민C함량은 1.18mg/100g으로 나타났으며, 금강밀에는 비타민C가 함유되어있지 않는 것으로 나타났다.²⁾ 나이아신은 WG과 호품벼에 0.22-0.28mg/100g의 비슷한 수준으로 함유되어 있었고, 금강밀은 0.88mg/100g의 수준으로 함유되어있었다. 비타민B1의 함량 역시 금강밀이 1.05mg/100g으로 가장 많이 함유되어 있었고, WG 0.34mg/100g, 호품벼 0.23mg/100g의 수준으로 함유되어 있었다. 베타카로틴의 함량은 호품벼와 금강밀은 각각 0.02mg/100g인 반면, WG은 0.12mg/100g함유되어 있는 것으로 나타났다.^{2),3)} 칼륨의 함량은 호품벼가 351.01mg/100g으로 가장 적었고, WG 531.28mg/100g, 금강밀 513.69mg/100g의 수준으로 함유되어 있었다.

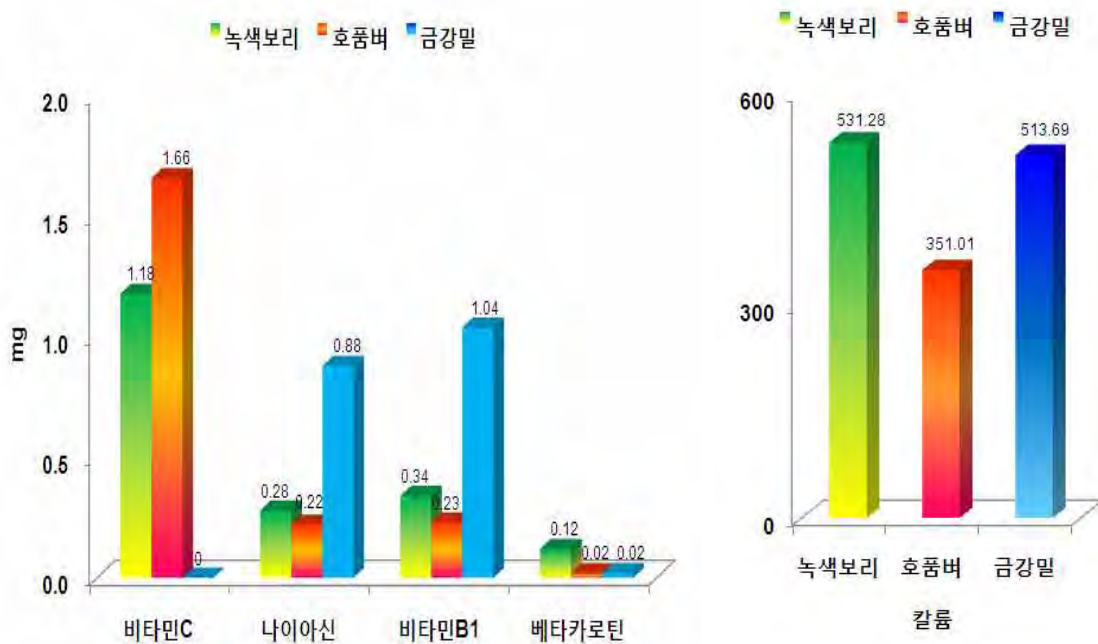


그림 10-3. WG, 호품벼, 금강밀의 미량성분 및 칼륨함량 분석 결과

3. WG 첨가 수제비

(1) 예비실험(500 μ m)

밀가루와 유사한 크기인 500 μ m의 WG을 25, 50, 75%함량별로 첨가하여 수제비 반죽 제조 레시피를 표 10-1에 나타내었고, 그 결과를 그림 10-4에 나타내었다. WG의 첨가량이 증가 할수록 탄력, 신장성 및 점성이 저하되었으며, 씹는 질감도 푸석거리며 입안에서 퍼졌다. 또한 WG의 첨가량이 증가할수록 반죽 시 사용되는 물의 양도 증가하는 경향을 보였다.

표 10-1. 500 μ m WG을 이용한 수제비 반죽제조 레시피

(단위 : g)

	밀가루	WG	물	반죽무게
Control	200	0	120	318
25%	165	55	140	353
50%	100	100	145	341
75%	50	150	175	369

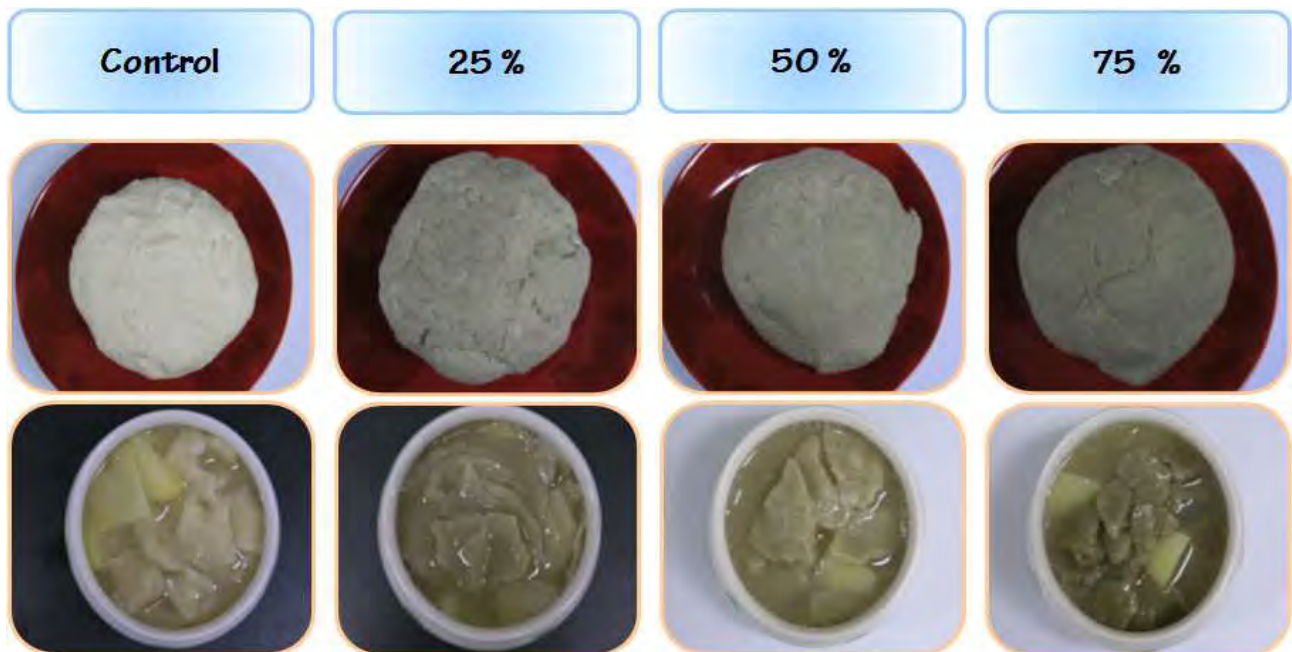


그림 10-4. WG-500 μ m을 사용하여 첨가량을 달리하여 제조한 수제비

(2) 본 실험

예비실험을 통해 WG을 이용하여 수제비 제조 가능성 유무를 파악한 후, 입자크기별(500, 1,000, 2,000 μ m), 함량(25, 50, 75%)로 수제비를 제조하였다. 입자크기 및 첨가량에 따른 수제비 반죽을 표 10-2의 레시피를 사용하여 제조하였다.

표 10-2. 입자크기 및 첨가량에 따른 수제비반죽 레시피

(단위 : g)

입자크기(μ m)	WG* 함량(%)	밀가루	WG	물	반죽무게
Control	0	200	0	100	309
	25	150	50	114	308
	50	100	100	160	353
500	75	50	150	174	367
	25	165	55	110	302
	50	100	100	126	328
1,000	75	50	150	136	324
	25	165	55	120	301
	50	100	100	138	334
2,000	75	50	150	168	352

* WG : Whole Grain

(가) 500 μ m

WG 500 μ m을 첨가량을 달리하여 제조한 수제비를 그림 10-5에 나타내었다. WG의 함유량이 증가할수록 점성 및 탄력이 감소하였고, 씹는 질감도 푸석거렸다. 모든 첨가구에서 WG 특유의 냄새와 맛이 느껴졌다. 또한 75%를 첨가할 경우, 반죽의 탄력성이 없어서 수제비의 외관이 적당하지 않은 것으로 사료되었다. 500 μ m의 WG을 첨가하여 수제비를 제조할 경우 25-50%가 적당한 것으로 나타났다.

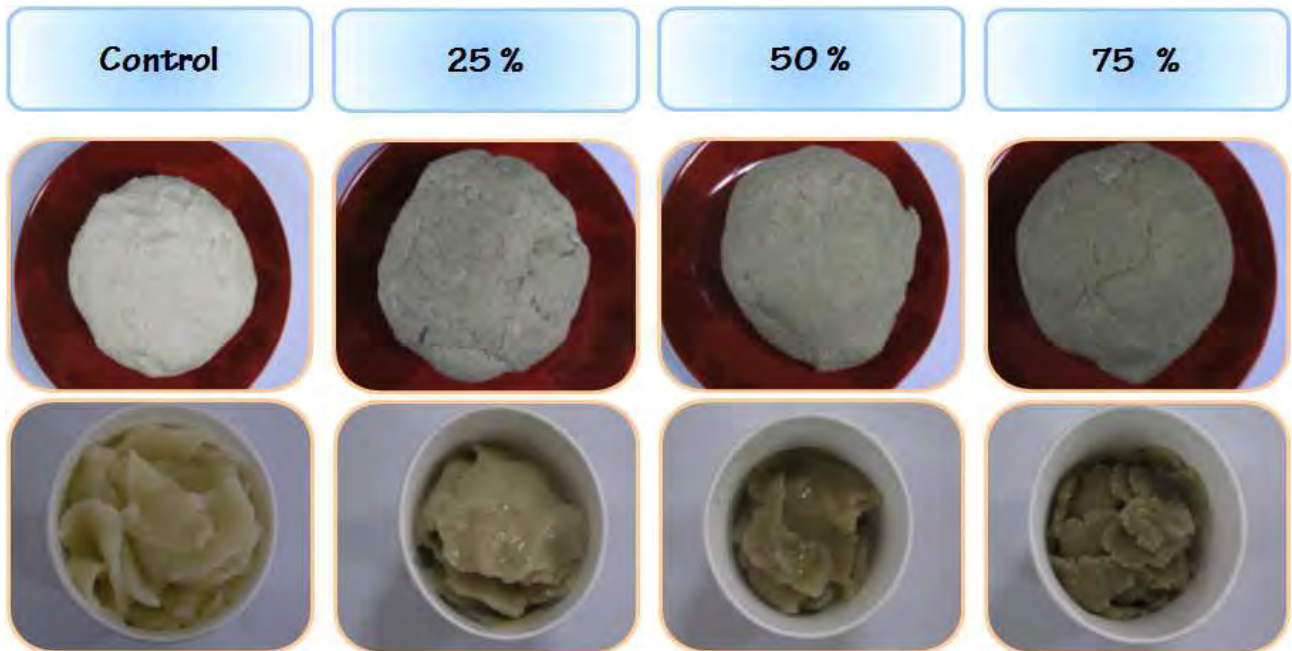


그림 10-5. 500 μ m WG의 첨가량을 달리하여 제조한 수제비

(나) 1,000 μm

WG 1,000 μm 을 첨가량을 달리하여 제조한 수제비를 그림 10-6에 나타내었다. WG 함량이 증가할수록 반죽이 물이 많이 첨가되고, 반죽의 점성이 저하되고, 30분간 실온에서 숙성시킨 후 반죽의 질감이 딱딱해졌다. 75%를 첨가하여 수제비를 제조하였을 경우, 상품화가 불가능한 것으로 사료되었다. 500 μm 와 유사하게 모든 첨가구에서 WG 특유의 냄새와 맛이 느껴졌다. 1,000 μm 의 WG을 첨가하여 수제비를 제조할 경우 25%가 적당한 것으로 나타났다.

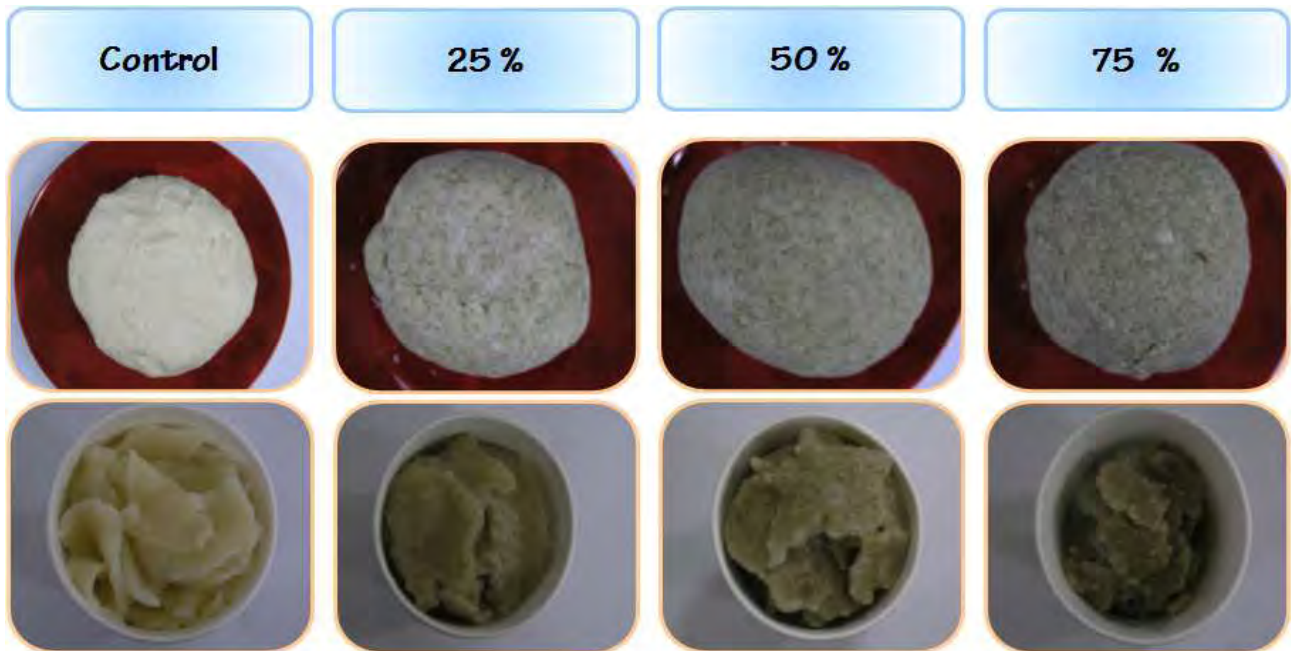


그림 10-6. 1,000 μm WG의 첨가량을 달리하여 제조한 수제비

(다) 2,000 μ m

WG 2,000 μ m을 첨가량을 달리하여 제조한 수제비를 그림 10-7에 나타내었다. WG 함량이 증가할수록 반죽이 물이 많이 첨가되고, 반죽의 점성이 저하되고, 30분간 실온에서 숙성시킨 후 반죽의 질감이 딱딱해졌다. 50-75%를 첨가하여 수제비를 제조하였을 경우, 끓는 물에 반죽을 넣었을 때 반죽이 풀어져서 수제비의 형태가 유지되지 않아 상품화가 불가능한 것으로 사료되었다. 500 μ m와 유사하게 모든 첨가구에서 WG 특유의 냄새와 맛이 느껴졌다.

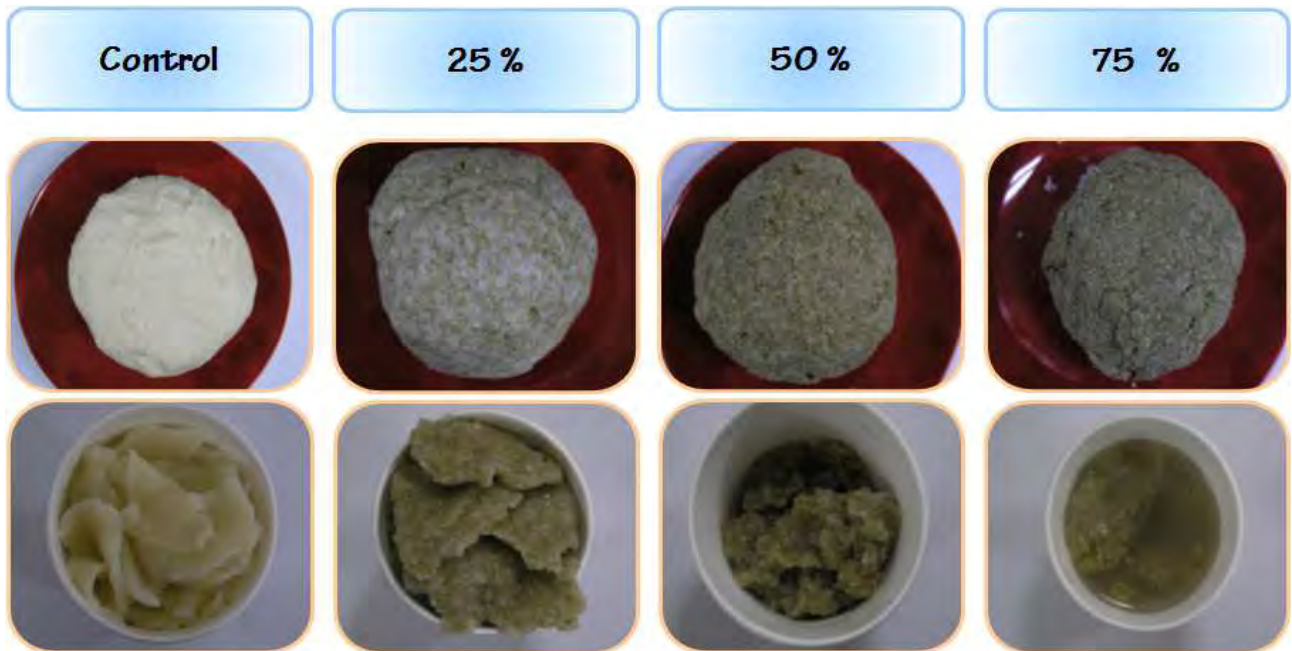


그림 10-7. 2,000 μ m WG의 첨가량을 달리하여 제조한 수제비

(라) 입자크기 및 첨가량을 달리하여 수제비 반죽 제조 시 첨가되는 물의 양

입자크기(500, 1,000, 2,000 μm) 및 첨가량(25, 50, 75%)을 달리하여 수제비 반죽을 제조하였을 때 첨가된 물의 양을 그림 10-8에 나타내었다. WG의 첨가량이 증가될수록 반죽 시 첨가되는 물의 양이 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며 입자크기가 작을수록 첨가되는 물의 양도 증가하였다.

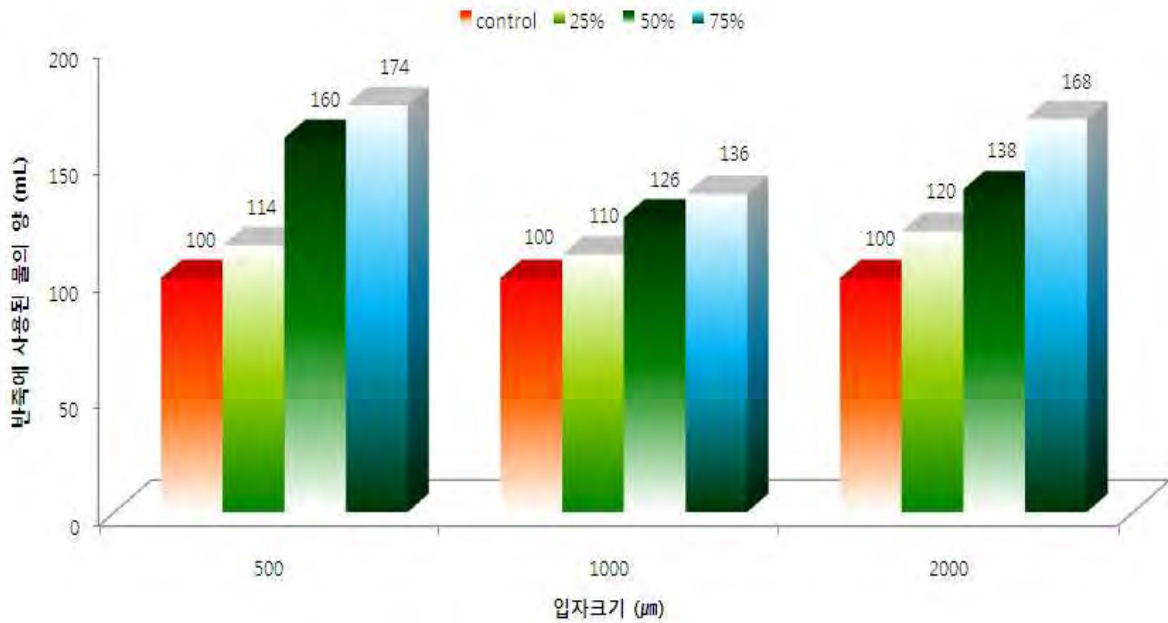
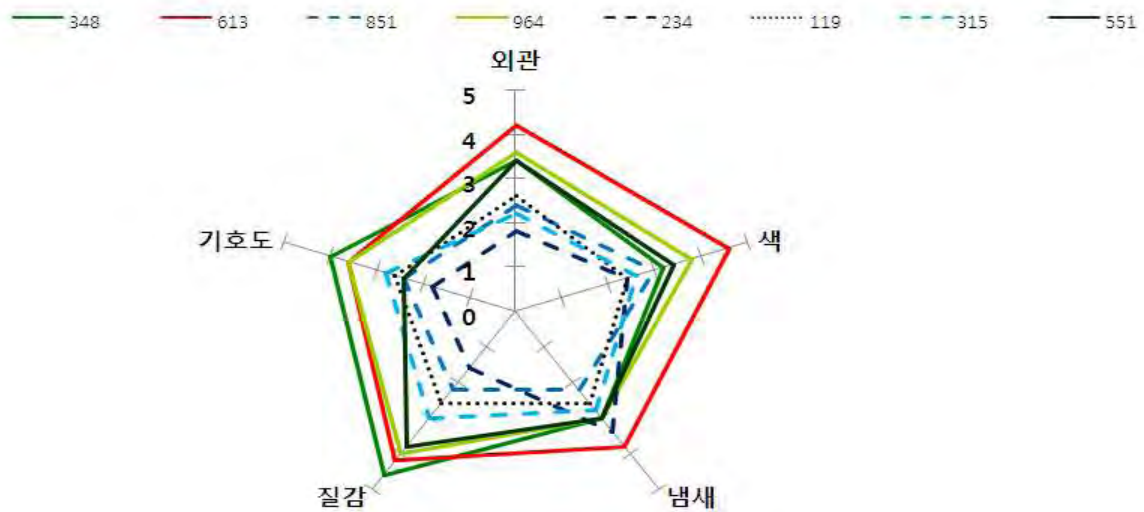


그림 10-8. 입자 및 첨가량을 달리하여 수제비 반죽 제조시 첨가되는 물의 양

(마) 입자크기 및 첨가량을 달리하여 제조한 수제비의 관능평가

입자크기 및 첨가량을 달리하여 제조한 수제비의 관능평가결과를 그림 10-9에 나타내었다. 외관은 control군이 4.2로 가장 좋은 것으로 나타난 반면, 1,000 μm -75% 첨가군이 1.8로 가장 낮았다. 색은 control군이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 500 μm -25%첨가군이 그 다음으로 좋은 것으로 나타났다. 질감은 500 μm -50% 첨가군이 4.6으로 가장 좋은 것으로 나타났고, 1,000 μm -75% 첨가군이 1.6으로 가장 낮았다. 전체적인 기호도는 500 μm -50% 첨가군이 4.0으로 가장 높았으며, 1,000 μm -75% 첨가군이 1.8로 가장 낮은 것으로 나타났다. 2,000 μm -50% 및 75% 첨가군은 수제비 제조시 반죽이 물속에서 풀어져서 관능평가가 불가능하였다. 따라서 WG의 입자크기 및 첨가량별 수제비를 제조할 경우 500 μm -50%첨가가 적당하다고 사료된다. 또한 WG의 입자크기와 첨가량이 증가될수록 기호도가 저하하는 경향을 나타내었다.



(613:Control, 964:500 μm -25%, 348:500 μm -50%, 551:500 μm -75%, 315:1000 μm -25%, 851:1000 μm -50%, 234:1000 μm -75%, 119:2000 μm -25%, 265:2000 μm -50%, 487:2000 μm -75%)

그림 10-9. 입자크기 및 첨가량을 달리하여 제조한 수제비의 관능평가

4. WG 첨가 쿠키

(1) 예비실험

(가) WG첨가 쿠키 제조과정

WG의 함량은 50%로 고정시킨 후 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키반죽제조 과정을 그림 10-10에 나타내었고 레시피를 표 10-3에 나타내었다. 쿠키제조순서는 버터를 100g 측정하여 녹인 후, 계란과 버터가 잘 섞이도록 혼합하였다. 여기에 쿠키믹스와 WG을 넣고 고루 섞이도록 혼합한 후 일정크기로 오븐 트레이에 넣고 180 $^{\circ}\text{C}$ 로 예열된 오븐에서 180 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 구웠다.



그림 10-10. 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키반죽제조 과정

표 10-3. 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키반죽제조 과정

	총양(g)	- WG비율(%)	- WG(g)	쿠키믹스(g)	버터(g)	계란(g)
Control	250	0	0	250	100	50
500 μm	250	50	125	125	100	50
1,000 μm	250	50	125	125	100	50
2,000 μm	250	50	125	125	100	50

(나) 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키제조 결과

WG의 함량은 50%로 고정시킨 후 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키를 그림 10-11에 나타내었다. Control군의 반죽은 점성이 강하여 그릇에 들러붙었으며, 단 냄새가 많이 났다. 500 μm -50% 첨가군은 담백하나 질감이 딱딱하며, 씹었을 때 입안에서 모래처럼 퍼졌으며, 단 냄새가 없었다. 1,000 μm -50% 첨가군의 반죽은 점성이 거의 없었으며 구울 때 5분경과 후 거품(버터)이 발생하였고, 씹히는 질감이 거칠었으며, 외관은 가장 좋았다. 2,000 μm -50% 첨가군은 반죽 점성이 없어서 뭉침이 없어, 입안에서 부스러졌다. 모든 WG첨가구에서 WG 특유의 냄새가 발생하였다.

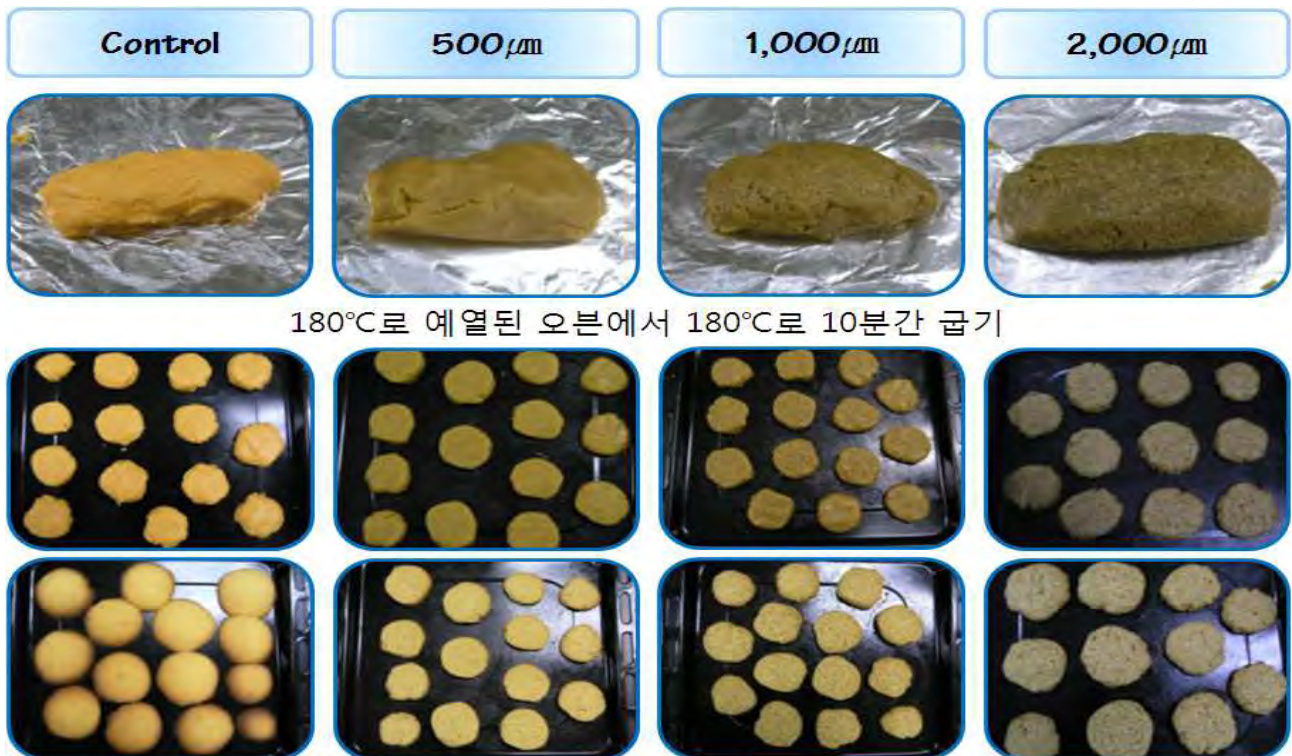


그림 10-11. 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm) 및 함량(0, 25, 50, 75%)별 쿠키

(다) 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키 수율

WG의 함량은 50%로 고정시킨 후 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키 수율을 그림 10-12에 나타내었다. Control군은 수율이 80.68%로 나타났으며, WG첨가군은 86.61-87.83%로 나타났다. WG입자 크기 500 μm 를 첨가하여 쿠키를 제조하였을 경우 수율이 87.83%로 가장 높은 것으로 나타났다.

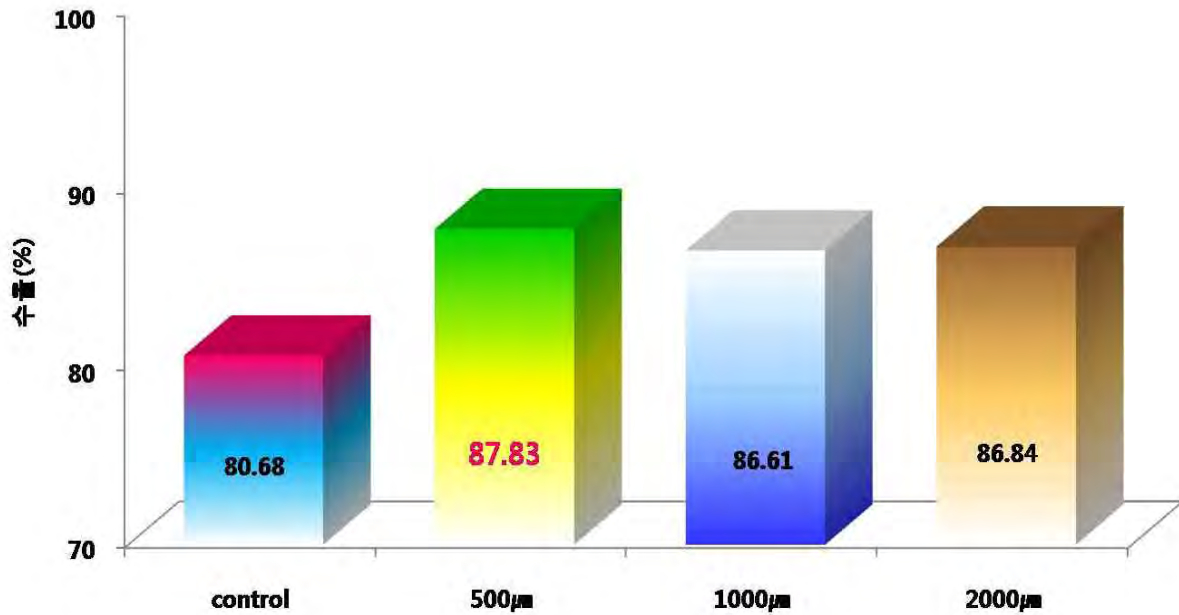
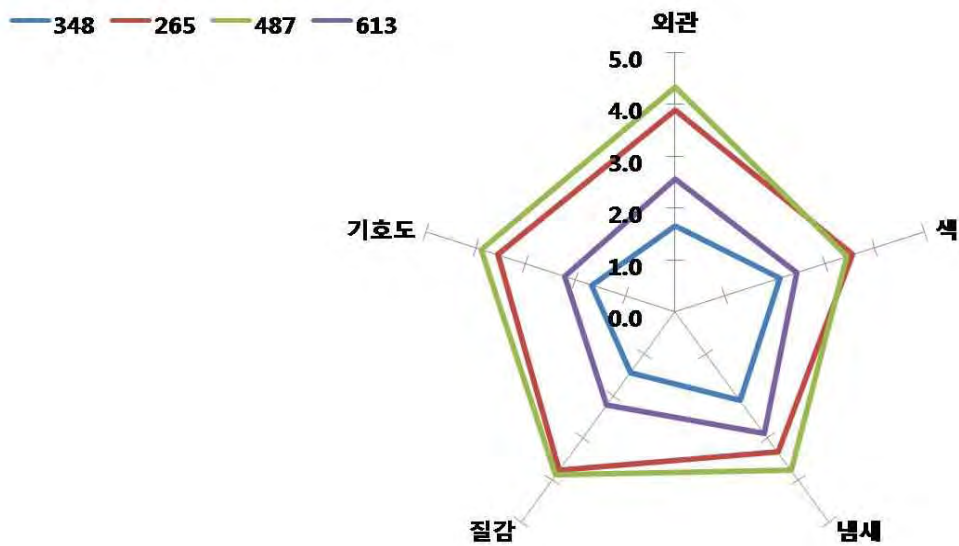


그림 10-12. 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키 수율

(라) 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키의 관능평가

WG의 함량은 50%로 고정시킨 후 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키의 관능평가 결과를 그림 10-13에 나타내었다. 외관(4.3), 질감(3.9), 냄새(3.8) 및 기호도(3.9)는 control군이 가장 좋았으며, 색은 500 μm -50% 첨가군이 3.6으로 가장 좋았다. Control군을 제외한 WG 첨가군을 살펴보면, 500 μm -50% 첨가하였을 경우 기호도는 3.6으로 control군과 유사한 수준으로 나타났다. 반면, 2,000 μm -50% 첨가군은 5가지평가항목(외관, 색, 냄새, 질감, 기호도)에서 모두 최고 낮은 점수를 받아, 상품성이 없는 것으로 판단되었다. 따라서 위의 관능평가 결과를 기초자료로 활용하여, control군과 500 μm -50%첨가군을 제조하여 저장조건 및 유통기간 설정 실험을 실시하였다.



(487:control, 265:500 μm , 613:1,000 μm , 348:2,000 μm)

그림 10-13. 입자크기(500, 1,000, 2,000 μm)에 따른 쿠키의 관능평가 결과

(2) 본실험

(가) 쿠키 제조과정

500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키 반죽 제조과정을 그림 10-14에 나타내었고, 레시피를 표 10-4에 나타내었다. 쿠키제조순서는 버터를 100g 측정하여 녹인 후, 계란과 버터가 잘 섞이도록 혼합하였다. 여기에 쿠키믹스와 WG을 넣고 고루 섞이도록 혼합한 후 일정크기로 오븐 트레이에 넣고 180 $^{\circ}$ C로 예열된 오븐에서 180 $^{\circ}$ C에서 10분간 구웠다.

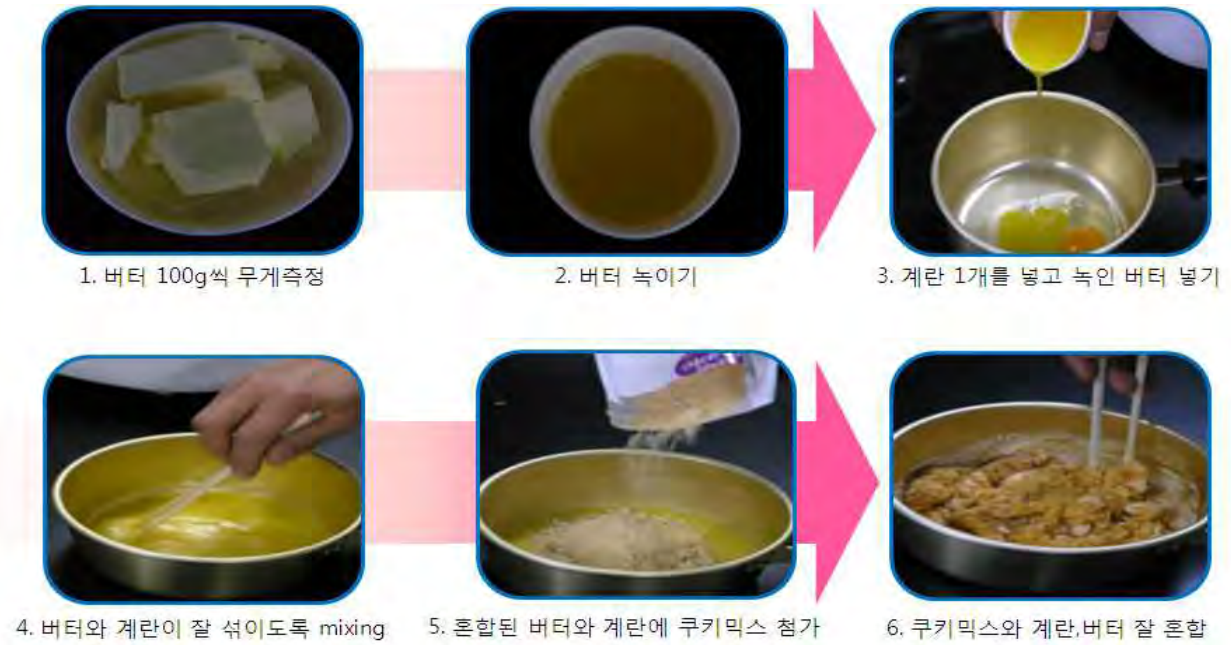


그림 10-14. 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키 반죽 제조과정

표 10-4. 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키 제조 레시피

	WG 비율(%)	WG (g)	쿠키믹스 (g)	버터 (g)	계란 (g)
Control	0	0	1,000	353.4	200
500 μ m-50%	50	500	500	352.8	200

(나) 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키 수율

500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키 수율을 그림 10-15에 나타내었다. Control군은 84.52%, 500 μ m-50% 첨가군은 88.10%로 예비실험결과와 유사한 경향을 나타내었다.

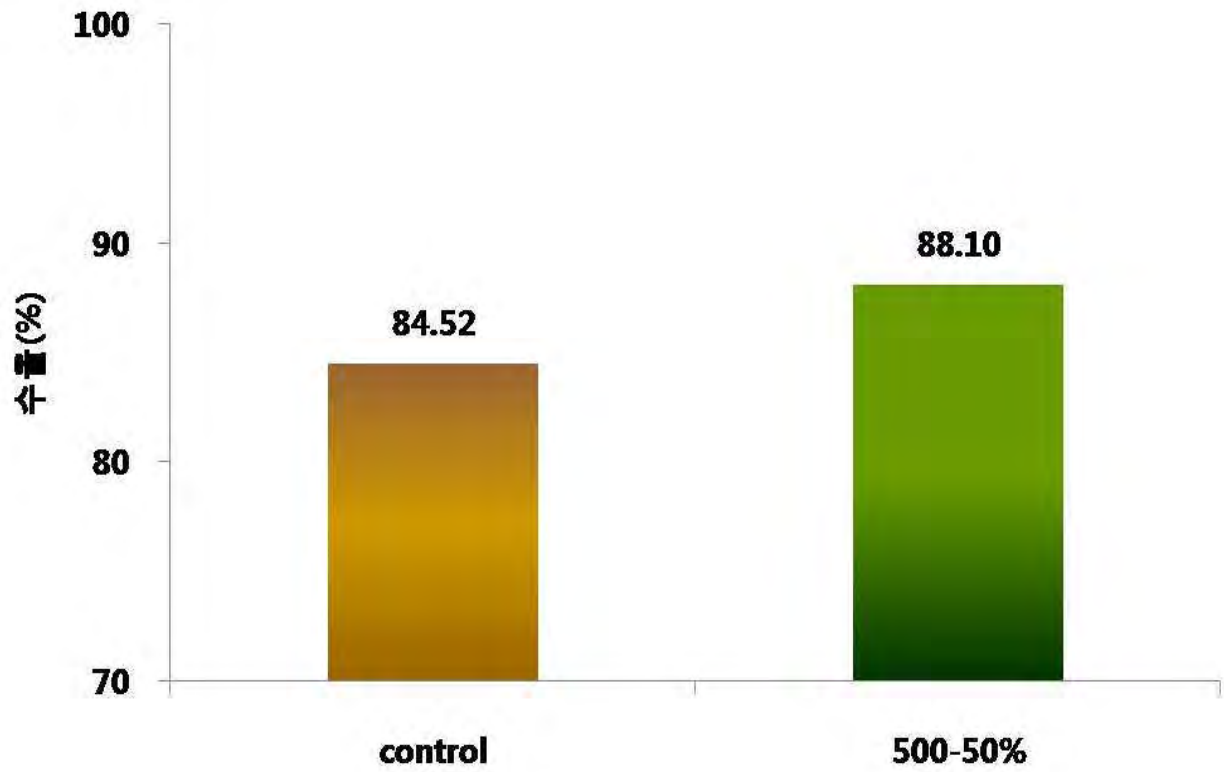


그림 10-15. 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키 수율

(다) 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 저장성평가

500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키 제조 후 200g씩 소포장하여 incubator(온도 40 $^{\circ}$ C, 습도 75%)에서 가속시험을 통해 저장조건 및 유통기간 설정 실험을 실시하였다.

① 저장 기간별 총균 및 대장균

500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 총균수를 그림 10-16에 나타내었다. 제조 직후 control쿠키에는 총균이 5.6 cfu/g수준으로 검출 되었으나, 5주 경과 후에는 6.2 cfu/g, 10주 경과 후에는 6.6 cfu/g 수준으로 검출되었다. 저장일이 경과함에 따라 총 균수는 증가되는 경향을 나타내었다. WG첨가 쿠키는 0주와 5주에서 모두 검출되지 않았으나, 10주 경과 후에는 4.7 cfu/g 수준으로 검출되었다. 저장 10주경과시 WG첨가쿠키가 control쿠키보다 총균의 함량이 적었다. 대장균은 control 및 WG첨가 쿠키 모두에서 검출되지 않았다.

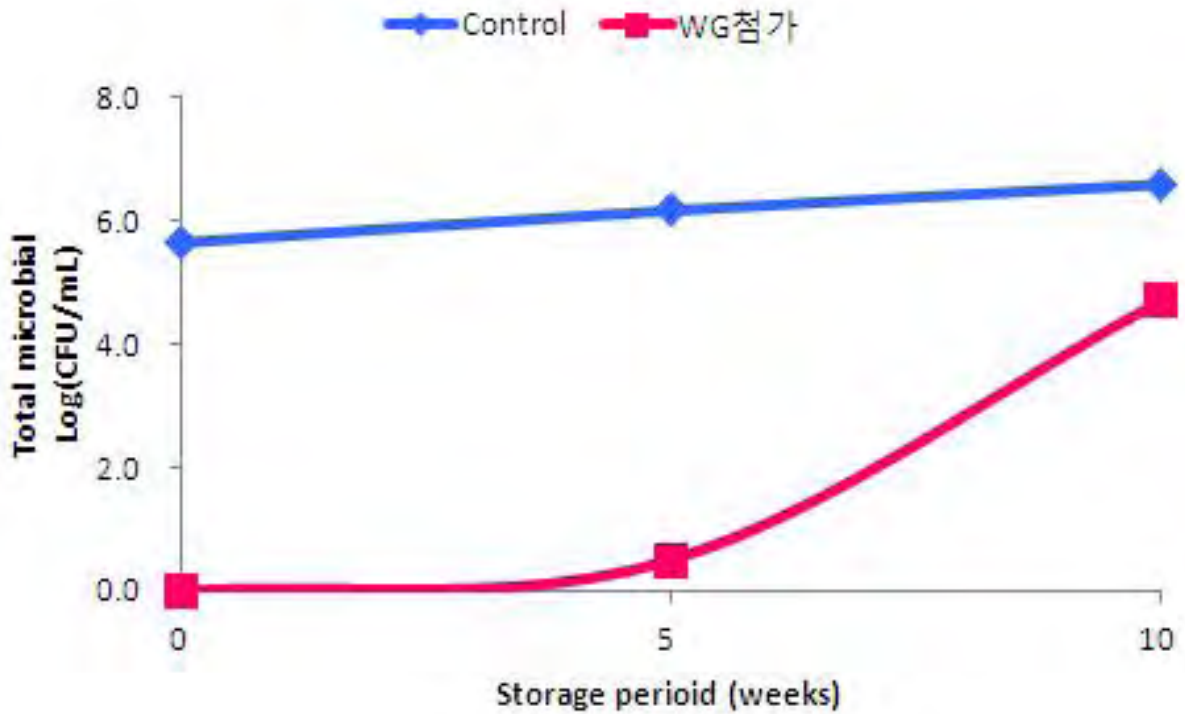


그림 10-16. 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 총균수 변화

② 저장기간별 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 Macronutrients 변화

저장기간별 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 Macronutrients 함량 변화를 표 10-5에 나타내었다. 저장기간에 따른 control과 WG 첨가 쿠키의 열량, 탄수화물, 조단백, 조지방은 비슷한 수준으로 나타났다. 저장기간에 따른 수분과 식이섬유의 함량도 유의적인 차이가 없었으며, control군의 0주째 수분함량은 4.17%, 9주째 4.3%였으며, WG 첨가구의 0주째 수분함량은 8.75%, 9주째 6.4%이었다. WG첨가구의 수분함량이 control군보다 높은 것으로 보아, WG이 수분을 함유하고 있는 성질이 있음을 알 수 있었다. 식이섬유의 함량도 WG첨가구가 높았다.

표 10-5. 저장기간별 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 Macronutrients 변화

(가식부 100 g 당)

	Control군						WG 500 μ m-50% 첨가군					
	열량 kcal	탄수화물 g	조단백 g	조지방 g	수분 g	식이 섬유 g	열량 kcal	탄수화물 g	조단백 g	조지방 g	수분 g	식이 섬유 g
0주	521.16	57.49	8.0	28.8	4.17	7.5	492.92	54.38	9.0	26.6	8.75	8.7
3주	511.28	63.47	2.7	27.4	4.93	6.7	447.7	67.3	3.9	18.1	9.3	7.4
6주	512.3	57.82	7.3	27.98	5.4	7.2	488.2	54.8	8.3	26.2	9.4	6.2
9주	510.8	59.78	7.8	26.72	4.3	7.1	503.0	59.02	6.7	26.68	6.4	8.3

③ 저장기간별 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 Micronutrients 변화

저장기간별 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 Micronutrients 함량 변화를 표 10-6에 나타내었다. Control군과 WG첨가군의 저장기간에 따른 비타민C, 비타민B1, 나이아신 함량은 비슷한 경향을 나타내었다. 칼륨은 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타내었고 저장 9주째의 control군 1650.55mg/100g, WG첨가군 258.26mg/100g으로 나타났다. 베타카로틴의 함량은 WG 첨가군이 control군보다 높은 경향을 나타내었다.

표 10-6. 저장기간별 500 μ m의 WG 첨가 유무에 따른 쿠키의 Micronutrients 변화

(가식부 100 g 당)

	Control군					WG500 μ m-50% 첨가군				
	비타민C mg	비타민B1 mg	나이아신 mg	칼륨 mg	베타카로틴 mg	비타민C mg	비타민B1 mg	나이아신 mg	칼륨 mg	베타카로틴 mg
0주	0.8	1.9	1.7	176.91	0.058	0.2	1.2	2.1	277.95	0.050
3주	0.59	0.14	0.19	181.79	0.028	0.22	0.09	0.37	268.65	0.041
6주	0.0	0.29	0.14	163.8	0.039	0.0	0.36	0.17	251.66	0.073
9주	0.0	0.6	1.0	160.55	0.034	0.0	0.6	0.8	258.26	0.051

5. 녹색 WG쌀, 밀, 보리 외관차이

전곡 및 분말(입자사이즈 500 μ m)의 형태를 그림 10-17에 나타내었다. 녹색 WG 보리는 갈색, 녹색 WG밀은 녹색, 녹색 WG쌀은 푸른빛이 도는 갈색 이었다. 각각의 곡물을 분쇄하여 500 μ m의 체에 통과시켜 분말을 얻었는데, 그 결과 녹색 WG보리의 색이 가장 희었다.



그림 10-17. 녹색 WG쌀, 밀, 보리의 전곡 및 분말(입자사이즈 500 μ m)사진

6. 1차년도 연구과제 수행시 파악된 상품가치 하락요인 및 해결방법

녹색WG쌀 입자 및 함량별 수제비 반죽 외관을 표10-7에 나타내었다.

1차년도 연구수행결과 녹색 WG쌀 입자크기 및 함량이 증가할수록 점성과 탄력성이 감소하여 반죽에 찰기가 감소하였으며, 질감은 푸석거리고 바삭거림이 없었다. 녹색 WG쌀 입자와 함량이 증가할수록 흡수되는 물의 양이 증가되었다 . 녹색 WG쌀의 함량이 증가할수록 풋내와 같은 이미/이취가 발생하였다. 이와 같이 점성, 탄력성 감소, 푸석거림, 이미/이취의 발생에 따라 녹색 WG쌀첨가 수제비/쿠키의 기호도를 감소시키는 원인으로 판단된다.

1차년도 상품가치 하락요인 및 해결방안을 표10-8에 나타내었다.

※상품가치 및 기호도 하락요인을 개선시키기 위하여

- (1) 소금 첨가 : 반죽에 점성을 부여
- (2) 계란노른자 첨가 : 유지가 반죽조직에 층상으로 얽힌 막 형성, 전분, 단백질이 단단하게 되는 것을 방지하고 바삭거리는 질감 부드럽게 유지
- (3) 향료 첨가 : 마스킹제(향료-예: 헤이즐넛향, 사과향 등)를 첨가하여 이미/이취 억제
- (4) 점성 개선, 질감개선, 이미/이취 억제를 통하여 상품가치 하락요인 개선을 통한 기호도 증가효과

표 10-7. 녹색 WG쌀 입자 및 함량별 수제비 반죽 외관

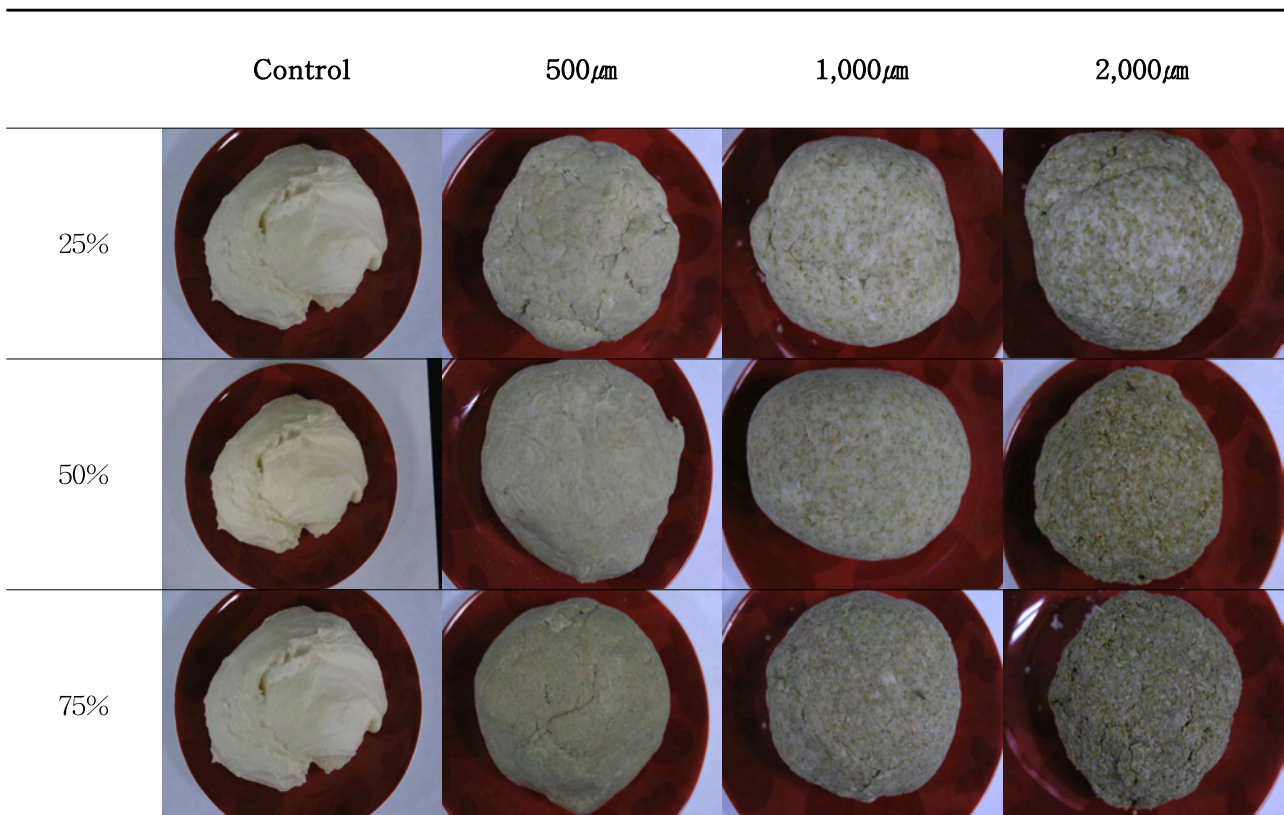


표 10-8. 1차년도 상품가치 하락요인 및 해결방안

상품가치 하락요인	해결방법
○ 녹색 WG쌀 입자크기 및 함량이 증가할수록 점성, 탄력 감소	● 기호도에 따라 소금을 첨가하여 점성이 생겨 반죽을 찰지게 제조한다.
○ 녹색 WG쌀 함량 증가할수록 질감 푸석거림	● 계란노른자를 더 첨가하여 전분과 단백질이 단단하게 결합하는 것을 방지하고 바삭거리게 제조한다.
○ 녹색 WG쌀 함량 증가할수록 가공식품 제조시 첨가되는 물의 양 증가	
○ 녹색 WG쌀 함량 증가할수록 이미/이취발생	● 반죽제조시 향료(헤이즐넛향, 사과향 등)를 첨가하여 이미/이취 발생 억제
○ 점성, 탄력감소, 푸석거림, 이미/이취발생에 따른 기호도 저하	● 소금, 계란노른자, 향료 등을 첨가하여 질감 및 이미/이취 개선

7. 녹색 WG쌀 첨가 치즈쿠키의 포장재 및 저장일별 품질특성 변화

녹색 WG쌀 첨가(입자크기 $500\mu\text{m}$ -50%)치즈 쿠키 제조 후 각각 200g씩 소분하여 포장재A, 포장재B에 넣고 온도 40°C , 습도 70%로 설정한 incubator에서 보관하며 가속시험을 실시하였다. 포장재A와 포장재B의 사진은 아래 그림 10-18에 나타내었다.

포장재A는 폴리에틸렌으로, 기본 중합체(base polymer) 중 에틸렌의 함유율이 50%이상인 합성 수지체를 말하여, 빛이 차단되는 형태이다. 포장재 B는 폴리염화비닐로, 기본 중합체(base polymer) 중 염화비닐 함유율이 50%이상인 합성수지이며, 빛에 노출이 되는 형태이다.

포장재 A - 폴리에틸렌

포장재 B - 폴리염화비닐

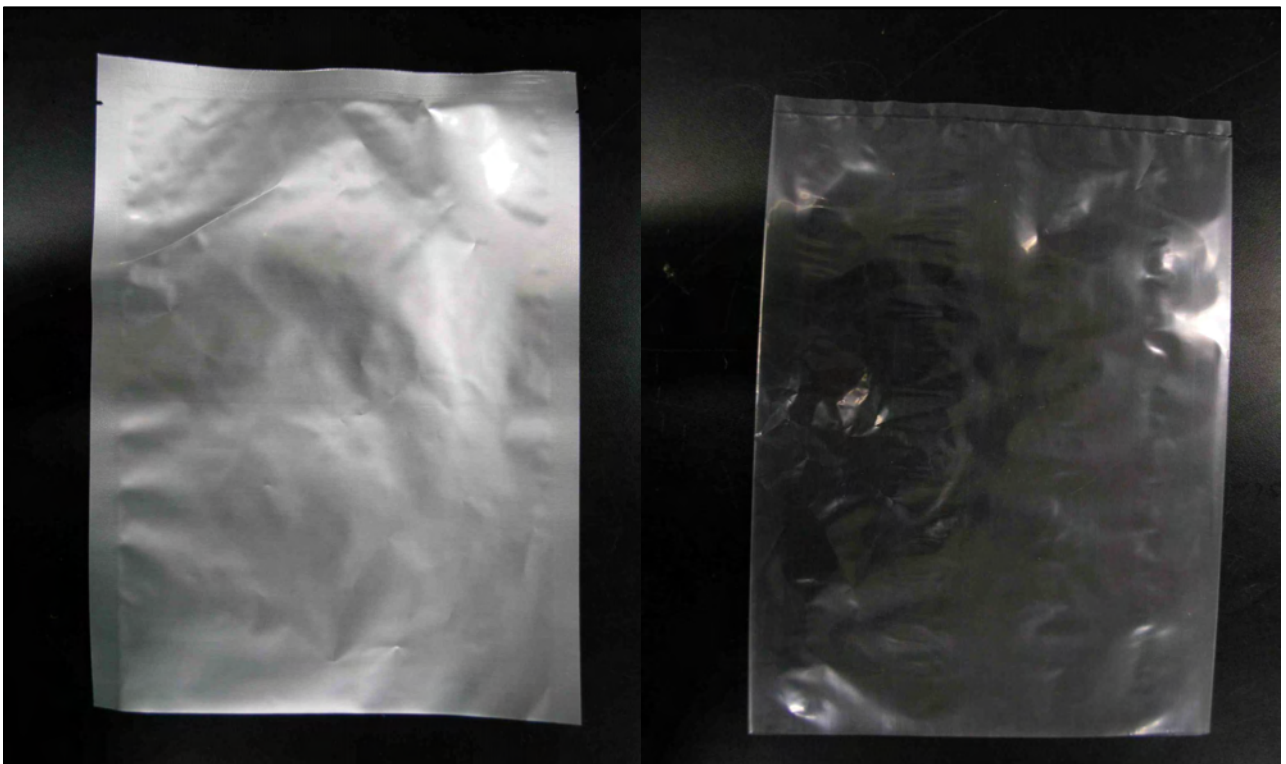
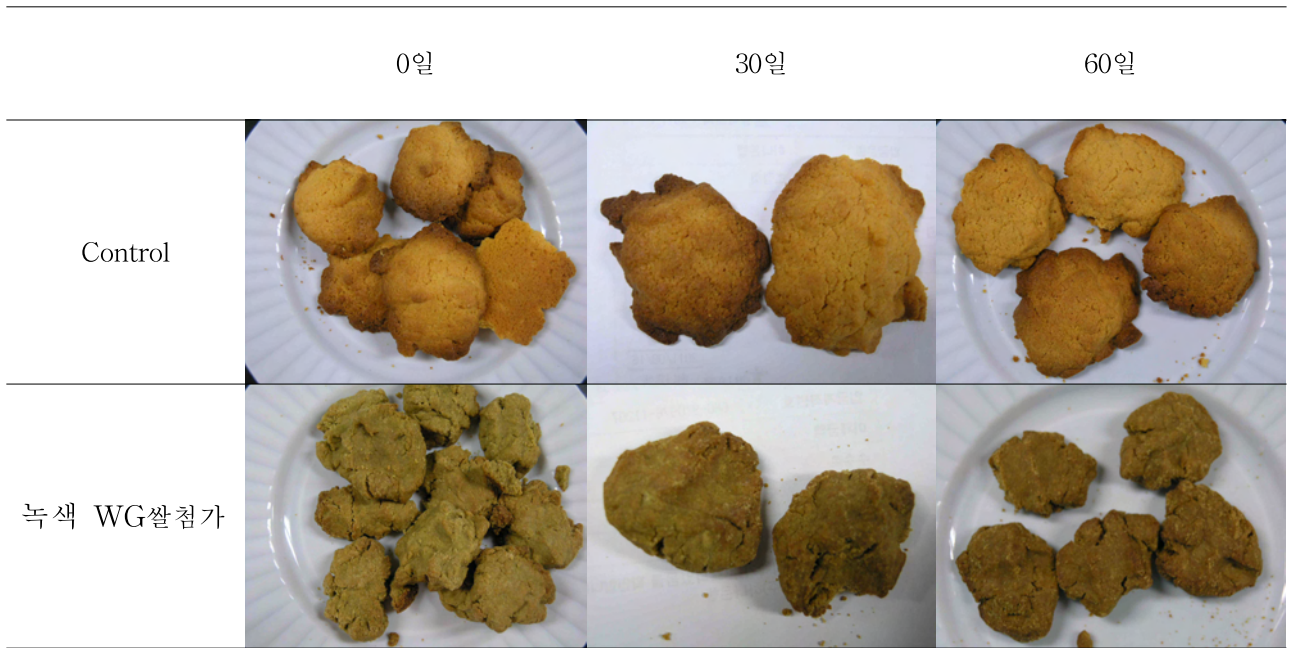


그림 10-18. 녹색 WG쌀 첨가 치즈쿠키 포장재 사진

(1) 포장재 A

포장재A의 저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈쿠키의 외관을 표 10-9에 나타내었다. Control과 녹색 WG쌀첨가 치즈쿠키의 외관은 저장 60일 경과시에도 저장 0일째와 유사한 형태를 나타내었다.

표 10-9. 저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키 외관



(가) Macronutrients

저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈쿠키의 macronutrients 함량을 표 10-10에 나타내었다. 열량과 조지방은 control과 녹색 WG쌀 첨가구 모두 저장일이 경과함에 따라 감소하였다. 이는 “열량 = 탄수화물×4 + 조단백질×4 + 조지방×9”로 계산되는데 저장기간이 경과함에 따라 조지방이 감소하여 열량이 감소하는 상관관계를 가지는 것으로 사료된다. 탄수화물은 control에서는 증가한 반면, 녹색 WG쌀 첨가구는 저장기간이 경과함에 따라 저장초기와 비슷한 수준을 유지하였다. 저장기간이 경과함에 따라 조단백질의 함량은 감소하였는데, control은 13.38% 감소하였고, 녹색 WG쌀 첨가구는 5%감소하였다. 수분함량은 control과 녹색 WG쌀 첨가구 모두 증가하는 경향을 나타내었는데, 각각 24%, 35.7%의 증가율을 보였다. 녹색 WG쌀은 수분을 밀가루에 비해서 많이 흡수하는 경향(1차년도 연구결과 참조 - 밀가루보다 60%많이 흡수)을 나타내었는데, 저장기간 경과 시에도 녹색 WG쌀 첨가구가 수분을 많이 함유하고 있는 것으로 판단된다. 식이섬유 함량은 control구는 저장기간이 경과함에 따라서 감소하는 경향을 보이나, 녹색 WG쌀 첨가구는 54.8%증가하는 경향을 나타내었다.

표 10-10. 저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키의 Macronutrients (100g 당)

	열량 (kcal)	탄수화물 (g)	조단백질 (g)	조지방 (g)	수분 (g)	식이섬유 (g)
0일						
Control	521.16	57.49	8.0	28.8	4.17	7.5
녹색 WG쌀첨가	492.92	54.38	9.0	26.6	8.75	8.7
30일						
Control	493.2	60.7	8.6	24.0	5.09	6.1
녹색 WG쌀첨가	451.8	56.5	9.2	21.0	11.73	5.5
60일						
Control	494.22	61.86	6.93	24.34	5.17	4.25
녹색 WG쌀첨가	463.58	54.65	8.55	23.42	11.88	13.47

(나) Micronutrients

저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키의 micronutrients의 함량을 표 10-11에 나타내었다. 저장일이 경과함에 따라 나이아신의 함량은 control과 녹색 WG쌀첨가구에서 모두 증가하는 경향을 보였으며, 비타민B1은 감소하는 경향을 나타내었다. 칼륨함량은 저장초기에 녹색 WG쌀첨가구가 277.95 mg/100g으로 control보다 높은 수치를 보였으나, 저장기간이 경과함에 따라 저장초기와 비슷한 수치를 나타내었다.

베타카로틴 함량은 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보이는데, 저장 60일 경과시 녹색 WG쌀첨가구가 control(1.53 mg/100g)구보다 2배 이상 증가되어 3.69 mg/100g 함유되는 것으로 나타났다.

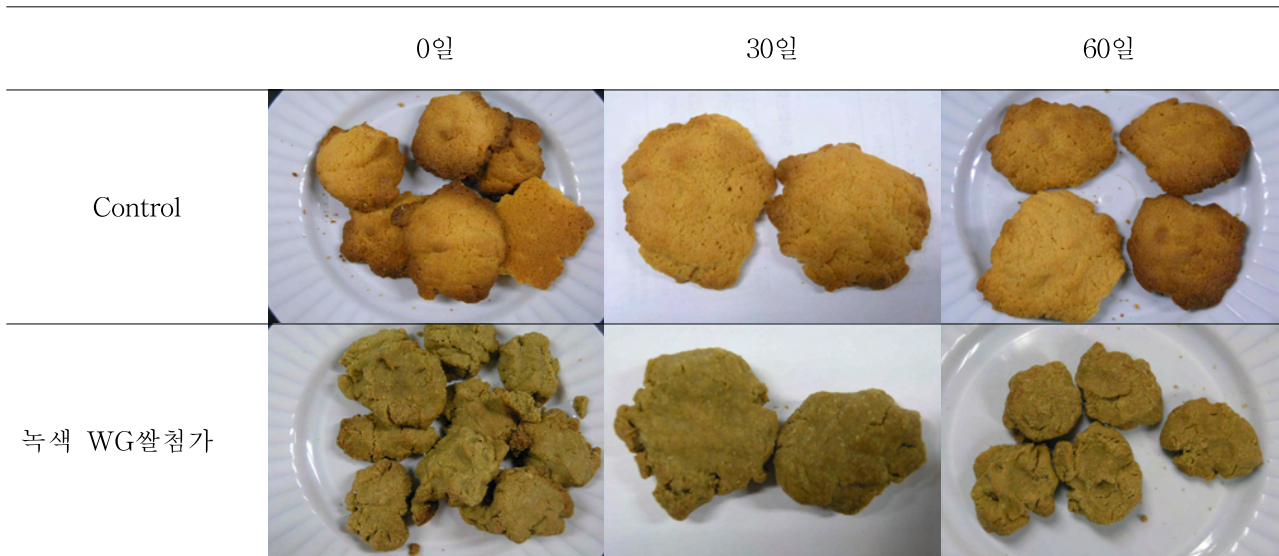
표 10-11. 저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키의 Micronutrients (100g 당)

	나이아신 (mg)	비타민B1 (mg)	칼륨 (mg)	베타카로틴 (mg)	
0일	Control	1.70	1.90	176.91	0.058
	녹색 WG쌀첨가	2.10	1.20	277.95	0.05
30일	Control	0.57	0.91	165.97	3.30
	녹색 WG쌀첨가	1.09	0.83	277.72	2.40
60일	Control	2.59	0.68	174.38	1.53
	녹색 WG쌀첨가	2.51	0.60	280.8	3.69

(2) 포장재B

저장일에 따른 치즈쿠키의 외관을 표 10-12에 나타내었다. Control구는 저장기간이 경과함에 따라 외관상 차이는 없으나, 녹색 WG쌀 첨가구는 저장기간이 경과함에 따라 갈색 빛을 띠는 경향을 보인다.

표 10-12. 저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키 외관



(가) Macronutrients

저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈쿠키의 macronutrients 함량을 표 10-13에 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 조지방과 수분은 control구와 녹색 WG쌀 첨가구 모두 감소하는 경향을 보인 반면, 탄수화물은 증가하는 경향을 보였다. 열량과 단백질의 경우, control구에서는 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보이거나, 녹색 WG쌀 첨가구는 저장초기와 유사한 함량을 나타내었다.

표 10-13. 저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키의 Macronutrients

(100g 당)

		열량 (kcal)	탄수화물 (g)	조단백질 (g)	조지방 (g)	수분 (g)	식이섬유 (g)
0일	Control	521.16	57.49	8.0	28.8	4.17	7.5
	녹색 WG쌀첨가	492.92	54.38	9.0	26.6	8.75	8.7
30일	Control	497.1	61.00	8.6	24.3	4.50	13.7
	녹색 WG쌀첨가	474.8	58.10	10.2	22.4	7.62	6.04
60일	Control	494.36	63.76	7.9	23.08	3.66	0.69
	녹색 WG쌀첨가	498.76	59.40	8.95	25.04	4.91	6.17

(나) Micronutrients

저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키의 micronutrients의 함량을 표 10-14에 나타내었다. 저장일이 경과함에 따라 나이아신의 함량은 control과 녹색 WG쌀첨가구에서 모두 증가하는 경향을 보였으며, 비타민B1은 감소하는 경향을 나타내었다. 칼륨함량은 저장초기에 녹색 WG쌀 첨가구가 277.95 mg/100g으로 control보다 높은 수치를 보였으나, 저장기간이 경과함에 따라 저장초기와 비슷한 수치를 나타내었다.

베타카로틴 함량은 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보이는데, 저장 60일 경과시 녹색 WG쌀 첨가구가 control(2.32 mg/100g)구보다 높은 2.95 mg/100g함유되는 것으로 나타났다.

표 10-14. 저장일에 따른 녹색 WG쌀 첨가 치즈 쿠키의 Micronutrients

(100g 당)

		나이아신 (mg)	비타민B1 (mg)	칼륨 (mg)	베타카로틴 (mg)
0일	Control	1.70	1.90	176.91	0.058
	녹색 WG쌀첨가	2.10	1.20	277.95	0.05
30일	Control	0.27	1.09	180.2	3.22
	녹색 WG쌀첨가	1.24	0.85	301.5	2.33
60일	Control	2.11	0.74	182.06	2.32
	녹색 WG쌀첨가	3.59	0.73	301.14	2.95

(3) 포장재A와 포장재B의 저장기간에 따른 미생물학적 특성

포장재A와B에 따른 저장기간경과시 미생물(총균, 대장균)변화를 표 10-15에 나타내었다. 총균은 포장재A의 경우 control구에서 저장 0일째에 0.70 cfu/g수준으로 검출되었고 저장 60일 경과시 2.30 cfu/g수준으로 검출되었으며, 녹색 WG쌀 첨가구는 저장초기에는 0.0 cfu/g이었으나 저장 60일 경과시 2.0cfu/g수준으로 검출되었다. 포장재B의 경우 저장 기간동안 control구에서는 총균이 0.0 cfu/g이었고, 반면 녹색 WG쌀 첨가구는 저장초기에 0.69 cfu/g, 저장 60일 경과시 2.0 cfu/g수준으로 검출되었다.

대장균은 포장재A와 B 및 저장기간경과시 검출되지 않았다.

표 10-15. 포장재에 따른 저장기간별 미생물 변화

		0일	30일	60일
총균 (cfu/g)	포장재A			
	control	0.70	1.70	2.30
	녹색 WG쌀첨가	0.00	0.00	2.00
	포장재B			
	control	0.00	0.00	0.00
	녹색 WG쌀첨가	0.69	1.69	2.00
대장균	포장재A			
	control	N.D*	N.D	N.D
	녹색 WG쌀첨가	N.D	N.D	N.D
	포장재B			
	control	N.D	N.D	N.D
	녹색 WG쌀첨가	N.D	N.D	N.D

*N.D : Not detected

8. 녹색 WG, WG보리 첨가 치즈쿠키

녹색 WG, WG보리 첨가 치즈쿠키 반죽 및 쿠키 사진을 그림 10-19에 나타내었다. 녹색 WG, WG보리를 첨가하여 치즈쿠키를 제조할 경우, 탄력, 신장성 및 점성이 저하되었으며, 씹는 질감도 바삭바삭하지 않고 부드러운 식감을 나타내었다.



그림 10-19. 녹색 WG, WG보리 첨가 치즈쿠키 반죽 및 쿠키 사진

(1) Macronutrients

녹색 WG, WG보리 첨가 치즈 쿠키의 macronutrients 분석결과를 표 10-16에 나타내었다. 열량은 control구가 521.16 kcal/100g, 녹색 WG밀 첨가 486.4 kcal/100g, 녹색 WG보리첨가 536.7 kcal/100g수준으로 나타났으며, 탄수화물은 control구가 57.49 g/100g으로 가장 많았고, 녹색 WG보리첨가구가 46.6 g/100g으로 가장 적은 함량을 나타내었다. 반면, 조단백질과 조지방은 녹색 WG보리첨가구가 11.3 g/100g, 33.9 g/100g으로 가장 많이 함유되어 있었다. 수분함량은녹색 WG밀 첨가구가 7.8 g/100g, 녹색 WG보리 첨가구 6.8 g/100g, control구가 4.17 g/100g 수준으로 나타났다. 식이섬유는 control구가 7.5 g/100g 수준인 반면, 녹색 WG밀첨가구 11.86 g/100g녹색 WG보리 첨가구 13.06 g/100g으로 control구보다 많이 함유되어 있었다.

표 10-16. 녹색 WG, WG보리 첨가 치즈 쿠키의 Macronutrients

(100g 당)

	열량 (kcal)	탄수화물 (g)	조단백질 (g)	조지방 (g)	수분 (g)	식이섬유 (g)
Control	521.16	57.49	8.0	28.8	4.17	7.50
녹색 WG밀첨가	486.40	54.90	10.9	24.8	7.80	11.86
녹색 WG보리첨가	536.70	46.60	11.3	33.9	6.80	13.06

(2) Micronutrients

녹색 WG밀, WG보리 첨가 치즈 쿠키의 micronutrients 분석결과를 표 10-17에 나타내었다. Control, 녹색 WG밀, 녹색 WG보리첨가구의 나이아신 함량은 각각 1.7 mg/100g, 2.32 mg/100g, 2.48 mg/100g으로 녹색 WG밀, WG보리 첨가구에서 유의적으로 높았으며, 비타민B1 함량은 비슷한 수준으로 나타났다. 칼륨함량은 녹색 WG밀, 녹색 WG보리 첨가구가 각각 255.89 mg/100g, 241.19 mg/100g 으로 control보다 높았으며, 베타카로틴은 녹색 WG밀첨가구가 0.82 mg/100g으로 가장 많이 함유되어 있었다.

표 10-17. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 치즈 쿠키의 Micronutrients

(100g 당)

	나이아신 (mg)	비타민B1 (mg)	칼륨 (mg)	베타카로틴 (mg)
Control	1.70	1.90	176.91	0.058
녹색 WG밀첨가	2.32	1.73	255.89	0.82
녹색 WG보리첨가	2.48	1.52	241.19	0.27

(3) 미생물학적 특성

녹색 WG밀, WG보리 첨가 치즈 쿠키의 미생물(총균, 대장균)변화를 표 10-18에 나타내었다. 대장균군은 3가지 처리구 모두 검출되지 않았고, 총균은 control구에서 1.70 cfu/g, 녹색 WG밀 첨가 2.37 cfu/g 수준으로 검출되었고, 녹색 WG보리 첨가구에서는 0.0 cfu/g수준으로 검출되었다.

표10- 18. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 치즈 쿠키의 미생물학적 특성

	Control	녹색 WG밀첨가	녹색 WG보리첨가
총균 (cfu/g)	1.70	2.37	0.0
대장균	N.D*	N.D	N.D

*N.D : Not detected

(4) 관능평가

녹색 WG밀, WG보리 첨가 치즈쿠키의 관능평가 결과를 그림 10-20에 나타내었다. 외관은 control구가 4.4, 녹색 WG밀 4.2, 녹색 WG보리 2.4 순으로 나타났으며, 색은 녹색 WG 밀이 4.4로 가장 높았다. 냄새는 3.2 - 3.8사이에 분포하며, 질감은 녹색 WG보리첨가구가 4.6 점으로 가장 높았으며 control구가 3.8점으로 가장 낮았다. 전반적인 기호도는 녹색 WG 밀>control>녹색 WG보리 순으로 각각 4.2, 3.8, 3.2점으로 나타났다.

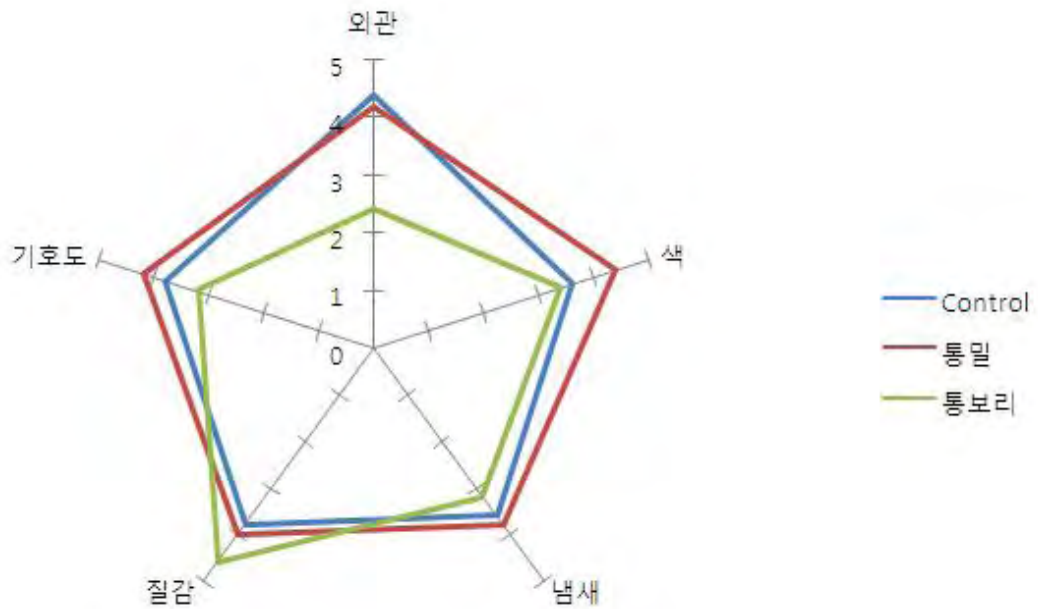


그림 10-20. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 치즈쿠키 관능평가 결과

9. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바

녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바의 외관을 그림 10-21에 나타내었다. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바 제조 결과 control구는 질감이 딱딱하고 윤기가 흐르며, 녹색 WG밀처리구는 질감이 부드러우나 씹었을 경우 텁텁하다. 녹색 WG보리첨가구는 질감이 부드러워 영양바가 으스러지며, 녹색 WG밀, WG보리 첨가구 모두 풋내가 진하고 씹었을 경우 질감이 푸석거린다.



그림 10-21. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바 사진

(1) 관능평가

녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바의 관능평가 결과를 그림 10-22에 나타내었다. 외관은 control구가 4.6으로 가장 높았고, 녹색 WG밀, 녹색 WG보리 첨가구는 3.2점으로 낮은 점수를 받았다. 색은 control구가 5, 녹색 WG밀 3, 녹색 WG보리 3점을 받았고, 냄새는 control 3.2, 녹색 WG밀 2.2, 녹색 WG보리 1.8의 순으로 나타났다. 질감은 control구가 5점으로 가장 단단하였으며, 녹색 WG밀 2.4, 녹색 WG보리 1.4의 순으로 부드러웠다. 전체적인 기호도는 control 3.4>녹색 WG밀 2.4>녹색 WG보리 2.2의 순으로 나타났다.

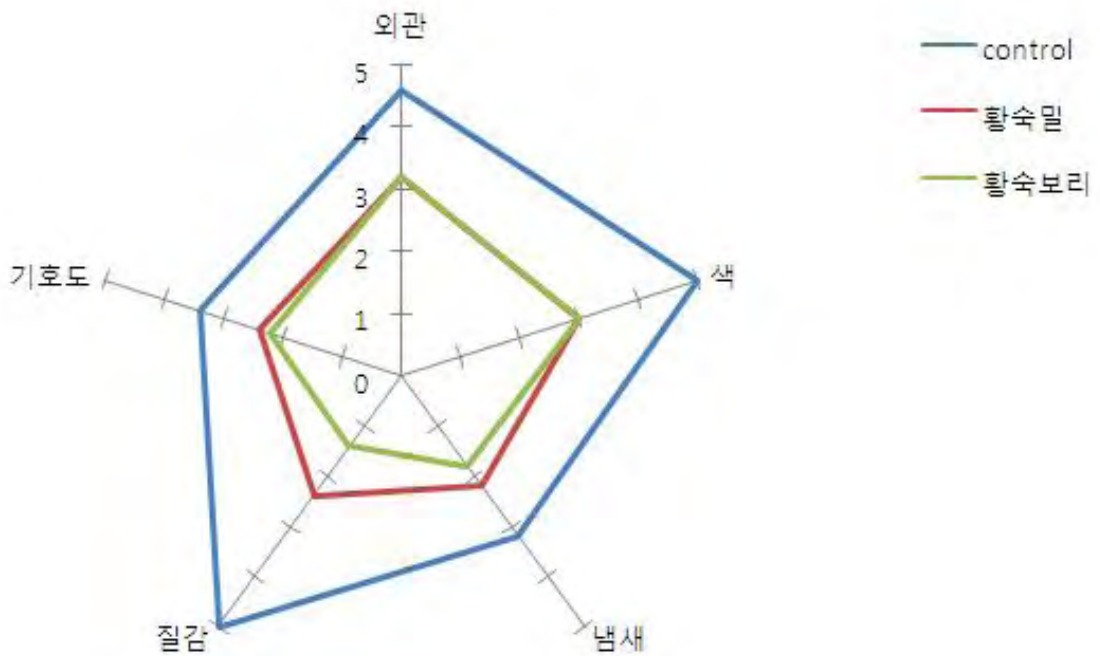


그림 10-22. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바 관능평가 결과

(2) 미생물학적 특성

(가) 총균

녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바의 저장일에 따른 총 균수 변화를 그림 10-23에 나타내었다. 제조 직후 control구에서는 0.0 cfu/mL, 녹색 WG밀 3.24 cfu/mL, 녹색 WG보리 5.52cfu/mL수준으로 검출되었다. 온도 40°C 습도 70%에서 30일간 가속시험 후, 총 균수를 분석한 결과 control구에서는 3.18 cfu/mL, 녹색 WG밀 4.31 cfu/mL, 녹색 WG보리 4.58 cfu/mL 수준으로 녹색 WG밀, 녹색 WG보리 첨가구가 control구보다 높은 수준으로 검출되었다. 식품 공전에 기재된 과자, 캔디류의 세균수(10,000 cfu/g)규격에 적합한 것으로 나타났다.

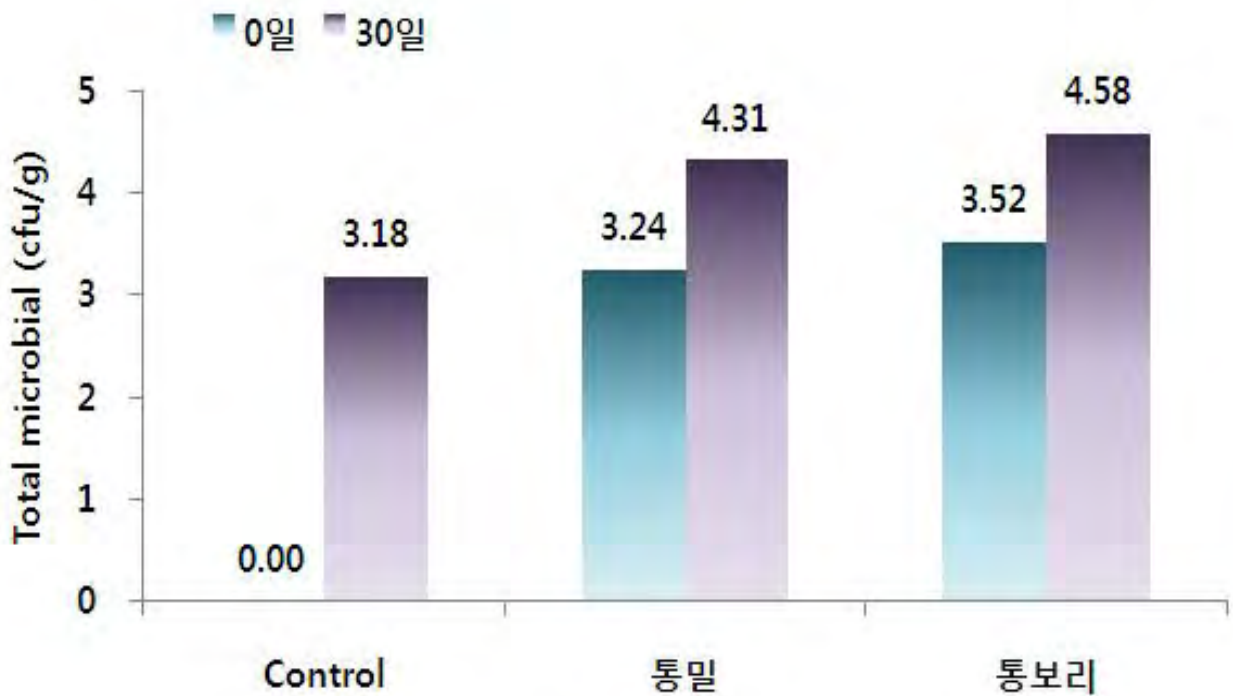


그림 10-23. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바의 저장일에 따른 총균 변화

(나) 대장균군

녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바의 저장일에 따른 대장균군 변화를 표 10-19에 나타내었다. 저장일 및 처리구에 관계없이 대장균군은 모두 검출되지 않았다.

표 10-19. 녹색 WG밀, WG보리 첨가 영양바의 저장일에 따른 대장균군

	Control	녹색 WG밀첨가	녹색 WG보리첨가
0일	N.D*	N.D	N.D
30일	N.D	N.D	N.D

*N.D : Not detected

10. 포장재별 저장 실험

농도별 소금물(0%, 1.5%, 3.0%)을 각각 2L씩 제조한 후 끓기 시작하면 WG 1.5kg를 넣고 6분간 끓인 후 실온에서 냉각하였다. 냉각 후 파우치(폴리에틸렌)에 포장 후 저온(4℃)에 저장하였으며, 통조림은 121℃에서 30분 멸균하여 실온(25℃)에 저장하여 사용하였다.

(1) 파우치(폴리에틸렌, Polyethylene)

소금물 농도에 따른 WG파우치 사진을 표10-20에 나타내었다.

표 10-20. 소금물 농도에 따른 WG 파우치 사진



(2) 통조림

소금물 농도에 따른 WG통조림 사진을 표10-21에 나타내었다.

표 10-21. 소금물 농도에 따른 WG 통조림 사진





















11. 포장재에 따른 WG의 저장기간 중 외관변화

(1) 파우치(폴리에틸렌, Polyethylene)

저장기간 및 소금물농도에 따른 WG 외관 변화를 표 10-22에 나타내었다. 저장0일에서부터 저장10일째까지는 소금물의 농도에 따른 외관상의 변화는 없었으며, 저장일이 경과함에 따라 0% 소금물, 1.5% 소금물, 3% 소금물 처리구 모두 WG의 색이 녹색에서 갈색으로 변화되었다. 저장15일 경과시 0% 소금물 처리구는 선녹색으로 변화되었고, 소금물 처리구(1.5%, 3%)는 갈색빛을 나타내었다. 저장 20일이 경과함에 따라 모든 처리구가 선녹색으로 변화되었고, WG의 윤기와 탄력이 없어진 것으로 나타났다.

표 10-22. 저장기간 및 소금물 농도에 따른 WG 외관 변화

저장기간	0% 소금물	1.5% 소금물	3.0% 소금물
0			
5			
10			
15			
20			
25			

12. 포장재별 WG의 β -carotene분석

(1) 파우치(폴리에틸렌, Polyethylene)

저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 베타카로틴 함량 변화를 그림 10-24에 나타내었다. 처리전 WG의 베타카로틴 함량은 0.7106 mg/100g 이었으나, 소금물의 농도별로 தெ친결과 약 61% 감소하는 경향을 보였다. 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구의 베타카로틴 함량은 증가하는 경향을 보였다. 0% 소금물 처리구가 저장 기간 동안 (저장 0일 0.3483 mg/100g, 저장 25일 0.9396mg/100g)으로 베타카로틴 함량이 가장 높았으며, 3% 소금물 처리구가 (저장 0일 0.2536mg/100g, 저장 25일 0.4983mg/100g)으로 가장 적은 베타카로틴을 함유하고 있었다.

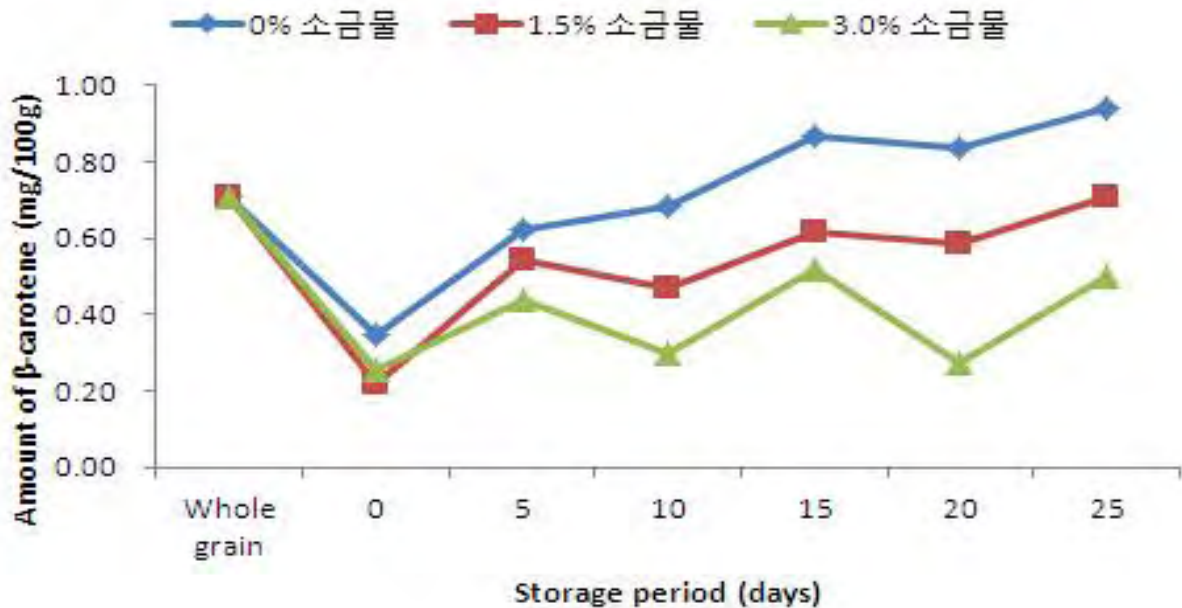


그림 10-24. 저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 베타카로틴 함량 변화

(2) 통조림

저장기간에 따른 통조림 저장 WG의 베타카로틴 함량 변화를 표 10-23에 나타내었다. 처리 전 WG의 베타카로틴 함량은 0.7106mg/100g이었으나, 데친 후 통조림 포장하여 살균한 WG의 베타카로틴 함량은 0.4391mg/100g으로 약 38.2% 감소하였다. 저장90일경과시 WG의 베타카로틴 함량은 0.2549mg/100g 으로 처리전의 WG 보다 64.1% 감소하였고, 저장 150일경과시 베타카로틴 함량은 0.2310mg/100g 으로 처리전의 WG 보다 67.4% 감소하였다. 저장0일째 WG의 베타카로틴 함량은 0.4391mg/100g, 저장90일 경과시 0.2549mg/100g (41.9%감소), 저장150일 경과시 0.2310mg/100g (47.3%감소)로 나타났다.

표 10-23. 저장기간에 따른 통조림 저장 WG의 베타카로틴 함량 변화

(단위 : mg/100g)

저장기간(일)	WG*	0	90	150
WG	0.7106	0.4391	0.2549	0.2310

13. 포장재별 WG의 미생물학적 평가

(1) 파우치(폴리에틸렌, Polyethylene)

(가) 총균 (Total microbial)

저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 총균 함량변화를 그림 10-25에 나타내었다. 저장초기의 총균 함량은 소금물의 농도가 증가함에 따라 감소되는 경향을 나타내었고, 이는 저장기간 동안 유사한 경향으로 나타났다. 저장0일째 0% 소금물 처리구의 총균은 4.78 log(cfu/g), 1.5% 소금물 처리구는 3.60log(cfu/g), 3% 소금물 처리구는 3.00log(cfu/g)로 검출되었다. 저장5일경과시 모든 처리구의 총균이 증가하였고(7.40, 7.67, 5.86log(cfu/g)) 3% 소금물 처리구의 총균이 가장 적게 검출된 것을 알 수 있었다. 저장10일경과시 0% 및 1.5% 소금물 처리구의 총균함량은 8.08, 8.04log(cfu/g)로 비슷한 수준으로 검출된 반면 3% 소금물 처리구는 7.16log(cfu/g)로 검출되었다. 0% 및 1.5% 소금물 처리구는 저장 10일 경과시부터 저장 25일 경과시 까지 비슷한 수준의 총균 함량을 보였으며, 저장 25일 경과시 3% 소금물 처리구가 7.53log(cfu/g)로 검출되었다. 저장기간 및 소금물의 농도에 따른 파우치 저장 WG의 총균 함량 측정결과 소금물의 농도가 증가함에 따라 총균수가 적게 검출되는 것을 알 수 있었다.

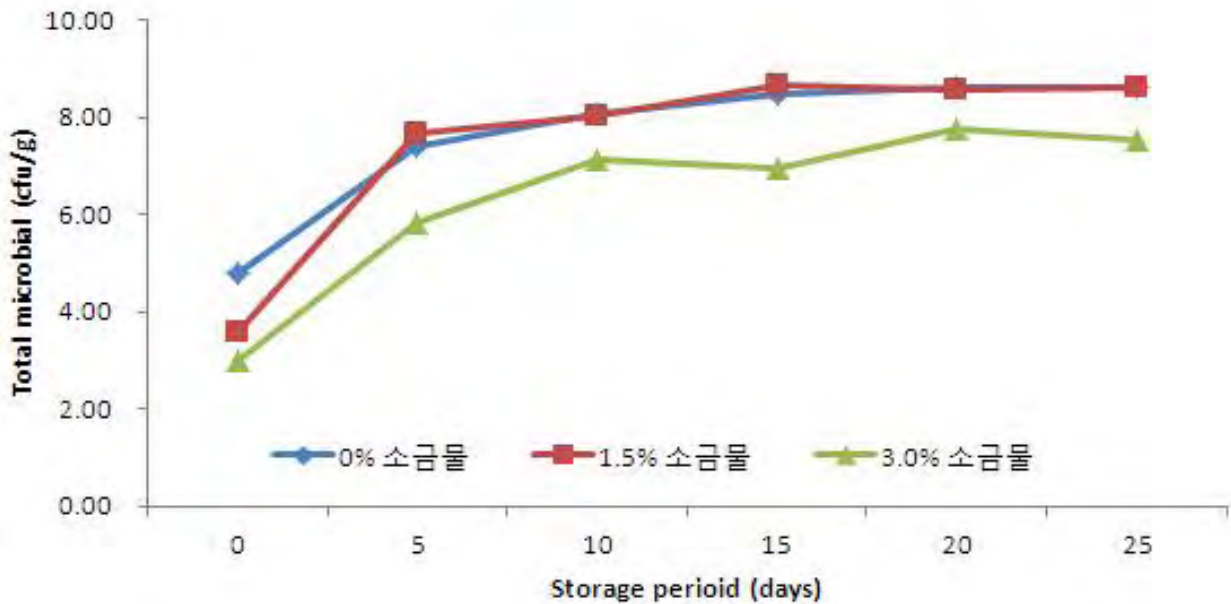


그림 10-25. 저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 총균 함량 변화

(나) 대장균군

저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 대장균군 함량 변화를 표 10-24에 나타내었다. 저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 모든 처리구에서 대장균군은 검출되지 않았다.

표 10-24. 저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 대장균군 함량 변화

저장기간 (일)	0	5	10	15	20	25
0% 소금물	N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1.5% 소금물	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
3.0% 소금물	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

*N.D : Not Detected

(2) 통조림

(가) 총균 (Total microbial)

저장기간에 따른 통조림 저장 WG의 총균 함량 변화를 표 10-25에 나타내었다. 처리직 후 및 저장 90일 경과시에는 총균은 검출되지 않았으며, 저장 150일 경과시에는 2.43log(cfu/g)수준으로 검출되었다.

표 10-25. 저장기간에 따른 통조림 저장 WG의 총균 함량 변화

단위 : log(cfu/g)

저장기간 (일)	0	90	150
WG	N.D*	N.D	2.43

*N.D : Not Detected

(나) 대장균군

저장기간에 따른 통조림 저장 WG의 대장균군 함량 변화를 표 10-26에 나타내었다. 저장기간에 따른 통조림 저장 WG의 대장균군은 모든 처리구에서 검출되지 않았다.

표 10-26. 저장기간에 따른 통조림 저장 WG의 대장균군 함량 변화

저장기간 (일)	0	90	150
WG	N.D*	N.D	N.D

*N.D : Not Detected

14. 관능평가

(1) 파우치(폴리에틸렌, Polyethylene)

저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 관능평가 결과를 표 10-27에 나타내었다. 저장 0일째의 전반적인 기호도는 3% 소금물 처리구가 5.0으로 가장 높았고, 1.5% 소금물 처리구 3.5, 0%소금물 처리구 2.5순으로 나타났다. 조직감도 3% 소금물 처리구가 5점으로 가장 좋은 것으로 나타났다. 저장10일경과시 전반적인 기호도는 3%소금물처리구 > 1.5% 소금물 처리구 > 0% 소금물 처리구 (4.5, 3.0, 2.5) 순으로 나타났으며 외관, 냄새, 맛, 조직감 또한 소금물의 농도가 증가함에 따라 좋은 점수를 받았다. 저장 15일 경과시 1.5% 소금물 처리구가 팽창되었으며, 전반적인 기호도는 3% 소금물 처리구가 4.0으로 가장 높았다. 또한 0% 소금물 처리구가 1.5% 소금물 처리구보다 냄새, 맛, 전반적인 기호도에서 높은 점수를 나타내었다. 저장 20일 경과시 0% 및 1.5% 소금물 처리구가 팽창되었고, 이취가 발생하였다. 관능평가 결과 역시 3% 소금물 처리구의 전반적인 기호도가 가장 높게 나타났다. 저장 25일 경과시에는 관능평가가 불가능하여 실시하지 못하였다.

저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 관능평가 결과 3% 소금물 처리구가 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도면에서 모두 우수한 점수를 받았다.

표 10-27. 저장기간 및 소금물 농도에 따른 파우치 저장 WG의 관능평가 결과

	소금물농도 (%)	외관	냄새	맛	조직감	전반적인 기호도
	0	3.00	2.00	2.50	3.00	2.50
0	1.5	4.50	4.00	4.00	2.50	3.50
	3	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00
	0	3.25	2.75	2.25	2.75	2.75
5	1.5	2.75	2.50	2.75	2.75	2.75
	3	4.50	4.00	4.25	4.25	4.50
	0	2.75	2.50	1.75	2.25	2.50
10	1.5	3.00	2.75	2.50	3.25	3.00
	3	4.25	4.00	4.00	4.25	4.50
	0	2.25	2.25	2.00	2.25	2.25
15	1.5	2.50	1.75	1.50	2.75	2.00
	3	4.25	3.75	4.00	3.75	4.00
	0	2.00	1.50	2.25	2.25	2.00
20	1.5	1.50	1.00	1.25	2.75	1.50
	3	4.00	3.75	3.75	3.50	4.00

(2) 통조림 (저장초기)

소금물 농도에 따른 통조림 저장 WG의 관능평가 결과를 표 10-28에 나타내었다. 전반적인 기호도는 3% 소금물 처리구 > 1.5% 소금물 처리구 > 0% 소금물 처리구 순으로 나타났으며 이는 파우치 저장 WG과 유사한 경향을 나타내었다. 외관, 맛, 조직감에서도 소금물의 농도가 증가함에 따라 높은 점수를 얻었으며, 냄새는 3% 소금물 처리구 > 0% 소금물 처리구 > 1.5% 소금물 처리구 순으로 나타났다.

표 10-28. 소금물 농도에 따른 통조림 저장 WG의 관능평가 결과

	외관	냄새	맛	조직감	전반적인 기호도
0% 소금물	3.00	3.50	2.25	2.75	2.75
1.5% 소금물	3.25	2.75	3.25	3.50	3.50
3.0% 소금물	4.25	3.75	4.00	4.25	4.25

15. 국내·외 곡류 및 곡류 제품의 유통 환경과 전략

(1) 국내 곡류 및 곡류 제품의 유통 환경

우리나라가 수입하는 곡물 대부분은 카길 등 4대 곡물회사(곡물메이저)와 일본계 곡물회사가 공급하고 있다. 또한 국제 곡물 가격이 급등하면 곡물 메이저는 독과점시장을 활용하여 다른 곡물회사보다 비싼 가격에 곡물을 공급하고 있는 것으로 분석된다. 한국농촌경제연구원에 따르면 우리나라는 생산 기반이 취약한 옥수수, 콩, 밀 등 3개 곡물을 연간 1,300만 톤가량 수입하고 있는 것으로 나타났다.

2009년 생산량 기준 국민 다소비 식품 세부품목 순위를 표10-29에 나타내었다. 식품 출하액 기준 '09년도 생산실적 순위(기구, 용기, 포장지 제외)는 음료류(1위), 기타식품류(2위), 규격 외 일반가공식품(3위), 면류(4위), 과자류(5위)순으로 나타났다. 2009년 우리나라 국민 다소비 식품의 세부품목 순위를 보면, 기타식품류의 밀가루가 163만톤 생산되어 국내 식품 중 가장 많이 생산되어 소비된 것으로 나타났다. 그 다음으로는 백설탕(124만톤), 기타 식품류의 즉석-섭취 식품(기타)(111.3만톤), 음료류의 탄산음료(111.2만톤)순으로 소비량이 많았다.⁴⁾

표 10-29. 2009년 생산량 기준 국민 다소비 식품 세부품목 순위

(단위 : 톤, 억원, 백만달러)

순위	품목군	품목명	생산량(T)	국내출하액 (억원)	수출액 (백만달러)
1	기타 식품류	밀가루	1,633,322	11,490	4.3
2	설탕	백설탕	1,249,516	7,158	128.1
3	기타 식품류	즉석섭취식품(기타)	1,113,579	1,715	0.1
4	음료류	탄산음료	1,112,575	10,547	9.7
5	음료류	혼합음료	522,623	6,182	25.5
6	음료류	과·채음료(가열)	490,163	5,095	18.2
7	식용유지류	콩기름(대두유)	373,623	5,578	4.4
8	규격외 일반가공식품	기타가공품	373,299	8,339	68.2
9	염류	물엿	372,994	2,225	0.1
10	빵 또는 떡류	떡류	352,322	2,934	2.6
11	면류	유탕면류(봉지라면)	351,697	12,863	51.6
12	규격외 일반가공식품	곡류가공품	345,405	4,198	9.5
13	두부류 또는 묵류	두부	336,484	4,248	0.0
14	조미식품	소스류	327,987	6,170	9.2
15	김치류	배추김치	324,499	4,996	75.3
16	기타 식품류	기타전분	259,936	1,327	14.6
17	과당	액상과당	257,414	1,276	4.1
18	빵 또는 떡류	빵류(기타)	252,608	7,096	3.2
19	절임식품	절임류	221,140	2,900	3.8
20	규격외 일반가공식품	수산물가공품(어류)	219,587	7,072	165.4

출처 : 식품의약품안전청, 2009년도 식품의약품안전청 식품 및 식품첨가물 생산실적, 2010

(2) 국외 곡류 및 곡류 제품 유통 환경

현재 세계 총인구는 2010년 69억 870만 명에 이르고 있으며 2030년 83억 889만 명으로 약 14억명 가량 증가할 것으로 추정하고 있다(UN Population Division). 세계식량수급 전망에 대해 중국, 인도 등 아시아, 아프리카의 인구 증가와 소득증가에 의해 초래되어 나타나는 수요량>공급량에 의한 재고량 감소 등 비관적인 면이 예측되고 있다(OECD, 일본농림수산성). 또한 WTO체제하에서 자유무역의 진전은 수출국, 수입국의 편증을 가속화 가능성을 높일 수 있다. 우리나라의 식량자급률은 계속 하락하여 2009년 26.7%로 매우 낮은 수준이다.

농산물 국제수급의 추이를 보면, 80년대에 있어서는 공급과잉기조를 보이면서 국제 가격은 일시적인 기상악화를 제외하고는 저가 기조를 보였다. 이러한 요인은 식량부족을 해결하려는 국가정책에 농업R&D강화 등에 의해 다수확 품종개발 및 화학비료의 증투에 의해 단위면적당 수량이 대폭 증가에 기인한 것이다. 또한 세계적으로 미국, EC 등 주요국의 가격지지정책과 농산물 과잉해소를 위해 보조금을 통한 수출 증가 등이 있었다.

세계 식량수급의 중장기 전망요인을 보면 인구증가, 소득수준 향상 등에 따른 아시아 등을 중심으로 식용, 사료용 및 바이오 에너지 곡물에 대한 수요확대, 낮은 곡물 재고수준의 지속으로 가격상승 추세가 전망되고 있다.

4개 국제기관 및 국가에서 개발한 “세계식량수급모형”의 개발과정은 그림 10-26과 같다. 또한 세계식량 수급모델의 흐름도(곡물)를 그림 10-27에 나타내었다. OECD와 FAO에서 개발되어 통합된 AGRINK-COSIMO모형은 각국의 농업정책이 세계 농산물의 수급에 미치는 영향에 대해서 분석하는 것으로 10년 정도의 중기적인 식량수급 전망을 수행하고 있다. 미농무성의 CLS모형은 미국 농산물 시장을 중심으로 식량수급 전망을 수행하고 있다. 일본 농림수산성 모형은 식량수입국의 입장에서 아시아를 중심으로 식량수급을 전망하고 있다.

세계 농산물시장의 변화요인으로 식생활 변화, 바이오 연료의 수요 확대에 따른 영향 등을 들 수 있다.⁵⁾

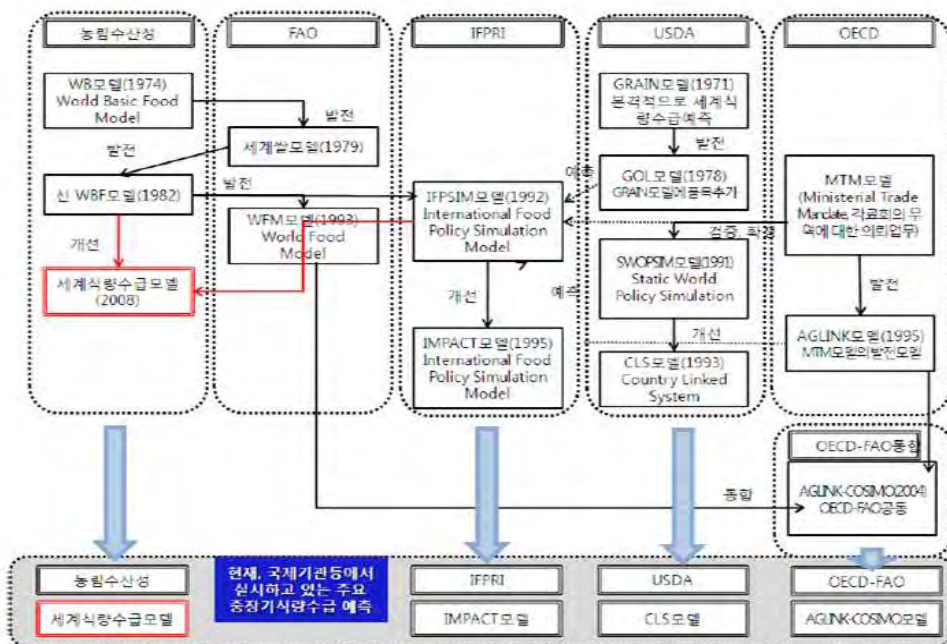


그림 10-26. 세계식량수급 전망모델

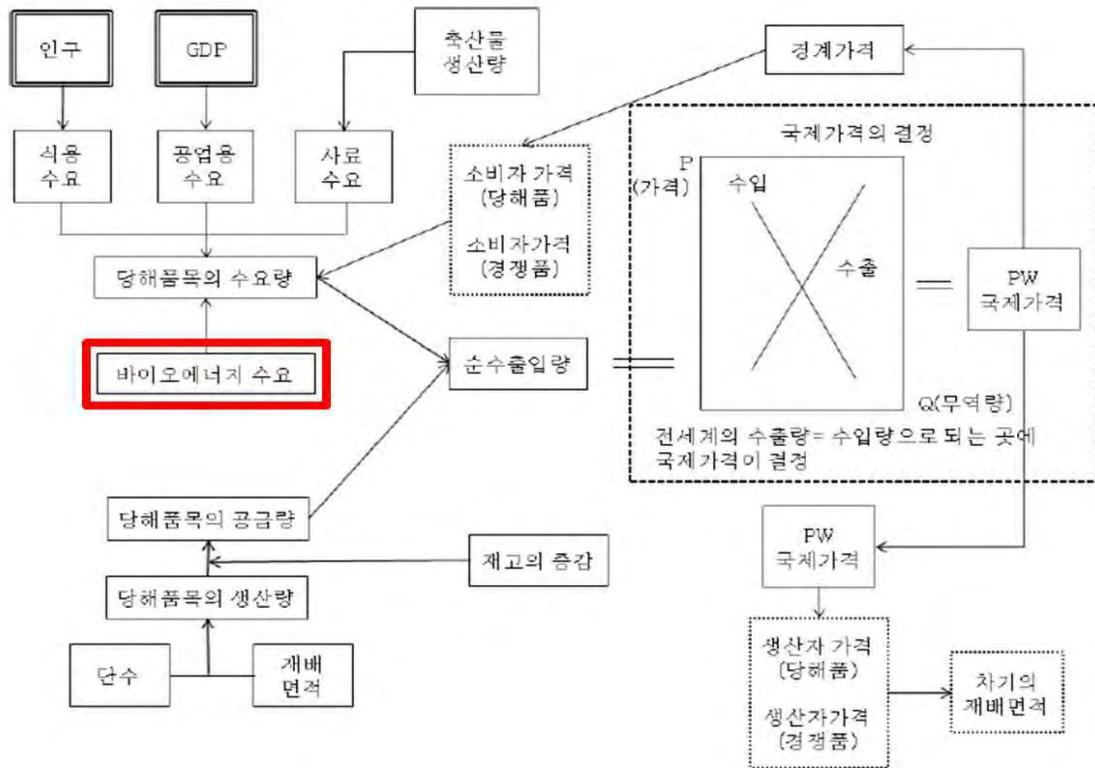


그림 10-27. 세계식량 수급모델의 흐름도(곡물)

(가) 밀

밀에 대한 지역별 예측결과를 표10-30에 나타내었다. 북미, 오세아니아, 유럽이 수출 중심지역이며, 중남미, 아시아, 중동, 아프리카가 순수입 지역으로 나타났다. 중남미, 아시아, 중동, 아프리카 지역은 생산량 증가보다 소비량 증가가 크게 나타나 2020년도의 순수입량은 증가한 것으로 나타났다. 아시아에서는, 중국의 수출량 감소, 인도의 수입량 증가가 예상되고 북미, 오세아니아, 유럽에서는 상대적으로 생산량의 증가가 크게 나타나 2020년도의 수출량이 증가하고 특히 러시아의 순수출량이 대폭 증가할 것으로 예상되었다.⁵⁾

표 10-30. 밀에 대한 지역별 예측결과

(단위 : 백만톤)

구분	생산량		소비량		순수출입량	
	2012	2020	2012	2020	2012	2020
합계	702.1	790.0	702.1	790.0	0.0	0.0
북미	91.8	96.7	44.5	46.5	47.3	50.2
중남미	27.0	32.0	37.9	42.0	-10.9	-10.0
오세아니아	17.5	24.8	8.3	8.9	9.2	16.0
아시아	265.5	305.9	288.3	340.2	-22.8	-34.3
중동	42.4	46.0	57.8	67.9	-15.4	-21.9
유럽	233.9	253.3	206.0	207.6	27.9	45.8
아프리카	24.0	31.2	59.2	77.0	-35.3	-45.8
미국	64.4	66.4	35.2	36.6	29.2	29.8
중국	123.0	120.8	116.8	120.2	6.2	0.6
인도	83.2	109.0	82.8	112.9	0.4	-3.9
E27	147.5	157.1	139.0	143.6	8.4	13.5
러시아	58.8	66.9	43.3	42.2	15.5	24.7

(나) 옥수수

옥수수에 대한 지역별 예측결과를 표10-31에 나타내었다. 북미, 중남미가 순수출지역, 아시아, 중동, 만주, 아프리카가 순수입지역이며 아시아, 아프리카, 중동에서는 생산량도 증가하지만 사료용 수요 등의 소비량이 증가하여 순수입량이 증가하였다. 아시아에서는 중국이 순수출국에서 순수입국으로 전환될 것으로 예상되고 유럽에서는 E27 등에서 생산량의 증가가 소비량의 증가를 웃도는 것으로 예상되었다. 미국은 옥수수 이용의 바이오에탄올 수요증대 등에 의해 소비량이 크게 증가하고 브라질, 아르헨티나는 소비수요보다 생산량의 증가가 더 크게 나타나 수출량의 증가가 예상된다.⁵⁾

표 10-31. 옥수수에 대한 지역별 예측결과

(단위 : 백만톤)

구분	생산량		소비량		순수출입량	
	2012	2020	2012	2020	2012	2020
합계	870.1	1010.0	870.1	1010.0	0.0	0.0
북미	355.9	419.3	303.2	374.4	52.7	45.0
중남미	124.5	150.9	121.8	135.9	2.7	15.0
오세아니아	0.6	0.7	0.6	0.6	-0.0	0.1
아시아	235.6	262.1	263.5	297.5	-27.9	-35.3
중동	6.3	8.2	17.2	19.7	-10.9	-11.5
유럽	88.7	100.4	95.2	100.5	-6.4	-0.0
아프리카	58.6	68.3	68.7	81.4	-10.1	-13.2
미국	344.0	406.2	289.1	358.6	55.0	47.5
중국	178.3	193.7	170.5	197.8	7.8	-4.2
E27	62.2	71.8	71.8	76.9	-9.6	-5.1
아르헨티나	21.9	23.6	7.8	8.9	14.1	14.7
브라질	60.8	76.2	49.0	58.7	11.9	17.5

(다) 쌀

쌀에 대한 지역별 예측결과를 표10-32에 나타내었다. 아시아와 북미지역이 순수출지역으로 나타났다. 중남미, 중동, 유럽, 아프리카는 순수입지역으로 예측되었다. 아시아는 태국, 베트남과 함께 주요 수출국으로 수출량이 증가할 것으로 전망된다. 중국, 인도는 수요량이 꾸준히 증가할 것으로 보였고 인도네시아, 방글라데시는 순수입이 향후 지속될 것으로 추정되었다. 중동, 아프리카는 향후 순수입량이 확대되고 중남미 및 유럽은 순수입량이 감소할 것으로 전망되었다.⁵⁾

표 10-32. 쌀에 대한 지역별 예측결과

(단위 : 백만톤)

구분	생산량		소비량		수출입량	
	2012	2020	2012	2020	2012	2020
합계	470.5	530.1	470.4	530.1	0.0	0.0
북미	6.9	8.1	4.8	5.1	2.2	2.9
중남미	18.5	22.0	20.0	22.7	-1.5	-0.7
오세아니아	0.1	0.1	0.3	0.4	-0.2	-0.3
아시아	423.8	473.9	407.2	454.9	16.6	19.0
중동	2.5	2.8	8.8	10.3	-6.3	-7.5
유럽	2.6	3.3	4.4	4.4	-1.9	-1.1
아프리카	16.1	19.9	25.0	32.3	-8.8	-12.4
중국	142.9	144.4	142.3	141.5	0.7	2.9
태국	21.4	23.6	10.4	10.8	11.0	12.8
베트남	28.0	31.4	20.7	25.0	5.3	6.4
인도네시아	40.6	46.0	40.2	46.6	0.4	-0.6
인도	100.9	122.3	97.6	121.7	3.3	0.7
방글라데시아	32.1	41.7	33.6	41.8	-1.5	-0.1

(라) 기타 곡물

기타 곡물에 대한 지역별 예측결과를 표10-33에 나타내었다. 북미, 오세아니아, 유럽이 순수출지역이고 중남미, 아시아, 중동, 아프리카가 순수입지역으로 나타났다. 중남미, 아시아, 중동, 아프리카는 생산량도 증가하지만, 소비량이 증가하기 때문에 수입량 증가가 예상되고, 아시아에서는 인도가 순수출국에서 순수입국으로 전환될 것으로 전망되었다.⁵⁾

표 10-33. 기타 곡물에 대한 지역별 예측결과

(단위 : 백만톤)

구분	생산량		소비량		순수출입량	
	2012	2020	2012	2020	2012	2020
합계	285.6	324.9	285.6	324.9	0.0	0.0
북미	33.1	36.6	26.4	30.0	6.7	6.6
중남미	17.2	18.9	18.6	22.7	-1.4	-3.9
오세아니아	10.3	12.7	6.7	7.3	3.6	5.4
아시아	34.0	38.0	37.5	43.6	-3.6	-5.6
중동	12.2	13.6	23.7	27.8	-11.5	-14.2
유럽	127.5	139.9	119.0	123.8	8.5	16.1
아프리카	51.4	65.2	53.8	69.7	-2.4	-4.5
미국	17.2	18.5	14.7	16.2	2.5	2.2
중국	21.0	23.9	20.8	26.3	0.2	-2.4
E27	79.3	83.6	77.7	83.7	1.6	-0.1
아르헨티나	29.7	35.2	26.7	26.3	3.0	8.9
브라질	18.7	25.3	18.8	24.7	-0.1	0.6

(3) 녹색 WG 유통 전략

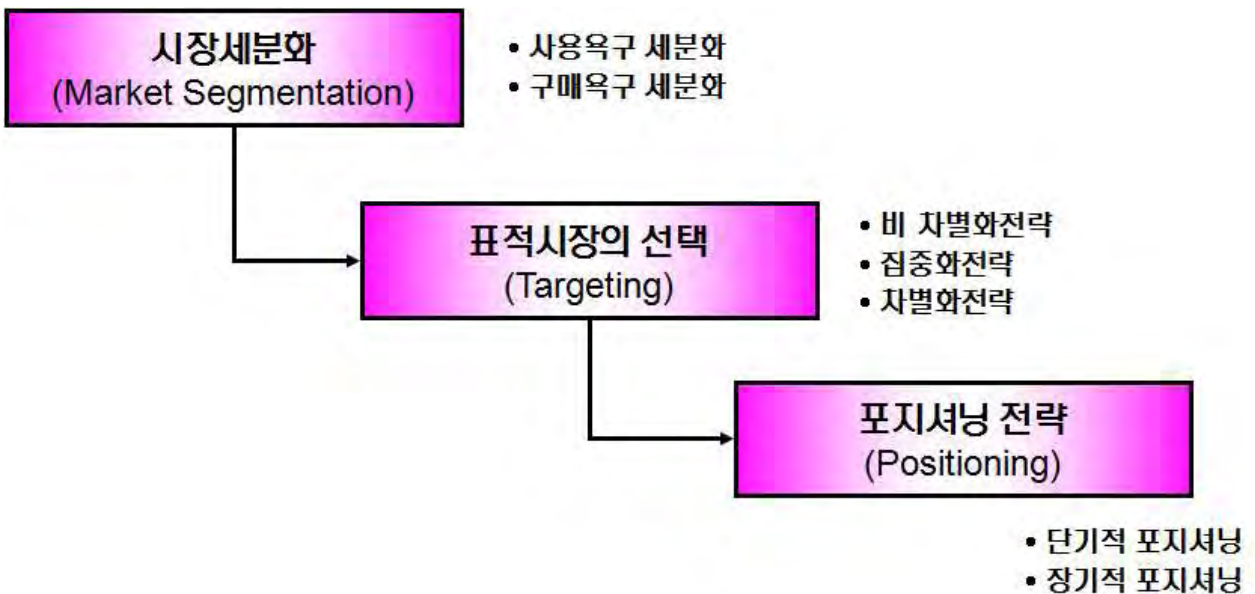
세계적으로 식품에 대한 트렌드가 간편한 곡물에서 비록 약간 거칠기는 하지만 자연이 주는 영양성분을 그대로 유지하고 있는 녹색 WG로 변화되고 있다.

이러한 페러다임 변화 속에서 소비자의 수요가 존재하는 시장에 진출전략은 매우 중요하다. WG은 기존에 확립된 유통체계를 가지고 있지 않기 때문에 더욱 새롭고 매우 통찰력이 있는 혁신방안이 모색되어야 한다.

마케팅은 20가지의 불변의 법칙이 있다. 즉 독점의 법칙, 사다리의 법칙, 반대의 법칙, 이원성의 법칙, 조망의 법칙, 리더십의 법칙, 재원의 법칙, 영역의 법칙, 인식의 법칙, 기억의 법칙 등이다.

이와 함께 중요한 전략은 STP라고 하는 세분화된 소비자의 욕구를 만족시키기 위해 도입된 마케팅 전략개념으로, 몇 개의 기준을 이용, 시장을 분류한 후, 이러한 세분시장에서 표적시장을 선택, 마케팅믹스를 통해 자사 제품을 소비자에게 인식시켜 주는 과정이다. 이는 다음과 같이 요약할 수 있다.

<STP 전략의 요약>



이들 20가지의 마케팅법칙과 STP전략을 기본으로 WG의 시장진출에 대하여 최종방안 선택을 고찰해보고자 한다.

<WG 마케팅을 위한 적극적인 소극적인 방법 요약>

직접적 (적극적)	간접적 (소극적)	비고 (마케팅 임팩트)
국내외 박람회 참여 (대표적 박람회:식품박람회, 기능성 식품박람회 등)	지자체 단체장의 기념품 개발 (금산군: 임삼, 함평군: 나비를 브랜드화한 유기농농산물, 성주: 참외 등)	☐☐
바이어 발굴 후 자료발송 (대표적 바이어: 이마트, 홈플러스, 트레이더스, 월마트, 롯데마트 등)	지자체 출입구에 게시함 (이러한 예는 현재 많이 있음)	☐
서울에서 설명회 개최함	학회에서의 특별한 심포지움 개최(식품과학회또는 식품영양학회 등과 협조: 새로운 경향)	☐
급식 업체에 WG 특성에 대한 자료공급과 상품배송 후 방문 상담		☐☐
유통업체에 자료공급과 상품배송 후 방문 상담		☐

상기 표에 요약한 바와 같이 최고 WG의 마케팅 최우선순서는 국내외 바이어를 만나기 위하여 식품박람회 등을 통한 전시회에 참여라고 사려 된다. 전시회에서는 찾아온 바이어들에게 WG의 영양적인 특성, 즉 영양학적인 또는 기능적인 면을 적극 홍보하고 구체적인 자료를 공급하여 구매가 이뤄지도록 하여야 할 것이다.

특히 WG쌀은 인간식생활의 밑바탕이 되는 에너지 공급원인 기존의 밀이나 쌀 감자 등에 속하는 전분질이다. 그러나 일반적인 전분질의 원료로서 시장에 공급을 하게되며는 시장에서의 경쟁력을 가지고 소비를 창출한다고 보기에는 매우 어렵다.

16. 수출국별 국가의 유통채널 및 판로현황

(1) 캐나다⁶⁾

- 캐나다에는 약 2만 4,000여 소매점과 6만 3,000여 식품서비스시설(레스토랑, 급식시설 등)이 있는 것으로 조사됨.
- 캐나다의 식품은 식품 소매점과 식품 서비스 시설로 유통됨. 캐나다 통계청에 의하면, 2005년 기준 식품 소매점으로 약 710억 달러, 식품 서비스 시설로 450억 달러 규모의 식품이 유통됨.
 - 식품 소매점으로 유통된 식품의 약 73%가 전통적인 식품 유통채널(Loblaws, Sobeys and Metro 등의 식품 체인점 포함)로, 나머지 27%는 드리그 스토어, Costco와 같은 회원제 할인점, Wal-Mart와 같은 대형 잡화점, 편의점 등으로 유통된 것으로 집계
 - 식품 서비스 시설로 유통된 식품의 약 78%는 레스토랑으로 유통되었으며, 22%는 호텔, 병원, 레크레이션 시설 등으로 유통된 것으로 집계
- 캐나다의 주요 식품 판매처는 슈퍼마켓으로, 2008년 식품 판매의 약 75%가 슈퍼마켓에서, 약 9.1%가 잡화점(Gneral Merchandise)에서 이루어진 것으로 조사됨.

<식품 판매 점포 타입>

슈퍼마켓	연간 매출 200만 달러 이상의 식료품점
잡화점	가정용품, 식료품 등 각종 잡화를 취급하는 점포로 면적은 12만 5,000 sq. ft. 이상
식료품 전문점	비교적 규모가 작으며(3,000 sq. ft. 이하), 건강식품, 유기농식품 등 특화됨
편의점	편의생활을 위한 상품을 취급, 개점시간이 길고 접근성이 높음
드리그 스토어	건강관련 제품을 주로 취급, 취급하는 잡화 및 식품수가 증가하는 추세

출처 : AAFC(Agriculture and Agri-Food Canada)

- 2008년 주요 소매 식품 유통채널 현황을 표10-34에 나타내었음.
- 최근 몇 년간 캐나다 내 하이퍼마켓의 성장률이 증가하는 추세, 편의점도 꾸준히 증가
- 가장 높은 판매량을 기록한 유통채널은 슈퍼마켓으로 소매 유통시장의 74.2%를 점유하고 있으며, 잡화점 및 식료품 전문점 순으로 나타남.

표 10-34. 2008년 주요 소매 식품 유통채널 현황 (단위 : 100만 달러, %)

구분	2004년		2008년	
	판매액	점유율	판매액	점유율
슈퍼마켓	51,425.9	75.0	58,430.2	74.2
잡화점	6,227.6	9.1	7,544.2	9.6
식료품 전문점	4,686.8	6.8	5,547.2	7.0
편의점	4,622.5	6.7	5,325.3	6.8
드러그스토어	963.0	1.4	1,109.4	1.4
주유소 내 식품점	642.0	0.9	739.6	0.9
총 계	68,567.8	100	78,695.9	100

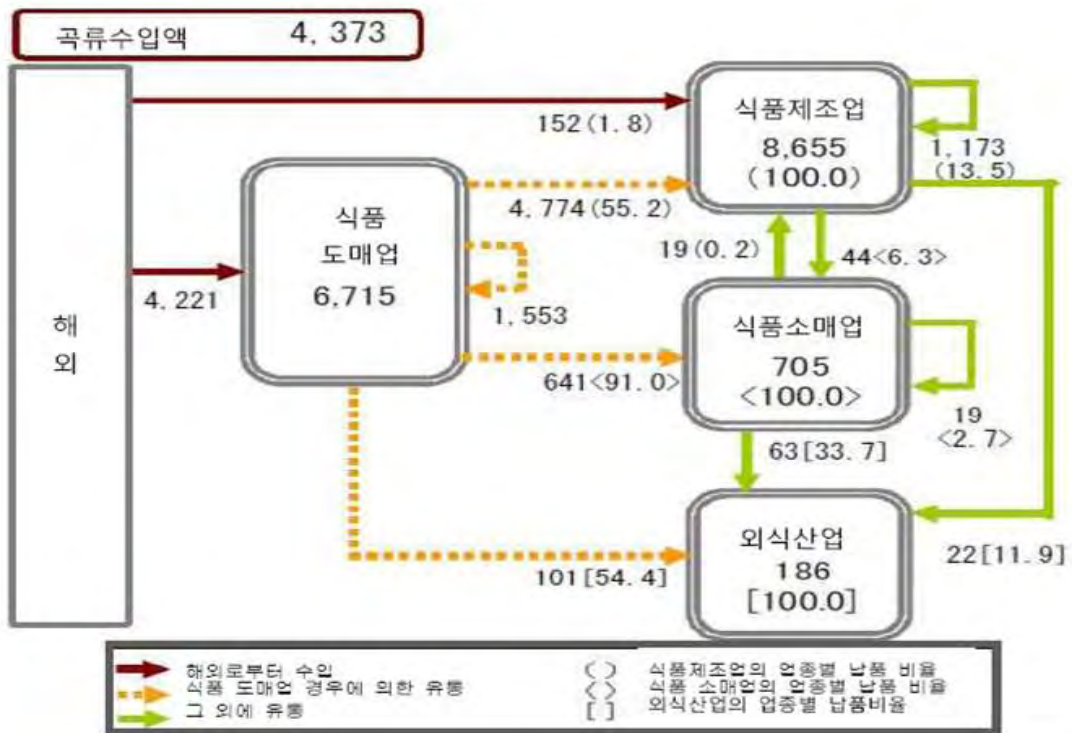
출처 : Statistics Canada

(2) 일본⁷⁾

○ 수입 곡류의 유통 구조 및 유통 경로별 구입액을 그림10-28에 나타냄.

○ 식품 산업에 있어서의 곡류의 수입액수는 4,373억 엔으로, 이 중 식품 도매업의 곡류 구입이 4,221억 엔을 기록.

○ 업종별로 수입 곡류의 구입액을 보면, 식품 제조업은 8,655억엔, 식품 소매업은 705억 엔, 외식산업은 186억 엔이며, 식품 도매업으로부터의 구입이 각각 55.2%, 91.0%, 54.4%로 가장 높음.



출처 : 일본농림수산성

그림 10-28. 수입 곡류의 유통 구조 및 주요 유통 경로별 구입액
(단위:억 엔, 괄호 안은 %)

○ 일본의 주요 항만은 전국적으로 1,024개(2008년), 주요항 128개, 특정 중요항 23개를 포함하며, 수출입 화물의 99% 이상은 항만을 경유함.

○ 주요 5대항은 도쿄항, 요코하마항, 나고야항, 오사카항, 고베항이 있음.

- 도쿄항 : 일본의 중추적인 국제 무역항 중 하나. 2007년 기준 무역액 규모는 2위.

- 나고야항 : 2007년 기준 일본최대 무역항, 같은 현 내(아이치현) 도요타 자동차의 산업소재지가 있어, 자동차 수출이 대다수를 차지하며, 수출입 화물 취급량이 국내 1위.

- 요코하마항 : 일본의 중추적인 국제무역항 중 하나, 히가시니혼을 대표하는 컨이너 항구.

- 오사카항 : 일본최대 페리터미널을 보유한 일본의 주요 국제 무역항의 하나, 수퍼 중추 항만 지정을 고베항과 함께 받고 있음.

- 고베항 : 일본의 주요 국제무역항의 하나, 일본 3대 여객항

- 주요 국제 공항은 나리타 공항, 도쿄 하네다 공항, 추부 공항, 칸사이 공항, 오사카 공항이 있음.
- 나리타 국제공항 : 수도권에 발착하는 국제선과 주요 도시로의 국내선 항공편이 발착하는 공항, 항공화물 물동량은 홍콩국제공항과 인천 국제공항에 이어 세계 3위, 국내 1위.
- 도쿄 국제공항 : 항공기 발착 횟수는 연간 약 28만 5,000회, 항공 여객수는 약 6,673만명(하루 약 18.2만명)으로 각각 국내 최대, 항공화물 물동량은 약 84.9만톤으로 국내 2위(하루 약 2,320톤)
- 추부 국제공항 : 주 277편, 화물기 운항 주 13편.
- 칸사이 국제공항 : 국제선 여객편 주 589편, 국제선 화물편 주 122.5편.
- 오사카 국제공항

○ 항만 물류 소요기간 :

- 재무부가 조사한 본선 입항(일본도착)에서 수입 허가까지 수입 절차 전체에 걸리는 평균 시간은 2.6일(62.4시간), 예비 심사 화물의 경우 2.2일(51.7시간), AEO화물의 경우 1.8일(43.6시간)으로 되어 있음(2009년 3월 기준).
- NACCS(수출입 항만 관련 정보 시스템)에 의한 수입 통관에서 허가까지 이르기까지는 반나절도 걸리지 않음.

○ 항공 물류 소요기간:

- 항공기의 입항에서 수입 허가까지 수입 절차 전체에 걸리는 평균 소요 일수는 0.7일(16.0시간), 예비 심사 화물의 경우 0.1일(2.3시간), AEO화물의 경우 0.7일(17.0시간)로 되어 있음(2009년 3월 기준).

(3) 싱가포르⁸⁾

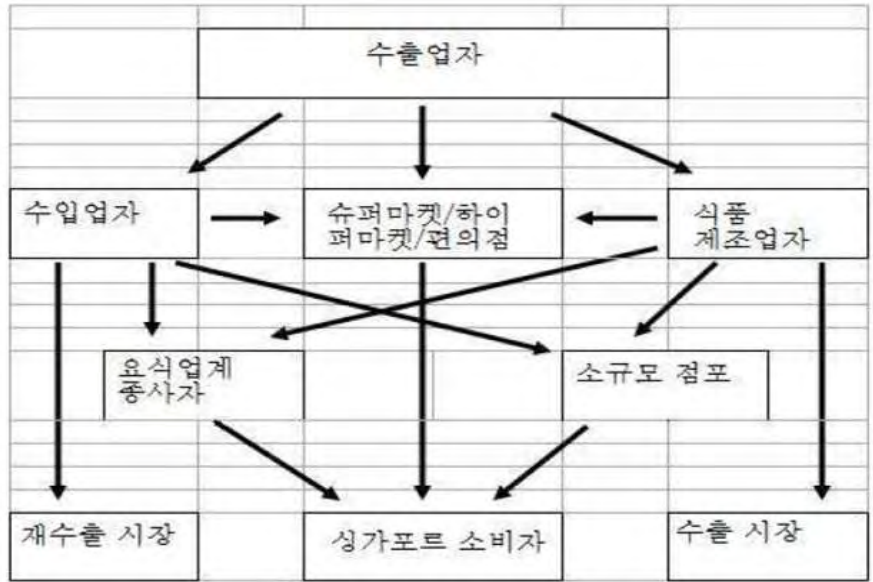


그림 10-29. 싱가포르 유통채널

○ 싱가포르의 유통채널을 그림10-29에 나타냄.

○ 싱가포르는 동남아의 show window

- 자유무역정책으로 인해 진입장벽이 거의 없는 싱가포르는 세계 일류 브랜드는 물론 중국, 동남아산 저가제품을 망라한 전세계 상품이 집결하는 거대한 진열대.
- 술, 담배, 자동차, 유류제품을 제외한 모든 상품이 무관세로 수입.
- 싱가포르에 들어온 상품은 내수시장에서 소비되거나, 동남아, 서남아, 중동 및 아프리카 등 제3국으로 재수출.
- 연간 총수입의 최소 40% 정도는 재수출 물량.

○ 도매업의 발달이 저조한 시장

- 수입업체로부터 도매업체를 거치지 않고 직접 소매업체로 연결, 도매상은 주류, 음료, 농산물 등 일부 분야로 제한.
- 연간 700만 명 이상에 달하는 방문자를 겨냥하여 소매업은 발달, 그 형태는 대규모 쇼핑몰, 백화점, 양판점, 전문점, 슈퍼마켓 등 다양.
- 유통분야에는 외국자본이 대거 들어와 있는데, 특히 일본계의 진출이 두드러짐.
- 대표적인 외국 유통기업으로는 Takashimaya, Isetan, Seiyu, Daimaru, Robinson, Courts, Metro 등.

○ 초현대식 쇼핑센터와 재래시장이 공존하고 있음

- 수많은 현대식 쇼핑센터들이 있지만, 시내 곳곳에 우리나라와 비슷한 형태의 재래시장들도 자리잡고 있음.
- 재래시장은 주로 서민층이 많이 사는 아파트촌을 끼고 형성.

- 쇼핑센터들은 최대 번화가인 Orchard거리를 비롯하여 Marina Square, Suntec city 등에 집중되어 있는데 통상 여러 쇼핑센터, 백화점들이 모여 거대한 상권을 이루고 있음.

○ 단순한 유통구조

- 유통구조가 무역업, 도매, 소매 등으로 뚜렷이 구별되어 있지 않으며 도매업이 낙후되어 있어 수입품이나 국산품에 관계없이 대부분의 상거래 활동이 수입업자 또는 생산자와 소매상간 지정 대리점을 통한 직접 거래 방식으로 이루어지고 있음.
- 유통 단계가 복잡하지 않음에 따라 중간상의 마진율이 낮은 편이며, 매장의 위치(백화점, 아파트 상가)에 따라 마진율이 10-30%의 차를 보임.

(4) 베트남⁹⁾



그림 10-30. 베트남 물류 유통채널

○ 베트남 물류 유통채널을 그림10-30에 나타냄.

○ 수입 식품의 유통은 네 개의 기본 모델 중 하나를 통해 이루어짐

- 수출업자 → 수입업자/유통업자 → 대형 현대 소매상
- 수출업자 → 수입업자/유통업자 → 도매상 → 소매상
- 수출업자 → 지역 에이전트 → 수입업자/유통업자 → 도매상 → 소매상
- 수출업자 → 대형 현대 소매상

○ 베트남에서는 대부분의 식품 수입업자가 곧 유통업자임. 수입업자는 수입식품을 직접적으로 지역의 대형 소매상에게 유통하거나 도매상에게 유통함.

<국가별 물류 인프라 구축 정도>

국가	항만	항공	철도	도로
싱가포르	훌륭	훌륭	훌륭	훌륭
인도네시아	낙후	평균	훌륭	평균
말레이시아	훌륭	훌륭	훌륭	훌륭
캄보디아	낙후	평균	낙후	낙후
필리핀	평균	평균	낙후	평균
대만	훌륭	훌륭	훌륭	훌륭
베트남	평균	평균	평균	평균

17. 수출국별 국가의 기호도에 따른 수출화 전략

○ 캐나다

- 통조림 저장 WG의 슈퍼마켓, 식료품 편의점을 통한 유통.
- 드러그스토어, Costco, Wal-Mart와 같은 대형잡화점, 편의점을 통한 유통.
- 아시아와 북미를 연결하는 거점인 캐나다 세스커티(2008년 캐나다 내 가장 빠른 성장을 이룬지역) 지역을 중심으로 유통판로 확보 : 세스커티에는 약 1,000여개의 운송 및 물류회사가 활동, 두 개의 주요 철도(Canadian National Railway, Canadian Pacific Railway)이용.

○ 일본

- 통조림 저장 WG : 항만을 통한 물류 인프라 구축.
- 도쿄항, 요코하마항, 나고야항, 오사카항, 고베항.
- 본선 입항에서 수입 허가까지 수입 절차 전체에 걸리는 평균 시간은 62.4시간, 예비심사화물의 경우 51.7시간 소요.
- 수입허가까지의 짧은 시간으로 인해 품질유지 및 유통화 가능성 증대.

○ 싱가포르

- 통조림 저장 WG : 항만 및 항공을 통한 물류 인프라 구축(항공/항만을 이용한 물류 인프라 구축이 훌륭하게 잘되어 있음).
- 제 3국(동남아, 서남아, 중동)시장으로의 진출.
- 유통구조가 무역업, 도매, 소매 등으로 뚜렷이 구별되어 있지 않아서 수입품이나 국산품에 관계없이 대부분의 상거래 활동이 수입업자 또는 생산자와 소매상간 지정 대리점을 통한 직접 거래 방식으로 이루어져, 유통경로의 단순화 가능.

○ 베트남

- 통조림 저장 WG : 도로, 항만 및 항공을 통한 물류 인프라 구축(항공/항만을 이용한 물류 인프라 구축이 평균정도임).
- 대부분의 식품 수입업자가 곧 유통업자임.
- “수출업자 → 수입업자/유통업자 → 대형 현대 소매상” 혹은 “수출업자 → 수입업자/유통업자 → 도매상 → 소매상”의 경로를 이용하여 판로 확보.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 목표달성도

1. 농가 기술보급을 통한 녹색 WG생산의 산업화

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2010	녹색 WG 재배단지 조성 및 대량생산을 위한 기반조성	생산단지 협약, 기계화시스템	100
		녹색 WG의 저장 유통조건 확립	연구결과	100
		우수 품종선발을 위한 품종별 녹색WG 쌀의 가공생산 및 취반후의 녹색도 검정	연구결과	100
		생산-유통-소비자로 연결되는 판매망 구축	사업자와의 연계 협약	100
		녹색 WG의 홍보	브로셔 및 포장지 제작	100
2차 년도	2011	녹색 WG 재배단지 조성	재배단지의 확대	100
		일관기계화시스템을 이용한 대량생산	참여농가 및 생산량	100
		녹색 WG 국내 판매실적	학교급식, 병원환자식, 슈퍼마켓	80
		녹색 WG 수출실적	수출량 및 금액	100
		녹색 WG홍보실적	수출용 브로셔및 포장지 제작 WG 책자 발간	100
3차 년도	2012	녹색 WG 생산기술 농가보급실적	참여지자체의 확대	100
		녹색 WG 생산실적	재배면적 및 생산량	100
		녹색 WG 전국판매실적	학교급식, 병원환자식, 슈퍼마켓	80
		녹색 WG 수출실적	수출량 및 금액	20
		녹색 WG 홍보실적	언론매체 이용 광고, TV, 인터넷홈쇼핑	80
최종 평가		녹색 WG 생산기술 농가보급실적	기술 이전 및 보급실적	100
		녹색 WG 생산실적	예상 생산량 기준	80
		녹색 WG 전국판매실적	예상 판매량 기준	80
		녹색 WG 수출실적	수출 실적	20
		녹색 WG 홍보실적	홍보 실적	80

2. 녹색 WG용 쌀 생산을 위한 품종선발 및 재배

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2010	녹색 WG쌀 적합 벼 품종선발	녹색WG쌀 용 적정 벼 품종선발	100
		과중기에 의한 녹색WG쌀 생산의 연속성	녹색 WG쌀의 생산의 연속성	100
		녹색WG쌀의 수확시기 구명	출수후 생육단계별 소요일수	100
2차 년도	2011	추비량 조절에 의한 녹색기간 연장	질소 추비비율과 녹색기간, 추비비율에 따른 종실의 영양학적 가치	100
		추비시기 조절에 의한 녹색기간 연장	질소 추비시기와 녹색기간, 추비시기 조절에 따른 종실의 영양학적 가치	100
3차 년도	2012	녹색 WG쌀용 적정 blanching 방법	blanching 처리온도 및 기간	100
		녹색 WG쌀의 영양학적특성 구명	녹색 WG쌀의 영양학적 특성	100
최종 평가		녹색 WG쌀용 적정 품종 선발	적정 벼 품종선발	100
		과중시기 조절에 의한 수확기간연장	수확기간 연장	100
		녹색WG쌀의 수확시기 구명	출수 후 수확시기	100
		추비조건에 의한 수확기간 연장방안	시비에 의한 수확기간연장	100
		영양적 특성 구명	녹색WG쌀의 영양학적 특성	100

3. 녹색 WG용 보리 생산을 위한 품종선발 및 재배

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도(%)
1차 년도	2011	녹색 WG보리 적합 품종선발	출수후 생육단계별 소요일수	100
		추비량 조절에 의한 녹색기간 연장	질소 추비비율과 녹색기간	100
2차 년도	2012	녹색 WG보리 적합 품종선발	품종별 녹색기간·탈부율 비교 수확시기별 탈부율·품질 특성	100
		추비시기 조절에 의한 녹색기간 연장	질소 추비시기와 녹색기간, 추비시기 조절에 따른 종실의 영양학적 가치	100
3차 년도	2013	녹색 WG보리용 적정 blanching 방법	blanching 처리온도 및 기간	100
		WG용 보리의 영양학적특성 구명	녹색 WG보리의 영양학적 특성	100
최종 평가		녹색WG보리 적합 품종선발	녹색WG보리 품종선발	100
		추비량 조절에 의한 녹색기간 연장	녹색기간 연장 구명	100
		녹색WG보리 적정 blanching 방법	blanching 방법 구명	100
		녹색 WG보리의 영양학적특성 구명	영양학적특성 구명	100

4. 녹색 WG용 밀 생산을 위한 품종선발 및 재배

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2011	녹색WG밀용 밀 품종선발	밀 품종선발 기준의 명확성	100
		수확시기 및 blanching 방법 구명	녹색WG밀 품질의 차별성	100
2차 년도	2012	녹색WG밀용 밀 품종선발	밀 품종선발 기준의 명확성	100
		과중시기 및 blanching 방법 구명	녹색WG밀 품질의 차별성	100
3차 년도	2013	수확시기 및 blanching 방법 구명	녹색WG밀 품질의 차별성	100
		수확시기에 따른 수량성 구명	녹색WG밀 우수품질의 수량향상	100
최종 평가		녹색WG밀용 밀 품종선발	밀 품종선발 기준의 명확성	100
		수확시기 및 blanching 방법 구명	녹색WG밀 품질의 차별성	100
		수확시기에 따른 수량성 구명	녹색WG밀 우수품질의 수량향상	100

5. 당뇨병환자에서 녹색 WG의 섭취가 혈당 및 대사 조절에 미치는 효과

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2010	해당사항없음	해당사항없음	-
2차 년도	2011	녹색 WG의 성인병 예방 및 치료효과 구명	당뇨병 환자대상 WG 섭취효과 검증 및 병원환자 식재료 이용 및 결과를 통한 홍보	100
3차 년도	2012	당뇨병 환자에서 녹색 WG의 혈당 및 대사 조절 효과 분석	당화혈색소의 변화를 통한 장기 혈당 조절 효과 분석 HOMA-IR을 이용한 인슐린 저항성 개선 효과 분석 혈중 지질 분석을 통한 이상지혈증 개선 효과 분석 키, 체중, 허리둘레 측정을 통한 비만 개선 효과 분석	100
최종 평가		당뇨병 환자에서 녹색 WG의 혈당 및 대사 조절 효과 분석	당화혈색소의 변화를 통한 장기 혈당 조절 효과 분석 HOMA-IR을 이용한 인슐린 저항성 개선 효과 분석 혈중 지질 분석을 통한 이상지혈증 개선 효과 분석 키, 체중, 허리둘레 측정을 통한 비만 개선 효과 분석	100

6. 녹색 WG 생산을 위한 blanching 시스템 개발 및 탈부 기술 구축

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2010	대량 생산 blanching 모델 개발	blanching 처리량 및 성능	100
		녹색WG blanching · 저장시스템 모델개발	녹색WG의 품질, 에너지 절약	100
		탈부 일관작업기계 모델 개발	녹색맥류 탈부_제현성능	100
2차 년도	2011	녹색 WG blanching 시스템 성능개선	시간당 blanching 처리량 및 성능	100
		전체 일관 시스템의 성능 개량	투입-blanching-냉각제습-이송 성능	100
		녹색 WG 탈부시스템 설계 제작	미곡제현, 맥류 탈부 시스템 개발	100
		쌀보리 생 탈부시스템 시작품 개발	맥류 생 탈부 시스템 개발	100
3차 년도	2012	녹색 WG blanching 시스템 성능개선	시간당 blanching 처리량 및 성능	100
		전체 일관 시스템의 성능 개량	투입-blanching-냉각제습-이송 성능	100
		녹색 WG 탈부시스템 설계 제작	미곡제현, 맥류 탈부 시스템 개발	100
		쌀보리 생 탈부시스템 시작품 개발	맥류 생 탈부 시스템 개발	50
최종 평가		대량 생산 blanching개발 및 성능향상	blanching 처리량 및 성능	100
		녹색 WG blanching · 저장시스템개발및 성능향상	녹색WG의 품질, 에너지 절약	100
		탈부 일관작업기계 모델 개발 및 성능향상	녹색맥류 탈부_제현성능	100
		전체 일관 시스템의 개발 및성능 개량	투입-blanching-냉각제습-이송 성능	100
		쌀보리 생 탈부시스템 시작품 개발	맥류 생 탈부 시스템 개발	50

7. 녹색 WG 생산을 위한 건조 시스템 개발 및 정선 기술구축

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2010	녹색 WG 대량생산을 위한 건조시설 개발 건조시스템 설계 건조 시스템 유닛 제작	건조시스템 설계 건조시스템 시작품 제작 녹색곡물의 건조 조건 분석	100
2차 년도	2011	건조시스템 유닛 제작 및 조립(1차년도 계속) 건조시스템 성능분석 정선시스템 기술 분석	건조시스템 유닛 제작 및 조립 건조시스템 성능 분석 내용 녹색 WG 정선시스템 분석	100
3차 년도	2012	건조시스템 성능분석 및 보완	성능분석 및 보완	100
		정선시스템 기술 분석 및 보완	기술 분석 및 보완	100
최종 평가		건조시스템 개발 및 보완	성능분석 및 보완	100
		정선시스템 개발 및 보완	기술 분석 및 보완	100

8. 녹색 WG을 이용한 기능성 식품 개발

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2010	녹색 WG(밀, 보리)의 일반성분분석	녹색 WG(밀, 보리)의 일반성분분석	100
		녹색 WG(밀, 보리)의 생리활성 성분을 활용한 기능성 식품 및 녹색 Whole grain의 이용 증대를 위한 제품의 생산기술 개발	녹색 WG(밀, 보리) 제품의 생산기술 개발(식빵, 머핀, 쿠키)	100
2차 년도	2011	녹색 WG(쌀)의 성분함량분석	녹색 WG(쌀)의 일반성분 분석	100
		녹색 WG(쌀)을 이용한 즉석 포장밥 및 제빵류 개발	녹색 WG을 이용한 즉석가공제품의 개발(포장밥, 백설기, 찹쌀 바게트)	100
		녹색 WG을 이용하여 개발한 즉석 가공제품의 관능평가	녹색 WG을 이용한 즉석 가공제품의 관능평가	100
3차 년도	2012	녹색 WG의 성분함량분석	습식 녹색 WG청밀의 성분함량분석(과우치, 통조림)	100
		녹색 WG을 이용한 간편 가공 제품류(선식류 등) 개발	녹색 WG을 이용한 가공제품의 개발(백설기, 식빵, 선식류, 피자)	100
		녹색 WG을 이용하여 개발한 제품의 관능평가	녹색 WG을 이용하여 개발한 제품의 관능평가	100
최종평가		녹색 WG의 성분함량분석	녹색 WG(밀, 보리, 쌀)의 성분함량분석	100
		녹색 WG의 이용 증대를 위한 제품의 생산기술 개발	녹색 WG을 이용한 제품의 생산기술 개발	100
		녹색 WG을 이용한 다양한 제품개발(제과, 제빵, 포장밥, 선식류 등)	녹색 WG을 이용한 다양한 제품개발	100
		녹색 WG을 이용하여 개발한 제품의 관능평가	녹색 WG을 이용하여 개발한 제품의 관능평가	100

9. 녹색 WG와 우유를 이용한 가공 식품 개발

구분	년도	세부연구목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 (%)
1차 년도	2010	녹색 WG이 알러지 반응에 미치는 영향	녹색 WG이 알러지 반응에 미치는 영향	100
		각 시료 별 유산균 수 변화	유산균 수 변화	100
		각 시료 별 산도, pH 변화	산도, pH 변화	100
		각 시료 별 점도 변화	점도 변화	100
		각 시료 별 기호성 측정	기호성 측정	100
2차 년도	2011	WG과 우유를 이용한 쿠키 제조	쿠키 제조 방법	100
		WG을 이용한 찜빵 제조	찜빵 제조 방법	100
		WG과 우유를 이용한 면류 제조	면류 제조 방법	100
		색감, 식감 및 맛 조사	기호성	100
3차 년도	2012	WG과 우유를 이용한 죽 제조	죽 제조 방법	100
		WG과 우유를 이용한 푸딩 제조	푸딩 제조 방법	100
		WG과 요구르트를 이용한 빵 제조	요구르트 빵 제조 방법	100
		색감, 식감 및 맛 조사	기호성	100
최종 평가		녹색 WG이 알러지 반응에 미치는 영향	녹색 WG이 알러지 반응에 미치는 영향 조사	100
		WG 이용한 쿠키, 찜빵 면류 제조	제조 방법	100
		WG 이용한 가공품 제조	제조 방법	100
		관능평가 분석	기호성 분석	100

10. 녹색 Whole Grain 상품류의 유통 중 품질 및 성분 변화 연구와 수출화 전략수립

구분	년도	목 표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
1차 년도	2010	개발된 녹색WG상품의 저장 및 유통기간의 변화측정	WG이 첨가된 쿠키 제조 후 가속시험 실시	100
		저장 및 유통 중의 기본성분 변화 측정	WG이 첨가된 쿠키 제조 후 저장기간별 일반성분 및 미량성분 분석 실시	100
		관능평가	WG이 첨가된 수제비, 쿠키 제조 후 관능평가 실시	100
		포장재 적용성 연구	WG이 첨가된 쿠키 제조 후 포장재 및 포장방법에 따른 영양성분 변화 관찰	100
		유통기한의 유효성 평가	WG이 첨가된 쿠키의 미생물(총균, 대장균) 실험	100
2차 년도	2011	1차년도 실험 결과를 토대로 상품가치 하락 요인 분석	1차년도 실험결과를 기초로 하여 상품가치 하락요인 분석 실시	100
		상품가치 하락요인에 대한 억제, 방제 방법 연구	상품가치 하락 요인에 대한 억제, 방제 방법 연구	100
		제품의 유통기한 증대 방안 연구	WG첨가 가공식품 제조 후 저장일별 영양학적 및 미생물학적 평가 실시	100
		식품으로서의 안정성 증대 방안 연구	WG첨가 가공식품 제조 후 저장일별 영양학적 및 미생물학적 평가 실시	100
		포장재 적용성 연구	포장재 종류에 따른 저장일별 영양학적 및 미생물학적 평가 실시	100
		WG첨가 가공식품의 관능평가	WG첨가 가공식품 제조 후 관능평가 실시	20
3차 년도	2012	국내에서 곡류 및 곡류 제품의 저장, 유통 환경 조사 및 표준화	국내 곡류 및 곡류가공제품의 저장 유통환경 조사	100
		유통전략 확립	포장재 종류(파우치, 통조림)에 따른 영양학적, 미생물학적, 관능평가 실시	100
		장기간 저장, 유통에 대한 최적화 전략 수립	포장재 종류(파우치, 통조림)에 따른 영양학적, 미생물학적, 관능평가 실시 및 최적조건 확립	100
		수출국별 국가의 기호도에 따른 수출화 전략 수립	수출국별 국가의 기호도 파악 및 수출화 전략 수립	100
최종평가		개발된 녹색 WG 상품의 저장 및 유통기간의 변화측정	WG이 첨가된 가공품 제조 후 성분조사	100
		상품가치 하락요인에 대한 억제, 방제 방법 연구	상품가치 하락 요인에 대한 억제, 방제 방법 연구	100
		유통전략 확립	포장재 종류(파우치, 통조림)에 따른 영양학적, 미생물학적, 관능평가 실시	100
		수출국별 국가의 기호도에 따른 수출화 전략 수립	기호도 파악 및 수출화 전략 수립	100

제 2절 관련분야에 의 기여도

1. 최근 ‘구석기인 같이 식품을 섭취하라’는 건강 전문가들의 말과 같이, 앞으로는 영양가가 풍부한 도정을 거치지 않은 WG을 원료로 한 식품들이 대세를 이루게 될 전망이다. 그러나 WG식품은 대부분 완숙된 곡물을 도정하지 않은 거친 식미 때문에, 선진국에서도 국민건강을 위한 정부차원의 섭취권고에도 불구하고 호응도가 높지 않은 실정이다. 이에 비하여 우리나라의 경우는 WG에 대한 소비자들의 인식도 미약하고 정부차원의 홍보도 없으며, 현미와 두류를 제외하고는 WG식품의 종류가 아주 적은 형편이다.
2. 녹색 WG의 대량생산 기술은 기존의 WG가 지닌 거친 식미의 단점들을 보완하기 위하여 개발되었다. 녹색 WG의 생산은 처음으로 시도되는 것으로 수년간의 연구결과와 농가에 이전할 수 있는 수준에 도달하였다. 녹색 WG는 완숙기에 생산된 WG의 단점을 완전히 해결하여 부드러우면서도 풍부한 영양소를 가지고 있는 것이 특징이다. 따라서 녹색 WG 생산의 산업화는 밥을 위주로 하는 우리나라 국민의 건강증진에 크게 기여할 수 있을 것이며, 쌀, 보리의 수매 중지 등으로 난관에 직면한 우리의 농업에 새로운 활로를 제공할 수 있을 것이다.
3. 일반 WG의 생산 및 관련제품에 관한 산업은 미국, 캐나다, 유럽 등 선진국에서는 약 20년의 역사를 가지고 이미 정립되어 가고 있는 실정이다. 본 연구팀이 진행하고 있는 녹색 WG에 대한 사업은 기존의 농업생산 방식과 달리 호숙기에 작물을 수확하는 방법으로 국내생산과 소비를 진작시키고 곡물의 수출활로를 넓히기 위한 시도라 할 수 있다. 따라서 녹색 WG 생산에 적합한 품종의 개발과 함께 재배방법, 기계화를 통한 대량생산 기술체계의 확립에 더 진전된 방안을 확보하여 외국에 앞서 선점해 간다면 우리 농업발전에 많은 기여를 할 것이다. 아울러 기존 또는 녹색 WG에 대한 부가가치의 향상 및 건강기능 효과의 증명을 위해 농업 또는 보건 관련 등의 여러 분야에서 연구를 활발하게 진행할 수 있도록 자료를 제공하는 것도 의미가 크다고 할 수 있다.
4. 녹색 WG는 우리나라 국민의 식생활에 적합한 식품소재로 세계에서 처음으로 개발 시도된 제품이다. WG산물을 이용한 가공제품의 선점, 대량생산을 위한 농기계류의 개발 등은 농업생산에 관련된 부가산업의 창출을 도울 것으로 기대된다. 따라서 녹색 WG의 산업화는 다양한 소비 창출과 함께 농산물의 수출증대를 이룸으로써 우리의 농업경쟁력 증진에 기여할 것이다.
5. 맥류산업의 쇠퇴로 우리나라의 겨울철 들판은 거의 나지로 들어나 있어 국토의 환경보전 차원에서도 문제가 크다. 맥류에서 녹색 WG의 생산은 수확을 2주 이상 빠르게 진행함으로써 국내 어디서나 2모작을 가능하게 한다. 이러한 효과는 맥류산업의 활성화로 이어질 수 있는 동시에, 겨울철 들판을 푸르름으로 덮을 수 있는 계기가 되어 국제적인 탄소배출 규제의 타개에도 긍정적인 도움을 줄 것이다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1절 연구개발 성과

1. 녹색 WG 생산의 산업화

지역영농단체(새만금홀그레인)을 대상으로 기술이전(기술이전료: 28,000,000원)을 실시하였으며 군산시의 협력하에 생산·가공·유통 등에 필요한 생산단지 및 저장 가공 시설 등을 설치함으로써 기반 조성 구축을 완료하였다. 또한 군산시 향토산업육성사업(사업명: 녹색 통곡물의 산업화) 선정으로 녹색 WG의 지속적 생산과 함께 전국적인 농업인의 참여를 확대시킬 수 있는 가능성을 확보하였다. 사업기간 동안 녹색 WG(보리)와 WG(쌀)은 각각 34,870kg, 63,638kg 생산하여 그 판매금액은 134,562,000원과 230,111,400원이었다. 녹색 WG(밀)은 WG(보리)와 WG(쌀)과는 달리 생산이 어려워 소량 생산 후 연구용으로 이용되었다.

2. 벼 품종선발

녹색 WG로 이용하기 위한 벼 품종선발에서 적정 수확시기는 일반적으로 출수 후 15일~25일 경이 가장 적당한 것으로 밝혀졌으며 이앙시기에 따라 5월30일 이앙재배일 경우 동진찰벼, 생동찰벼, 보석찰벼, 신선찰벼, 삼광벼, 눈보라, 칠보벼, 6월 20일 이앙재배는 보석찰벼, 백옥찰벼, 신선찰벼황금노을, 호품벼, 칠보벼를 선발하였다. 이앙시기에 따라 재배기간을 2-5주 단축시킬수 있어 농경지 활용에 적합한 것으로 나타났다. 또한 녹색 WG 용 벼 품종선발 및 재배 특성을 통하여 국내외 관련학회에 6편의 학술발표를 하였으며 이를 종합하여 한국작물학회등의 관련학회에 논문을 작성 투고 중에 있다.

3. 보리 품종선발

공시품종(15종) 모두 녹색 WG로 이용 가능하였으며 그 중에서 남부지방에서 재배 할 시 수량성이 높고 탈부율이 높아 대량 생산이 가능한 품종은 새쌀보리와 호반찰쌀보리였다. 시비 시 30%-30%-40% 비율로 추비하는 것이 녹색기간이 기존 방법보다 3-4일 정도 더 유지 되었고 탈부율이 높아 향후 대량생산할 경우 높은 수율을 얻을 것으로 기대되었다.

4. 밀 품종 선발

녹색 WG밀을 생산하기 위한 적정 수확 시기는 출수 후 32-35일까지이며 적정 품종은 백중밀과 연백밀로 나타났다. 동시에 파종하여 출수기 차이를 이용하여 7일정도 수확시기를 분산시킬 수 있고, 수량성 또한 우수하였으며 춘파재배보다 추파재배를 하였을 때 수량과 품질이 양호하였고, 10월 중·하순에 파종하는 것이 가장 양호하였다.

5. 녹색 WG의 건강기능성 구명

당뇨병 환자에게 녹색 WG섭취는 혈당 조절의 개선은 유도하지 못하였지만, 식사의 만족도 및 포만감을 유지하게 해주어 인슐린저항성의 개선을 유도할 수 있음을 밝혀냈다. 특히 녹색 WG를 이용한 식사는 타 잡곡밥에 비하여 식이섬유소와 비타민 B1, E가 높아 선행연구결과에

비교하였을 경우 당뇨병의 치료 및 관리와 함께 심혈관질환의 위험을 낮추는데 효과적임을 시사하였다.

6. Blanching 및 탈부시스템 개발

Steam blanching 시스템을 개발하고 자동화 설비 도입과 가공된 곡물을 건조시스템으로 자동 이송하는 장치를 개발하여 일관작업체계를 구축하였다. 또한 시스템 성능을 개선 (blanching:3500kg/hr, 제품생산시간 45h) 하고 탈부시스템을 개발함으로써 대량생산에 필요한 시스템 구축을 완료하였다.

7. 건조 및 정선 시스템 개발

녹색 WG를 안정적으로 건조시키기 위하여 회전식 강제온풍·송풍 건조시스템을 적용하여 건조 소요시간을 감소시키고 도정 가능한 수준(함수율 14-15%)으로 건조가 가능하였다. 그리고 단위시간 당 3 ton의 녹색 WG 원료를 정선할 수 있도록 설계 제작 하였다.

8. 건강 기능성 식품 개발

조지방과 지방산, 환원당의 함량이 높게 나타났으며 β -carotene은 녹색 WG에서만 검출되었다. 식빵, 머핀, 쿠키, 백설기 등을 만들어 선호도 조사를 한 결과 녹색 WG을 함유한 가공식품은 well-being에 입각한 소비자의 선호도를 높이며, 영양학적 부가가치가 높은 가공식품을 개발할 수 있을 것으로 사료된다. 그 중 녹색 WG(쌀)을 가공제품으로 이용시 영양학적 가치가 높을 것으로 밝혀졌다. 또한 습식 상태의 녹색 WG는 저장기간에 따라 기능성 성분의 함량이 감소하는 것을 알 수 있었다.

9. 가공식품 개발

녹색 WG를 첨가한 발효유는 좋은 식감을 나타냈으며 향후 상업용 제품화 될 경우 좋은 기능성 발효유가 될 것으로 생각된다. 면제품에서 우유와 함께 가공할 경우 부드러우며 맛이 뛰어나 산업화에 유리 할 것으로 판단되었다. 그 외에도 식빵과 토르티아 제조에 적합한 배합비율을 알아내었다.

10. 유통 중 품질 및 성분변화 연구와 수출화 전략수립

녹색 WG 포장재로는 A Type(폴리에틸렌)이 적당한 것으로 나타났으며 습식 상태의 녹색 WG(밀)를 가공 시 소금물 3% 처리가 적당한 것으로 조사되었다. 녹색 WG은 기존에 확립된 유통체계를 가지고 있지 않기 때문에 다양한 전시회 참여와 함께 녹색 WG의 영양적인 특성 또는 기능적인 면을 적극 홍보하고 구체적인 자료를 공급하여 구매가 이루어지도록 할 것으로 사료되었다.

11. 지적재산권 확보

온알곡으로 상표를 출원하였으며(제5류, 제 29류, 제 30류) 본 사업단 연구와 관련하여 국내 3개(곡물 겨를 이용한 고섬유소 누룽지 및 그 제조방법 10-2011-0117614, 녹색통곡물 가공을 위한 연속순환식 건조 시스템 및 그 건조방법 10-2011-0048280, 전곡립을 첨가한 발효유의 제조방법 10-2011-0101707)와 해외특허 (녹색 통곡물의 가공 및 대량생산 방법, 미국출원번호 :

13/425885, 일본출원번호: 2011-256268)를 출원하였다.

12. 학술발표

(1) 국제 논문 발표

(가) Comparison of nutritional compounds in premature green and mature yellow whole wheat in Korea. *Cereal Chemistry*. 2012, 89(6), p285-289.

(나) Nutritional evaluation of immature grains in two Korean rice cultivars during maturation. *Food Science and Technology*. 2013. 01. Accepted.

(2) 국내 학술등재지 논문 발표

(가) 녹색밀을 첨가한 베이커리 제품의 품질 특성, *한국식품조리과학회지*, 1st reviewing 상태.

(나) 호숙기와 황숙기 멥쌀을 첨가한 백설기의 품질 특성, *한국식품조리과학회지*, 2013.03.25. 투고예정.

(3) 국내외 학술대회 발표성과

본 사업단과 관련하여 밝혀진 연구결과를 토대로 학술대회에 17회 발표를 실시하였다.

하. 홍보 및 판매 자료

녹색 WG의 우수성을 알리기 위하여 브로셔(국문, 영문, 일문, 중문)를 제작하였다.

또한 녹색 WG(쌀, 보리, 밀)의 원곡물 판매용 포장지와 치즈쿠키, 영양바, 통조림, 파우치 등에 대한 포장지 시안을 제작하였다.

(1) 녹색 WG쌀첨가 치즈쿠키



Whole grain

녹색통곡물(Whole grain)의 탄생

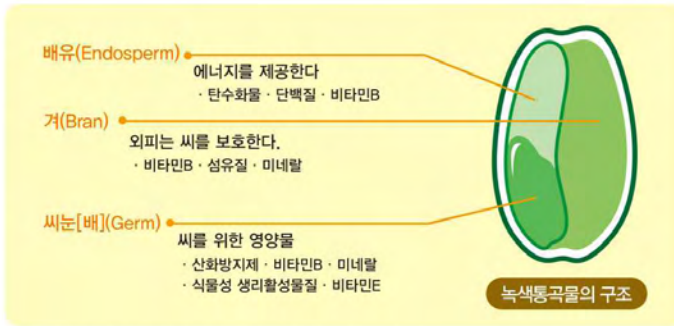
- 호숙기에 곡물을 수확 가공 후 내영과 외영(겉껍질)만을 탈부 처리한 녹색의 온전한 알곡.
- 겨층, 씨눈(배아) 그대로 포함되어 있어 수용성 식이섬유, 비타민, 항산화 물질 다량 함유.
- 특허 등록[특허 0372349호: 녹색 풋 보리쌀의 가공 생산법]

녹색통곡물의 특징

- 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡.
- 도정을 거치지 않으며, 부드러운 식감.
- 천연 녹색 엽록소를 함유한 녹색 통곡물은 황숙기에 수확한 기존의 현미, 통보리, 통밀에 비하여 소화 용이, 씹는 질감 및 맛 우수.



1. 녹색통쌀의 특징



- 왕겨만을 탈부하고 정제하지 않은 녹색을 띤 온알곡.
- 호숙기에 수확 후 가공, 현미에 비해 소화 용이.
- 겨층과 배아에 풍부한 식이섬유소, 비타민류, 항산화 물질 다량 함유.



2. 녹색통쌀 첨가 치즈쿠키 원재료 및 함량

- 녹색통쌀(국내산) 50%, 밀가루, 백설탕, 치즈분말, 쇼트닝, 탈지분유, 식물성크림, 황치즈맛분말, 베이킹파우더, 합성착향료, 버터, 계란.

3. 녹색통쌀 첨가 치즈쿠키 영양성분함량 (100g 당)

열량 (kcal)	탄수화물 (g)	단백질 (g)	조지방 (g)	수분 (g)
492.92	54.38	9	26.6	8.75
식이섬유 (g)	나이아신 (mg)	비타민 B1 (mg)	칼륨 (mg)	
8.7	2.1	1.2	277.95	

▪ 본사/제1연구소 : 대전시 유성구 궁동 220 충남대학교 농업생명공학관 411호 T 042)821-6722 F 042)822-2287
 ▪ 사업본부 : 충남 금산군 추부면 신평리 추부농공단지 998 T 041)752-1871 F 041)753-4697



(2) 녹색 WG보리 첨가 치즈쿠키



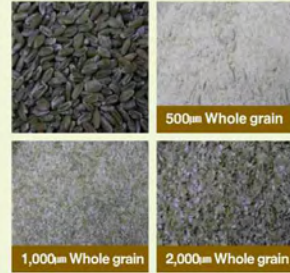
Whole grain

녹색통곡물(Whole grain)의 탄생

- 호숙기에 곡물을 수확 가공 후 내영과 외영(겉껍질)만을 탈부 처리한 녹색의 온전한 알곡.
- 겨층, 씨눈(배아) 그대로 포함되어 있어 수용성 식이섬유, 비타민, 황산화 물질 다량 함유.
- 특허 등록[특허 0372349호: 녹색 낫 보리쌀의 가공 생산법]

녹색통곡물의 특징

- 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡.
- 도정을 거치지 않으며, 부드러운 식감.
- 천연 녹색 엽록소를 함유한 녹색 통곡물은 황숙기에 수확한 기존의 현미, 통보리, 통밀에 비하여 소화 용이, 씹는 질감 및 맛 우수.



1. 녹색통보리의 특징

- 쌀보리의 겉껍질(화영)만을 탈부, 정제하지 않은 녹색을 띤 온알곡
- 겨층과 배아가 손상되지 않아 각종 풍부한 영양소 함유
- 쌀보리를 호숙기에 수확하여 가공, 식이섬유가 풍부한 겨층의 조직은 부드러움
- 물을 빨리 흡수하며, 취사시 윤기가 있고, 찰지며 촉촉하고 쫄깃한 식감 치즈쿠키

2. 녹색통보리 첨가 치즈쿠키 원재료 및 함량

- 녹색통보리(국내산) 50%, 밀가루, 백설탕, 치즈분말, 쇼트닝, 탈지분유, 식물성크림, 황치즈맛분말, 베이킹파우더, 함성착향료, 버터, 계란.



3. 녹색통보리 첨가 치즈쿠키 영양성분함량 (100g 당)

열량 (kcal)	탄수화물 (g)	단백질 (g)
486.4	54.9	10.9
조지방 (g)	수분 (g)	식이섬유 (g)
24.8	7.8	11.86
나이아신 (mg)	비타민 B1 (mg)	칼륨 (mg)
2.32	1.73	255.89



▪ 본사/제1연구소 : 대전시 유성구 공동 220 충남대학교 농업생명공학관 411호 T 042)821-6722 F 042)822-2287
 ▪ 사업본부 : 충남 금산군 추부면 신평리 추부농공단지 998 T 041)752-1871 F 041)753-4697



(3) 녹색 WG밀 첨가 치즈쿠키



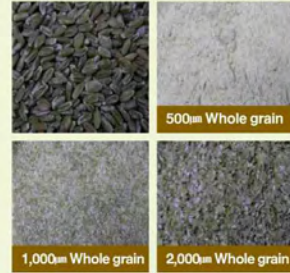
Whole grain

녹색통곡물(Whole grain)의 탄생

- 호숙기에 곡물을 수확 가공 후 내영과 외영(겉껍질)만을 탈부 처리한 녹색의 온전한 알곡.
- 겨층, 씨눈(배아) 그대로 포함되어 있어 수용성 식이섬유, 비타민, 황산화 물질 다량 함유.
- 특허 등록[특허 0372349호: 녹색 낫 보리쌀의 가공 생산법]

녹색통곡물의 특징

- 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡.
- 도정을 거치지 않으며, 부드러운 식감.
- 천연 녹색 엽록소를 함유한 녹색 통곡물은 황숙기에 수확한 기존의 현미, 통보리, 통밀에 비하여 소화 용이, 씹는 질감 및 맛 우수.



1. 녹색통밀의 특징

- 겉껍데기만을 탈부, 정제나 제분하지 않은 녹색을 띤 온알곡.
- 호숙기에 수확 후 가공, 아밀로스 성분으로 인해 물 흡수 용이.
- 겨층과 배아에 풍부한 식이섬유소, 비타민류, 황산화 물질 다량 함유.

2. 녹색통밀 첨가 치즈쿠키 원재료 및 함량

- 녹색통밀(국내산) 50%, 밀가루, 백설탕, 치즈분말, 쇼트닝, 탈지분유, 식물성크림, 황치즈맛분말, 베이킹파우더, 합성착향료, 버터, 계란.



3. 녹색통밀 첨가 치즈쿠키 영양성분함량 (100g 당)

열량 (kcal)	탄수화물 (g)	단백질 (g)
536.7	46.6	11.3
조지방 (g)	수분 (g)	식이섬유 (g)
33.9	6.8	13.06
나이아신(mg)	비타민 B1(mg)	칼륨(mg)
2.48	1.52	241.19



▪ 본사/제1연구소 : 대전시 유성구 공동 220 충남대학교 농업생명공학관 411호 T 042)821-6722 F 042)822-2287
 ▪ 사업본부 : 충남 금산군 추부면 신평리 추부농공단지 998 T 041)752-1871 F 041)753-4697



(4) 녹색 WG보리 첨가 영양바



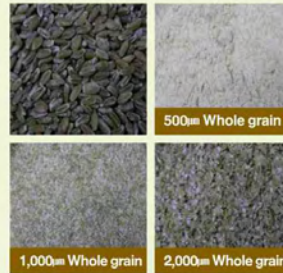
Whole grain

녹색통곡물(Whole grain)의 탄생

- 호숙기에 곡물을 수확 가공 후 내영과 외영(겉껍질)만을 탈부 처리한 녹색의 온전한 알곡.
- 겨층, 씨눈(배아) 그대로 포함되어 있어 수용성 식이섬유, 비타민, 황산화 물질 다량 함유.
- 특허 등록[특허 0372349호: 녹색 낫 보리쌀의 가공 생산법]

녹색통곡물의 특징

- 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡.
- 도정을 거치지 않으며, 부드러운 식감.
- 천연 녹색 엽록소를 함유한 녹색 통곡물은 황숙기에 수확한 기존의 현미, 통보리, 통밀에 비하여 소화 용이, 씹는 질감 및 맛 우수.



1. 녹색통보리의 특징

- 쌀보리의 겉껍질(화영)만을 탈부, 정제하지 않은 녹색을 띤 온알곡.
- 겨층과 배아가 손상되지 않아 각종 풍부한 영양소 함유.
- 쌀보리를 호숙기에 수확하여 가공, 식이섬유가 풍부한 겨층의 조직은 부드러움.
- 물을 빨리 흡수하며, 취사시 윤기가 있고, 찰지며 촉촉하고 쫄깃한 식감.

2. 녹색통보리 첨가 치즈쿠키 원재료 및 함량

- 녹색통보리(국내산) 52.63%, 호두, 아몬드, 호박씨, 해바라기씨, 조청, 물, 포도유.



3. 녹색통보리 첨가 영양바



▪ 본사/제1연구소 : 대전시 유성구 공동 220 충남대학교 농업생명공학관 411호 T 042)821-6722 F 042)822-2287
 ▪ 사업본부 : 충남 금산군 추부면 신평리 추부농공단지 998 T 041)752-1871 F 041)753-4697



(5) WG 녹색통밀 첨가 영양바



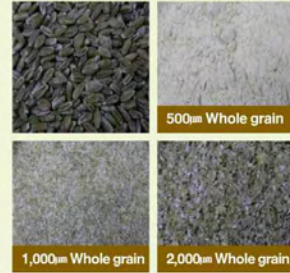
Whole grain

녹색통곡물(Whole grain)의 탄생

- 호숙기에 곡물을 수확 가공 후 내영과 외영(겉껍질)만을 탈부 처리한 녹색의 온전한 알곡,
- 겨층, 씨눈(배아) 그대로 포함되어 있어 수용성 식이섬유, 비타민, 항산화 물질 다량 함유,
- 특허 등록[특허 0372349호: 녹색 낫 보리쌀의 가공 생산법]

녹색통곡물의 특징

- 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡, • 도정을 거치지 않으며, 부드러운 식감.
- 천연 녹색 엽록소를 함유한 녹색 통곡물은 황숙기에 수확한 기존의 현미, 통보리, 통밀에 비하여 소화 용이, 씹는 질감 및 맛 우수.



1. 녹색밀의 특징

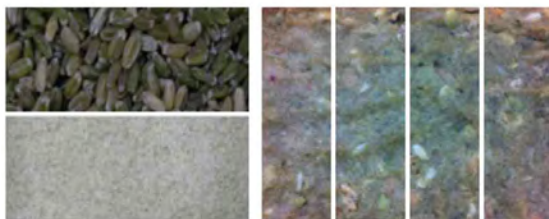
- 겉껍데기만을 탈부, 정제나 제분하지 않은 녹색을 띤 온알곡.
- 호숙기에 수확 후 가공, 아밀로스 성분으로 인해 물 흡수 용이.
- 겨층과 배아에 풍부한 식이섬유소, 비타민류, 항산화 물질 다량 함유.

2. 녹색통밀 첨가 치즈쿠키 원재료 및 함량

- 녹색통밀(국내산) 52.63%, 호두, 아몬드, 호박씨, 해바라기씨, 조청, 물, 포도유.



3. 녹색통밀 첨가 영양바



▪ 본사/제1연구소 : 대전시 유성구 공동 220 충남대학교 농업생명공학관 411호 T 042)821-6722 F 042)822-2287
 ▪ 사업본부 : 충남 금산군 추부면 신평리 추부농공단지 998 T 041)752-1871 F 041)753-4697



(6) WG 첨가 식품 포장지 시안

녹색WG쌀 치즈쿠키

녹색WG보리 치즈쿠키

녹색WG밀 치즈쿠키



녹색WG보리 영양바

녹색WG밀 영양바



(7) 녹색 WG 파우치 및 통조림 포장 시안

(가) 파우치



(나) 통조림



Green Whole Grain

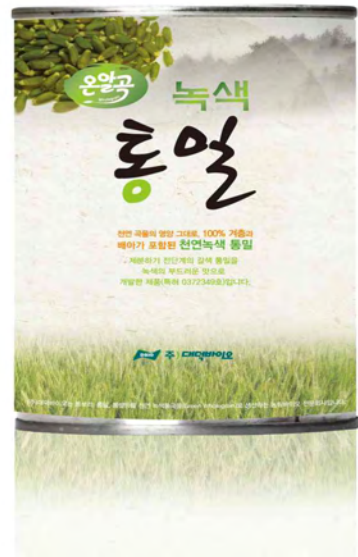
천연 곡물의 영양 그대로
100% 겨증과 배아가 포함된 천연녹색 통보리, 통쌀, 통밀



충남대학교 교수창업 벤처 (주)대덕바이오에서
식품생명공학의 기술력으로 실험을 기울여
정직하게 만든 제품입니다.



온알곡은 생명의 활력소로 가득찬 정제하지
않은 온전한 알곡이란 의미입니다.



제 2절 성과활용 계획

1. WG 식품의 보급 및 홍보

본 사업의 확장은 WG 식품에 대한 건강지식이 전혀 보급되지 않고 있는 우리 나라에서도 식습관에 새로운 바람을 불러일으킬 수 있을 것으로 기대된다. 최근들어 건강기능성 식품과 관련하여 WG 제품의 관심고조로 시장규모(글로벌 마켓기준 2017년도 예상규모 276억 달러)가 크게 증가하고 아시아-태평양 지역의WG 관련 제품은 연평균 성장률이 6.82%로 수요가 급증할 것으로 예상되고 있다. 기존 WG과 비교하여 우수한 녹색 WG의 판매는 국내 및 해외에서도 산업경쟁력이 충분히 클 것으로 파악되고 있다. 부가가치가 높은 새로운 형태의 곡물생산 기술의 선점은 자국의 곡물수출을 증대시킬 수 있고, 해외에서의 생산을 유도하여 새로운 일자리 창출에도 도움을 줄 것이다. 녹색 WG의 대량생산은 이를 원료로 하는 새로운 식품개발을 위한 가공산업이 후속적으로 발전될 수 있는 모티브를 제공할 것으로 기대된다.

2. WG 소비에 의한 국민건강 증진

WG의 섭취는 계속 늘어만 가는 의료비 지출을 크게 줄여줄 것이다. 국내의 경우 2010년도 국민의료비 지출이 73조원(GDP 수준 6.9%)에 달하고 있어 이의 증가를 막기 위해서는 예방적 차원에서의 국민건강 증진이 필수적이다. WG 식품의 섭취로 20-40%의 성인병 발생을 감소시킬 수 있다는 근거가 제시되고 있음을 감안할 때, 의료비지출 감소방안의 하나로 녹색 WG의 보급은 물론 일반WG의 섭취권장은 선진국의 경우와 같이 필수사항이 될 것이 예상된다.

3. 우리나라 국민을 위한 WG의 권장소비량의 결정

그러나 WG 섭취를 통한 해외의 건강증진 사례(하루 권장섭취량 WG 48g)와는 다르게 국내의 WG 식품의 건강효과에 대한 데이터 축적이 아주 부족한 실정이다. 국민건강에 관련된 각 기관들이 협조하여 WG의 섭취효과는 물론 우리국민의 식생활에 부합하는 적정 섭취량의 결정이 과학적 근거를 바탕으로 시급히 마련되어야 할 것이다.

4. WG의 전국적 생산망 구축

본 연구팀은 2011년까지의 연구결과를 통해 개발된 녹색 WG 생산가공기술을 성공적으로 군산지역 시범 재배농가에 이전하여 수익을 창출하기 시작하였다. 특히 군산시 향토산업 육성사업에 선정됨에 따라 “군산 통곡물 산업화 사업단”이 발족되어 본 연구사업이 끝나는 2013년부터 본격적 생산추진이 가능하도록 하였다. 이를 바탕으로 타 지자체 및 영농단체의 참여를 유도하여 전국적인 확대가 이루어질 수 있을 것이다.

5. 맥류산업 활성화를 통한 농가 소득증대

본 과제를 통하여 얻어진 연구결과들을 토대로 생리활성 성분을 다량 함유하고 있는 녹색 WG를 최대한 활용한 기능성 식품의 개발과 이용증대를 가져올 것으로 기대된다. 아울러 기존의 WG 뿐만 아니라 영양적으로 더욱 강화된 녹색 WG류 식품의 개발로 곡류 소비촉진 및 우리 곡류의 고품질화 유도과 이에 따른 국민 소비만족도를 증진시킬 수 있을 것이다. 또한, 이들 기능성 식품소재의발굴에 맞추어 바이오 식품산업에 유용한 소재로의 다각적 이용이 가능할 것으로 예측된다. 특히 WG 보리와 밀의 소비증가는 맥류산업의 활성화와 함께 농가의 소득증대로 이어질 수 있을 것이다.

제 6 장 연구개발 과정에서 수집한 해외과학 기술정보

미국은 1999년부터 WG이 51% 이상 함유된 식품에 대하여 비정백 식품과 자연식품이 풍부하고 전체지방과 포화지방 및 콜레스테롤이 적은 식품은 심장병과 일부 암의 위험을 줄인다는 표시를 할 수 있도록 허용한 바 있다. 또한 2004년에는 미국의 두 번째 큰 곡물 회사인 General Mills는 아침식사용 씨리얼을 모두 WG로 바꾸어 생산하겠다는 방침을 발표하였다.

Global Industry Analysts, Inc (2008)는 『whole grain and high fiber』 보고서 발간을 통하여 2003년부터 2012년까지의 홀그레인과 섬유소식품 세계적인 동향을 발표하였으며, Marquart 등 (2007)은 『whole grain and health』를 저술하여 홀그레인의 건강기능 효과와 함께 각종 성인병 예방에 관한 효과를 소개한 바 있다. Anderson 등(2009)은 섬유소 식품의 성인병에 예방에 관한 건강이점을 발표한 바 있다.

최근 보고서 (Jones, 2010)에 의하면 WG가 가진 많은 건강상 이점으로 인해 많은 곡물 회사들이 그들의 판매 품목에 WG 제품을 추가하고 있으며 FDA의 승인을 받아 건강식품표시 라벨을 부착하는 것을 추진하고 있다. 또한 식품 중에서는 높은 섬유소 함량을 지닌 보리나 밀 등에 우위가 있으며 정확한 제품을 소비자에게 전달하기 위하여 WG 식품에 있어 일반적인 정의가 있어야 한다고 주장하고 있다.

유럽에서도 WG와 가공제품에 대하여 영양성분과 건강식품 표시 라벨을 사용하기 위해서는 적절한 규제를 가하려고 노력하고 있다. 과학적 증거와 함께 WG 식품을 유럽 식품안전기관의 승인을 받고 영양성분과 건강식품표시 라벨 부착을 함으로써 식품의 안전성을 보장하고 라벨 사용조건을 확립하기 위해 노력하고 있다(Binns, 2010). 최근 들어 미국 내 영양사, 식품제조업체 등은 WG 식품의 소비확대를 주장하고 있다. 이는 그들의 이익과 관련된 부분도 있지만 WG 섭취를 통한 심혈관 질환의 위험을 줄일 수 있기 때문에 일부 국가에서는 정부차원에서의 지침과 건강강조 표시 등이 지원되고 있기 때문이다(Seal과 Brownlee, 2010). 그 외에도 WG 귀리를 섭취하는 것은 체중 감소를 위하여 저섬유소 식단을 포함한 다이어트 프로그램과 비교하였을 때 체중에는 커다란 차이는 없었지만 저밀도 지방단백질(LDL)수치를 저하시켜 주어 심혈관 질환 위험을 낮추어 주고 허리둘레를 감소시켜 준다(Maki 등, 2010)는 내용의 연구 외에도 다양한 연구들이 진행되고 있다.

이러한 WG의 범세계적인 소비 및 연구 추세는 현대인들의 식생활에 많은 변화를 불러일으킬 것이다. WG 관련 소비가 증가함에 따라 글로벌 마켓에서의 시장이 확대되고 규모(글로벌 마켓 기준 2017년도 예상규모 276억 달러)증가할 것으로 예상된다. 특히 아시아-태평양지역의 WG의 연평균 성장률은 6.82%로 향후 수요가 급증할 것으로 예상되므로 기존 WG와 비교하여 우수한 녹색 WG의 생산과 수출을 후속적인 연구와 홍보를 통하여 확산시켜야 할 것이다. 아울러 WG에 대한 인식과 홍보가 매우 부족한 실정인 우리나라에서 소비를 높여 국민건강 증진을 이룰 수 있는 방안이 도출되어야 할 것이다. 정부차원에서의 WG식품 권고와 홍보가 이루어지기 위해서는 녹색 WG의 산업화를 통한 새로운 산물의 소개와 함께 WG식품의 건강증진에 관한 다양한 효과의 증명이 병행되어야 소비자들에서 좋은 호응을 얻을 수 있을 것이다.

제 7 장 참고문헌

1. 신명희. 영양역학 방법론에 대한 개론과 당뇨병에 관한 영양역학 연구들, 대한영양의학회 춘계학술대회, 2005
2. 조남한, 신 철, 김규찬, 박 찬, 임 수, 장학철, 이흥규 : 한국인에서의 연간 당뇨병 발생률 분석, 당뇨병 28(부록3) : 215, 2004
3. 보건복지부지정 2형 당뇨병 임상연구 센터. 교육자를 위한 당뇨교육 지침서 2008.
4. 장학철. 당뇨병과 기능성 식품, 대한영양의학회 : 4(3), 231-238, 2002
5. 박선희, 왕수경. 대전지역 제 2형 당뇨병 환자의 항당뇨기능성 식품 섭취 실태조사. 한국생활과학회지 : 17(4), 797-805, 2008
6. 정호덕, 유종근, 최용희. 1999. 풋콩의 품질향상을 위한 마이크로파에 의한 블랜칭. 한국식품영양과학회지. 28(6): 1298~1303.
7. 황성희, 정헌식, 윤광섭. 2004. 전처리방법에 따른 새송이 된장절임의 품질특성 변화. 동아시아식생활학회지. 14(3): 251~256.
8. 이영주, 이해옥, 김지영, 권기현, 차환수, 김병삼. 2011. 블랜칭 처리 조건에 따른 동결 도라지의 품질 특성. 한국식품저장유통학회지. 18(5): 661~668.
9. 김도희, 김수민, 김한빛, 문광덕. 2012. 반응표면분석법으로 최적화한 초음파와 저온 블랜칭의 병용처리 조건이 신선편이 양상추의 갈변과 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지. 19(4): 470~476.
10. 농촌진흥청. 2003. 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준.
11. 구자철. 2004. 녹색보리쌀 및 밀쌀의 생산기술 개발에 관한 연구. 연구보고서. 농림부.
12. 장선식, 오영균, 김경훈, 홍성구, 권응기, 조영무, 조원모, 은정식, 이상철, 최성호, 송만강. 2007. 보리의 사료평가와 한우 거세우 급여에 의한 발육 및 육질 개선 효과 구명. 한국동물자원과학회지. 49(6):801-818.
13. 통계청. 2011. 농작물 생산 통계. p 236.

14. 정호덕, 유종근, 최용희. 1999. 팟콩의 품질향상을 위한 마이크로파에 의한 블랜칭. 한국식품영양과학회지. 28(6): 1298~1303.
15. 충남대학교. 2006. 녹색미 생산을 위한 블랜칭(Blanching) 기계 개발. 농림부. p. 79.
16. 김민철, 이가순, 이병진, 권병구, 주정일, 구자형, 오만진. 2007. 성숙과정 중 녹색미의 이화학적 특성변화. 한국식품영양과학회지. 36(10): 1307~1313.
17. 정은순, 신동화, 두재균, 채수완, 김영수, 박영민 : 전라북도 지역 당뇨병환자의 잡곡밥 섭취 실태 및 혼합비를 달리한 잡곡밥의 관능검사, 한국식품영양과학회지 : 39(7), 1049~1055, 2010
18. 임정현. 한국성인의 당뇨병 발생과 관리에 영향을 미치는 식생활 및 생활습관 요인분석 : 2007 - 2008 국민건강 영양조사 자료를 이용하여. 서울대학교 대학원 박사학위논문 2012.
19. 정숙희, 2003 인슐린저항성증후군의 유병패턴 분석 및 혼합곡류식이의 인슐린저항성 개선 효과에 관한 연구: 인제대학교 대학원 박사학위논문.
20. 홍혜숙, 박종숙, 유한경, 김화영, 2008. 제2형 당뇨병환자에서 혈당 HDL-콜레스테롤 수준과 심혈관계질환 위험요인 분석. Diabetes J 32:215~223.
21. 김철암, 오덕환, 엄애선, 이현옥, 은종방, 2005. 건조방법에 따른 생식 원료 곡류의 이화학적 특성 및 기능성 성분의 변화. 한국식품저장유통학회지 12(5)442-448
22. 박원봉, 김덕숙, 1995. 저장조건에 따른 신선초 생즙의 베타카로틴과 비타민 C의 함량 및 항산화능의 변화. 한국식품과학회지 27(3)375-379
23. 최남순, 오상석, 이종미, 2001. 데침조건에 따른 참취의 생리활성성분 및 품질특성변화. 한국식품과학회지 33(6)745-752
24. 식품의약품안전청, 2010. 2009년도 식품의약품안전청 식품 및 식품첨가물 생산실적.
25. 서동균, 강진구, 2011 국제곡물수급 전망과 국내 대응전략, 한국식품유통학회지
26. 캐나다의 유통물류정보
27. 일본의 유통물류정보
28. 싱가포르 유통물류정보
29. 베트남 유통물류정보

30. American Diabetes Association. 2008. Nutrition recommendations and interventions for diabetes care 31:S61-78,
31. Ministry for Health, Welfare and Family Affairs. 2012. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea National Health and Nutrition Examination Survey [KNHANES] [Internet]. Available from : <http://knhanes.cdc.go.kr>.
32. De Moura, Fabiana F. Falk, Michael C.; Lewis, Kara D. 2009. Applying the FDA Definition of Whole Grains to the Evidence for Cardiovascular Disease Health Claims. *Journal of nutrition*, 2009 Nov., v. 139, no. 11, p. 2220s-2226s. 139
33. Keogh JB, Lau CW, Noakes M, Bowen J, Clifton PM. Effect of meals with high soluble fiber, high amylose barley variant on glucose, insulin, satiety and thermic effect of food in healthy lean women. *Eur J Clin Nutr* 61:597-604, 2007
Griffiths, Trish.2010. Promoting Cereal Grain and Whole Grain Consumption: An Australian Perspective. *Cereal chemistry*, 2010 Mar-Apr, v. 87, no. 2, p. 159-161. 87 2.
34. Larson, Nicole I; Burgess-Champoux, Teri; Story, Mary; Neumark-Sztainer, Dianne. 2010. Whole-Grain Intake Correlates among Adolescents and Young Adults: Findings from Project EAT. *Journal of the American Dietetic Association*, 2010 Feb., v. 110, no. 2, p. 230-237. 110 2.
35. Eun-Jin Cho, Ki Teak Lee. 2003. Analysis of Phytosterols and Tocopherols, and Production of Structured Lipids from the Extracted Plant Oils. *Korean Journal of Food Preservation* 10: 370-375.
36. Hong-Yeol Kim, Chang-Ihn Yang, Yong-Hwan Choi, Yong-Jae Won, Young-Tae Lee. 2007. Changes of Seed Viability and Physico-Chemical Properties of Milled Rice with Different Ecotypes and Storage Duration. *Korean J Crop Sci*:52: 375-379.
37. Effects of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content, and grain quality of rice. *Cereal Chem.* 73 : 556-560.
38. Park, Y.S., S.K. Kim, and H.I. Chang. 2008. Isolation of Antocyanin from Black Rice (Heugjinjubyeo) and Screening of its Antioxidant Activities. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology* 36(1):55-60.
39. Kim, C.H. 2004. Varietal Difference in Feed Value of Rice Straw and Its Relationship with Agronomic Traits. *Korean Journal of Crop Science* 49(6):516-521.
40. Kim, M.H., K.J. Lee and B.W. Lee. 2007. Response of Grain Protein Content to

Nitrogen Topdress Rate at Panicle Initiation Stage under Different Growth and Plant Nitrogen Status of Rice. Korean Journal of Crop Science 63(1):104-111

41. Kim, E.O., J. H. Oh, K.T. Lee, J.G. Im, S.S. Kim, H.S. Suh, and S.W. Choi. 2008. Chemical compositions and antioxidant activity of the colored rice cultivars. Korean Journal of Food Preservation. 15(1) : 118-124.

42. Choi, H.C., H.C. Hong, and B.H. Nahm. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica rice. Korean J. Breeding 29 : 15-27.

43. Islam, N., S. Inanaga, N. Chishaki, and T. Horiguchi. 1996. Effect of N top-dressing on protein content in Japonica and Indica rice grains. Cereal Chem. 42 : 225-235.

44. Lee, Y.S. and J.K. Lee. 2008. Date of harvest and transplanting of pigmented rice. Chungcheongbuk-do ARES. Research Report 1-9.

45. Martin, M. and M.A. Fitzgerald. 2002. Protein in rice grains influence cooking properties. Journal of Cereal Science 36:285-294.

46. Tadahhiko. M. 1997. Physiological nitrogen efficiency in rice: Nitrogen utilization, photosynthesis, and yield potential. Plant and Soil. 196:201-210.

47. Bruno-Soares, A.M., I. Murray, R.M. Paterson and M.F. Abreu. 1998. Use of near infrared reflectance spectroscopy(NIRS) for the prediction of the chemical composition and nutritional attributes of green crop cereals. Animal Feed Sci. Tech. 75:15-25.

48. Delgado, G., M.R. Gonzalez and P. Martin. 2006. Interaction effects of nitrogen and potassium fertilization on anthocyanin composition and chromatic features of tempranillo grapes. Int. J. Vine Wine Sci. 40:141-150.

49. Jeong, J.C., D.C. Chang, Y.H. Yoon, C.S. Park and S.Y. Kim. 2006. Effect of Cultural Environments and Nitrogen Fertilization Levels on the Anthocyanin Accumulation of Purple-fleshed Potato (*Solanum tuberosum* L.) Variety Jasim. J. Bio-Envir Control. 15(2):204-210.

50. Kim, C.H. and J.C. Chae. 1994. Effects of nitrogen fertilizer application level and cutting time on forage yield and feed value of rye in paddy field. Korea J. Crop Sci. 39(4):373-381.

51. Kim, S.H. et al. 2012. Increased whole grain, fruits and vegetable intake reduced

oxidative stress in high school students. Korean J Nutr. 45(5):452-461.

52. Lee, H.S., E.W. Lee and H.Y. Lee. 1975. Studies on the response of barley varieties to nitrogen application and seeding methods. Korean J. Crop Sci. 20:152-162.

53. Song, T.H., O.K. Han, Y.K. Kim, T.I. Park, K.H. Park and K.J. Kim. 2011. Effect of top dressing and harvest time on growth, feed value, and anthocyanin content of colored barley. Korean J. Crop Sci. 56(2):159-166.

54. Song, T.H., O.K. Han, T.I. Park, Y.K. Kim, K.H. Park and K.J. Kim. 2011. Effect of nitrogen top dressing levels on productivity, feed value, and anthocyanin content of colored barley. J. Korean Grassl. Forage Sci. 32(2):149-156.

55. Yun, S.G. and A. Kzauo. 1998. Effect of planting dates and nitrogen fertilization rates on the forage yield and feeding value of introduced triticale. J. Korean Grassl. Forage Sci. 18(2):113-122.

56. http://newikis.com/en/Whole_grain.html

57. <http://newikis.com/en/Barley.html>

58. <http://www.yakup.com/news/index.html?mode=view&cat=15&nid=135302>

59. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2012. Diabetes Care 2012; 35 Suppl 1:511-63

60. Sevak L., P. McKeigue, and M.G. Marmot. 1994. Relationship of hyperinsulinemia to dietary intake in south Asian and European men. Am J Clin Nutr 59:1069-74.

61. Kim YS, Lee G.C. 2006. A Survey on the consumption and satisfaction degree of the cooked rice mixed with multigrain in Seoul and Kangwon area. Korean J Food Culture 21: 661-669.

62. Bae H.J., H.Y. Lee, and J.H. Lee. 2010. Effect of *Saururus chinensis* powder addition on the quality of sugar snap cookies. Food Engineering Progress 14: 256-262.

63. Cho E.J. and K.T. Lee. 2003. Analysis of phytosterols and tocopherols, and production of structured lipids from the extracted plant Oils. Korean Journal of Food Preservation 10: 370-375.

64. Choe J.S., H.H. Ahn, and H. J. Nam. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.
65. Choi G.C., H.S. Na, G.S. Oh, S.K. Kim, and K. Kim. 2005. Gelatinization properties of waxy black rice starch. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 87-92.
66. Cho M.K., and W.J. Lee. 1996. Preparation of high-fiber bread with barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 702-706.
67. Cho S.H. 2010. Vitamin E: α -tocopherol and the other forms of vitamin E. *Korean J Nutr* 43: 304-314.
68. Choi SH. 2009. Quality Characteristics of Cookies Prepared with *Angelica gigas* Nakai Powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 15: 309-321.
69. EL-Dash A.A., R. Gonzales, and M. Ciol. 1980. Response surface methodology in the control of thermoplastic extrusion of starch. pp 51-74. In: *Extrusion Cooking Technology*. Jowitt R (ed). Elsevier Applied Science Publishers, New York, USA.
70. Hwang Y.H., W.J. Lee, and Y.S. Kim. 2006. Effect of deoxynivalenol reduced barley flour on breadmaking properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 222-231.
71. Jung J.Y., S.A. Kim, and H.J. Chung. 2005. Quality characteristics of low-fat muffin containing corn bran fiber. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 694-699.
72. Kim H.Y., C.I. Yang, Y.H. Choi, Y.J. Won, and Lee YT. 2007. Changes of seed viability and physico-chemical properties of milled rice with different ecotypes and storage duration. *Korean J. Crop Sci.* 52: 375-379.
73. Kim J.H., and Y.T. Lee. 2004. Effects of barley bran on the quality of sugar-snap cookie and muffin. *J. Kor. Soc Food Sci. Nutr.* 33: 1367-1372.
74. Kim S.L., K.Y. Park, Y.H. Lee, and Y.H. Ryu. 2003. Biological activities of phytosterols and their variations in crops. *Korean J. Crop Sci.* 48: 24-30.
75. Kim Y.S., H.S. Choi, I.A. Woo, and T.H. Song. 2004. The effect on the sensory and mechanical characteristics of functional muffin using *glycyrrhizae radix* extract. *Korean J. Food Cook. Sci.* 20: 95-99.
76. Kyoun O.Y., S.H. Oh, H.J. Kim, J.H. Lee, H.C. Kim, W.K. Yoon, H.M. Kim, and MR

- Kim. 2006. Analyses of nutrients and antinutrient of rice cultivars. Korean J. Food Cook. Sci. 22: 949-956.
77. Lee G.W., M.J. Choi, and B.M. Jung. 2010. Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with *Capsosiphon fulvescens* powder. Korean J. Food Cook. Sci 26: 381-389.
78. Lee J.S., and S.S. Jeong. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom (*Agaricus bisporous*) Powder. Korean J. Food Cook. Sci. 25: 98-105.
79. Lee S.H., M.Y. Kim, H.Y. Kim, S. Ko, and M. Shin. 2010. Comparison of rice properties between rice grown under conventional farming and one grown under eco-friendly farming using hairy vetch. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1684-1690.
80. Lim E.J., C.O. Huh, S.H. Kwon, B.S. Yi, K.R. Cho, S.G. Shin, S.Y. Kim, and J.Y. Kim. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies with added leek powder. Korean J. Food Nutr. 22: 1-7.
81. Oh W.G., J.H. Kim, and S.C. Lee. 2011. Preparation and characterization of white bread with sweet persimmon. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 253-258.
82. Park K.Y., C.S. Kang, Y.C. Cho, Y.S. Lee, Y.H. Lee, and Y.S. Lee. 2004. Tocotrienol and tocopherol contents of rice bran by milling recovery. Korean J. Crop Sci. 49: 468-471.
83. Ryu C.H. 1999. Study on bread-making quality with mixture of waxy barley-wheat flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1034-1043.
84. Semin OO, Gulum S, Serpil S, Elif T. 2009. Investigation of physical properties of breads baked in microwave and infrared-microwave combination ovens during storage. Eur. Food Res. Technol. 228: 883-893.
85. Shin J.H., S.J. Lee, D.J. Choi, and O.C. Kwon. 2007. Quality characteristics of cookies with added concentrations of garlic juice. Korean J. Food Cook. Sci. 23: 609-614.
86. Sung J.E., Y.T. Lee, H.M. Seog, Y.S. Kim, and Y.S. Ko. 1999. Characteristics of β -glucan gums from normal and waxy hull-less barleys. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 644-650.
87. Jones, J.M. 2010. Regulatory aspects of whole grain and whole grain foods: definitions and labeling. Cereal Chemistry. V 87-2. 150-154.

88. Binns, N.M. 2010. Regulatory aspects for whole grain and whole grain food: An EU Perspective. *Cereal chemistry*, V 87-2. 162-166.
89. Seal, C.J., and I.A. Brownlee. 2010. Whole grains and health, Evidence from observational and intervention studies. *Cereal chemistry*, V 87-2. 167-174.
90. De Moura, F. F., M.C. Falk, and K.D. Lewis. 2009. Applying the FDA definition of whole grains to the evidence for cardiovascular disease health claims. *Journal of nutrition*. V 139-11, 2220-2226.
91. Anderson, J. W. et al. 2009. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews* 67(4)188-205. http://en.wikipedia.org/wiki/dietary_fiber
92. Global Industry Analysts, Inc. 2008. Whole grain and high fiber foods. A global strategic business report.
93. Marquart, L., D.R. Jacobs Jr., G.H. McIntosh, K.P. Poutanen and M. Reiks. 2007. *Whole Grains and Health*. 1-335. Blackwell Pub.