

## 젤라틴·키틴분해미생물을 이용한 밀 유기재배와 관행재배의 생육, 병해충 발생조사 및 경제성 분석\*

안필립\*\* · 이지호\*\* · 차광홍\*\*\* · 서동준\*\*\*\* · 안규남\*\*\*\*\* ·  
윤창용\*\*\*\*\* · 김길용\*\*\*\*\* · 정우진\*\*\*\*\*

### Economic Analysis, Growth and Pests of Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Gelatin · Chitin Microorganisms-treated Organic Culture

Ahn, Philip · Lee, Jiho · Cha, Kwang-Hong · Seo, Dong-Jun · An, Kyu-Nam ·  
Yoon, Chang-Yong · Kim, Kil-Yong · Jung, Woo-Jin

This study was carried out to investigate the economic value of organic wheat production using gelatin-chitin microorganisms in Gwangsan-gu, Gwangju city. The soil condition of experiment field was clay loam Jisan series. The organically cultivated fields were sprayed gelatin and chitin degrading bacteria. The test was performed at conventionally cultivated field and organically cultivated field. Emergence of weed on organically cultivated field was significantly higher than conventionally cultivated field which sprayed herbicide before seeding. Weed emergence have a critical impact on grain yield. Occurrence of diseases and insect pests were higher than conventionally cultivated fields. In 2019, the amount of lodging in conventionally cultivated field were higher than conventionally cultivated field. In 2020, lodging and wet injury were occur in both field. Comparing yield element between organically and conventionally cultivated experimental area, grain yield in organically cultivated field was shown slightly higher amount than

\* 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(no. 316032-5).

\*\* 전남대학교 농업생명과학대학 농화학과 석사과정

\*\*\* 전남대학교 농업생명과학대학 친환경농업연구소 전임연구원

\*\*\*\* 전남대학교 농업생명과학대학 친환경농업연구소 학술연구교수

\*\*\*\*\* 전라남도농업기술원 식량작물연구소 연구사

\*\*\*\*\* 전남대학교 농업생명과학대학 농화학과 교수

\*\*\*\*\* Corresponding author, 전남대학교 농업생명과학대학 친환경농업연구소 농화학과 교수  
(woojung@jnu.ac.kr)

conventionally cultivated field. However in the actual yield of 2019, organically cultivated field shows 20% decreased yield because of overgrown weed. In 2020, weed emergence and yellow mosaic virus by wet injury cause 30% decrease in the grain yield in organically cultivated field. Content of protein, carbohydrates, ash, water and fat in the grain were not different significance. In 2019, net incomes of conventionally cultivated wheat was 461,031 won/0.1 ha while organically cultivated wheat was 443,437 won/0.1 ha. In the rate of income, conventionally cultivated field was 83.0% as against organically cultivated field (73.3%). In 2020, net incomes of organically cultivated wheat was 437,812 won/0.1 ha while conventionally cultivated wheat was 418,281 won/0.1 ha. In the rate of income, conventionally cultivated field was 81.6% as against organically cultivated field (73.0%).

Key words : *organically cultivated wheat, wheat weed control, wheat quality, wheat yield*

## I. 서 론

최근 환경오염에 대한 관심이 높아지면서 농업의 공익적 가치 중 환경보전의 가치를 효율적으로 이용하기 위한 친환경 재배방법이 농산물 소비자와 생산자에 대한 인지도가 높아지고 있다(Kim et al., 2008). 또한 친환경농업직접지불제, 유기지속직불제와 같은 제도를 시행하는 등 정부의 지원으로 화학비료와 농약의 사용을 줄여서 발생하는 수확량의 감소를 보조하고 있다(NAQS, 2003). 이러한 친환경적 재배방법은 농업생태계의 토양 및 수질오염의 경감, 농산물 안전성과 품질의 향상, 지속가능한 농업의 발전을 이루어 경제적인 기여를 할 수 있을 것이다(Jung et al., 2015).

친환경재배방식을 채택한 농업기술에 대한 관심이 높아지면서 친환경 고품질 밀의 생산 기술 또한 연구가 진행되었다(JARES, 2010). 밀 친환경재배를 위하여 사용되고 있는 농자재는 유용미생물이 포함된 발효퇴비, 전작으로 벼를 수확하고 부산물로 나온 벧짚, 가축분, 유박, 어분 및 골분 등 매우 다양하다(Oh and Kim, 2013).

금강밀과 새금강밀은 빵용 표준밀인 DNS품종과 빵의 부피와 속질 등 여러 특성이 비슷하고(Nam and Han, 2000) 종실경도가 중간정도, 단백질 함량은 약 12% 정도 되는 품종이다(NICS, 1996). 새금강밀의 경우 금강밀과 올그루밀을 교배하여 만든 품종으로서 금강밀에 비해 붉은곰팡이병 저항성이 증진된 품종이다(NICS, 2015a). 품종 간 밀알의 단백질 함량은 서로 다르며(Park et al., 2001) 이들은 제빵 적성과 관련이 있는 것으로 보고되었다(Beanlard and Felix 1994; Park et al., 2002). 밀 친환경 유기재배 시 잡초방제가 중요한 문제로 대두되었다. 주요 발생 초종으로는 독새풀과 벼룩나물로 보고되었다(NICS, 2010). 친환경 밀 재배 포장에서 발생하는 주요 종자전염성 병원균으로서 *Fusarium graminearum*, *Alternaria alternata* 등이 있고 생육기간동안 발생하는 해충으로서 진딧물류, 노린재류, 굴파리류 등이 있는 것

으로 보고된 바 있다(NICS, 2015b).

친환경 실증농가에서 젤라틴·키틴분해미생물(Gelatin Chitin Microorganism, GCM)은 다양한 식물 병해충 방제 및 식물성장 효과에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. 친환경 광역단지 내에서 벼 유기재배시 젤라틴·키틴분해미생물을 엽면살포하여 처리 후 작물생육 및 수확량과 경제성이 조사되었으며(Choi et al., 2018), 키틴분해미생물인 *Bacillus amyloliquefaciens* Y1을 토양과 엽면에 처리하여 토마토에 발생하는 *Fusarium oxysporum*의 방제 및 작물의 생장촉진 효과를 보였다(Maung et al., 2017). 또한 키틴분해 미생물을 이용한 농가에서의 대량 배양기술을 여러 작물에 적용하여 병해충 방제전략에 관한 연구가 보고되었다(Kim et al., 2017). 키틴분해미생물을 이용한 환경보호 가능성(Brzezinska et al., 2014)과 농작물 병해충에 대한 생물농약으로서 가능성에 관한 연구가 보고되었다(Singh et al., 2014). 하지만 현재까지 밀에 대한 젤라틴·키틴분해미생물처리 후 작물생육 및 병해충조사결과와 경제성조사는 미미한 실정이다.

본 연구는 밀의 유기재배 시 GCM을 이용한 저비용·고효율의 생산 효과를 얻고자 유기재배농가와 일반 관행농가를 비교하여 작물의 일반생육, 병해충 발생, 밀 생산량, 품질 및 경제성을 비교·분석하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험장소

본 시험은 광주광역시 광산구 소재 밀 유기재배 실증시험 농가포장(5,088 m<sup>2</sup>)으로 식양질의 지산통 포장에서 2018년 10월부터 2020년 6월까지 2년간 수행하였다. 실증시험포장으로서는 같은 지역과 토양의 일반 관행재배 실증시험 농가포장(4,290 m<sup>2</sup>)을 대조구로 조사하였다. 본 시험기간인 2018년 10월 하순부터 2019년 6월 상순까지 평균기온은 11.5°C로 측정되었고 2019년 10월 하순부터 2020년 6월 상순까지 평균기온은 9.9°C로서 전년도 평균기온보다 1.6°C가 낮은 것으로 측정되었다. 본 시험기간의 2019년 일평균 강수량은 5.29 mm으로 조사되었고, 2020년 일평균 강수량은 5.04 mm로 같은 기간의 전년도 일평균 강수량과 비교하여 0.25 mm 낮은 것으로 조사되었다(KMA, <http://web.kma.go.kr/aboutkma/intro/gwangju/index.jsp>).

### 2. 시험구 배치 및 시험품종

본 시험구는 젤라틴·키틴분해미생물(Gelatin Chitin Microorganism, GCM)을 사용하는 유기재배구와 대조구로서 미생물을 살포하지 않는 일반 관행재배구로 나누어 배치하였다. 젤

라틴·키티분해미생물(GCM) 배양은 1톤 미생물배양기에서 GCM 미생물[500 mL, GCM<sup>+</sup>, *Lysobacter antibioticus*,  $1.5 \times 10^6$  cfu/mL, (주)푸르네, 전남 장성]와 젤라틴·키티 배양용 기질(500g, GC<sup>+M</sup>)을 넣고 25~35°C에서 3일간 배양하여 배양액 내에 젤라틴·키티분해미생물이 우점하도록 하고, 미생물 양분인 고농축 미생물 영양제(2 L, 파워키티<sup>+M</sup>)와 설탕(1~2kg)을 넣어 25~35°C에서 4일간 더 배양하여 본 시험에 사용하였다. 유기재배구에 ha당 배양액 750 L를 밀 재배기간인 2019년 3월 초, 중순경, 4월 중순, 5월 초순경에 각 1회, 총 4회 엽면 살포하였다.

시험품종은 2018년도에 유기재배구와 관행재배구 모두 금강밀(*Triticum aestivum* L. cv. geumgang)을 파종하였고, 2019년도에는 모두 새금강밀(*Triticum aestivum* L. cv. saegeumgang)을 파종하였다.

### 3. 종자파종

밀의 종자파종은 2018년 11월 5일, 2019년 11월 3일에 유기재배구의 경우 광산파 방법으로 0.1 ha당 30.3 kg씩 종자를 파종하였고, 관행재배구의 경우 광산파 방법으로 0.1 ha당 24 kg을 파종하였다.

### 4. 유기질비료 처리

본 시험에서는 밀 유기재배 시 기비로서 전작에 벼를 재배하고 남은 벼짚과 같은 부산물을 환원하고 파종 후 혼합유박과 같은 유기질비료를 사용하였다. 추비는 어분, 골분, 유박 등이 함유된 혼합 유기질비료를 사용하였다.

사용된 유기질 비료와 일반비료에 대한 처리량을 Table 1에 나타내었다. 관행과 유기재

Table 1. Comparison of amount of applied fertilizer on conventional and organic cultivation

Item	Conventional cultivation	Organic cultivation
Basal fertilization	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rice straw (230 kg/0.1ha)</li> <li>• Pro24 bokapbiryo (N-P-K=24-16-5) : 50.6 kg/0.1 ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rice straw (230 kg/0.1ha)</li> <li>• Chamjoa (mixed pressed cake) (N-P-K=4.5-1.5-1.0, organic matter 70%) : 133.6 kg/0.1 ha</li> </ul>
Additional fertilization	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urea (N-P-K=46-0-0) : 9.1 kg/0.1 ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ddangkachi (organic fertilizer) (N-P-K=3.5-3.9-1.4, organic matter 60%) : 12.5 kg/0.1 ha</li> </ul>
Total amount of fertilization	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N-P-K=16.3-8.1-2.5 kg/0.1 ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N-P-K=6.4-2.5-1.5 kg/0.1 ha</li> </ul>

배구의 경우 전년도 벧짚(230 kg/0.1 ha)을 모두 환원하였다. 유기재배구는 기비로서 혼합유박을 133.6 kg/0.1 ha (N-P-K=4.5-1.5-1.0, 유기물 70%)을 사용하고 추비로서 혼합유기질비료를 12.5 kg/0.1 ha 사용하였다. 총 시비량은 N-P-K=6.4-2.5-1.5 kg/0.1 ha이었다. 관행재배구는 기비로 보리복합비료(N-P-K=24-16-5) 50.6 kg/0.1 ha, 추비로 요소비료(N-P-K=46-0-0) 9.1 kg/0.1 ha를 사용하여 총 시비량은 N-P-K=16.3-8.1-2.5 kg/0.1 ha이었다.

### 5. 잡초방제 및 병해충방제

본 시험에 사용된 잡초 및 병해충 방제용 농자재의 사용 시기 및 처리량은 Table 2와 같다. 관행재배구 내 잡초방제를 위하여 파종 전에 glufosinate계열의 ‘삭술이’와 butachlor계열의 ‘마세트’ 제초제를 살포하였고, 유기재배구에서는 잡초방제를 위하여 파종 전 세 번의 로터리 작업 후 파종량을 10 a당 30.3 kg로 광산파방법으로 밀파하여 파종하였다. 또한, 밀의 생육기간 중에는 농기구를 이용하여 예취하는 등의 물리적인 방법으로 제초하는 방법을 이용하였다. 밀에 주로 발생하는 독새풀과 벼룩나물의 발생빈도는 수확기에 각 처리구에서 발생한 잡초를 채취하여 중량을 조사하였다. 관행재배구와 유기재배구 각각 반복당 30 cm<sup>2</sup> 씩 3반복으로 조사하였다.

병해충을 방제를 위해 관행재배구에서는 병해충농자재를 이용하지 않았으며, 유기재배구에서는 젤라틴·키티분해미생물(GCM)배양액을 생육기간 동안 총 4회 500 L/0.1 ha씩 엽

Table 2. Comparison of farming materials used for the control of plant diseases and insect pests on conventional and organic cultivation

Application time	Conventional cultivation	Organic cultivation
Nov. 2018.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of weeds</li> <li>• Average seeding (24.2 kg/0.1 ha)</li> <li>• Rotary tillage before sowing (once)</li> <li>• Glufosinate-ammonium 18% (300 mL/0.1 ha)</li> <li>• Butachlor 58.8% (300 mL/0.1 ha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of weeds</li> <li>• Dense seeding (30.3 kg/0.1 ha)</li> <li>• Rotary tillage before sowing (three times)</li> </ul>
Mar. ~ Jun. 2019.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of general wheat disease and insect pest.</li> <li>• No control of disease and insect pest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of general plant disease and insect pest.</li> <li>• Gelatin-chitin microorganism culture solution</li> <li>1st: 500 L/0.1 ha (early Mar.)</li> <li>2nd: 500 L/0.1 ha (middle Mar.)</li> <li>3rd: 500 L/0.1 ha (middle Apr.)</li> <li>4th: 500 L/0.1 ha (early May.)</li> </ul>

Application time	Conventional cultivation	Organic cultivation
Nov. 2019.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of weeds</li> <li>• Average seeding (24.2 kg/0.1ha)</li> <li>• Rotary tillage before sowing (once)</li> <li>• Glufosinate-ammonium 18% (300 mL/0.1 ha)</li> <li>• Butachlor 58.8% (300 mL/0.1 ha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of weeds</li> <li>• Dense seeding (30.3 kg/0.1 ha)</li> <li>• Rotary tillage before sowing (three times)</li> </ul>
Mar. ~ Jun. 2020.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of general wheat disease and insect pest.</li> <li>• No control of disease and insect pest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of general plant disease and insect pest.</li> <li>• Gelatin-chitin microorganism culture solution</li> <li>1st: 500 L/0.1 ha (early Mar.)</li> <li>2nd: 500 L/0.1 ha (middle Mar.)</li> <li>3rd: 500 L/0.1 ha (early Apr.)</li> <li>4th: 500 L/0.1 ha (middle Apr.)</li> </ul>

면살포하였다. 관행재배구와 유기재배구에서 밀에 발생하는 병해충인 붉은곰팡이병, 흰가루병, 감부기병, 잎마름병, 누른모자이크병, 노린재류, 진딧물류를 조사하였다. 또한 밀의 생리장해로서 각 재배구에서 발생하는 습해와 도복피해를 조사하였다.

## 6. 밀 생육, 수량조사 및 성분분석

밀의 생육조사는 생육기간 중에 입모수, 초장, 분얼수, 이삭길이를 측정하였으며, 시험구 당 30 cm<sup>2</sup>씩 3반복으로 측정하였다. 수량구성요소는 20수 당 밀알 수와 무게를 측정하였고, 수량조사는 완전립수와 백립중, 백립률과 1 m<sup>2</sup> 처리구내 밀의 수량은 전라남도농업기술원에 의뢰하였다.

수확 후 밀알의 성분분석은 2019년에는 농업기술실용화재단에 의뢰하여 분석하였고 2020년에는 농업기술실용화재단에서 수분, 지방, 회분함량을 의뢰하였고 탄수화물과 조단백질은 (주) OATC에 의뢰하여 분석하였다. 분석방법으로서 식품의약품안전처 식품공전상의 방법으로서 수분은 상압가열건조법, 지방은 에테르추출법(속슬렛법), 조단백질은 세미마이크로킬달법, 회분함량은 회로분석법을 이용하여 분석하였다(MFDS, [https://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_02.jsp?idx=263](https://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263)). 탄수화물함량은 시료의 무게에서 조지방, 조단백질, 수분, 회분함량을 뺀 값을 이용하여 계산하였다.

## 7. 통계분석

시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 하여 작물의 생육, 병해충 발생빈도, 밀 생산량, 밀 성분분석을 조사하였다. 통계분석은 SAS 9.4 (Statistical Analysis System Institute Inc. 2002) package를 이용하여 분석하였으며, 처리 간 유의성은 Tukey's Studentized Range (HSD) Test와 t-test를 이용하여 검정하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 토양의 화학성 비교

시험기간 중 관행 및 유기재배 시험구 토양의 이화학적 특성은 Table 3과 같다. 2018년 5월의 관행재배구 pH는 6.1, 유기물량 18 g/kg, 유효인산 71 mg/kg, 치환성칼륨 0.3 cmol<sup>+</sup>/kg, 치환성칼슘 4.8 cmol<sup>+</sup>/kg, 치환성마그네슘 1.3 cmol<sup>+</sup>/kg, 유효규산 170 mg/kg으로 측정되었으며 논토양 기준 화학성분 적정범위에서 치환성칼슘과 유효인산, 유기물함량이 다소 적은 함량을 보이고 광주광역시 광산구 토양의 평균적인 화학성에 비교하면 산도와 유효규산, 치환성칼슘의 함량은 높은 수치를 보이고 유기물과 유효규산, 치환성칼륨의 함량은 낮은 수치를 보였다. 2018년 5월의 유기재배 시험구 pH는 6.0, 유기물량 19 g/kg, 유효인산 54 mg/kg, 치환성칼륨 0.3 cmol<sup>+</sup>/kg, 치환성칼슘 5.2 cmol<sup>+</sup>/kg, 치환성마그네슘 1.3 cmol<sup>+</sup>/kg, 유효규산 275 mg/kg으로 나타났다. 논토양 기준 화학성분 적정범위에서 유효인산이 현저히 적은 함량을 보이고 유효규산의 함량은 유의적으로 높게 나타났다.

광주광역시 광산구 토양의 평균적인 화학성에 비교하면 산도와 유효규산, 치환성칼슘의 함량은 높은 수치를 보이고 유기물과 유효규산, 치환성칼륨의 함량은 낮은 수치를 보였다.

Table 3. Chemical characteristics of the soil used in this study

Item	pH	OM	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex. Cation (cmol <sup>+</sup> /kg)			Av. SiO <sub>2</sub>
	(1:5)	(g/kg)	(mg/kg)	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	(mg/kg)
Optimum level	5.5~6.5	20~30	80~120	0.2~0.3	5.0~6.0	1.5~2.0	157~180
Average level	5.4	24.4	114.5	0.7	4.5	1.3	136.7
Conventional (May 28. 2018)	6.1	18	71	0.3	4.8	1.3	170
Organic (May 28. 2018)	6.0	19	54	0.3	5.2	1.3	275

토양시료가 수확시기(6월)와 가깝다는 점을 고려해 보면 측정된 유효인산이 적정범위에 비교하여 측정된 함량이 적은 것은 작물이 종자를 형성하면서 토양 속의 인산을 이용하였을 것이라 추측된다. 또한 유효인산의 함량이 관행재배구에 비해 유기재배구가 낮은 것은 속효성이고 유효인산을 직접적으로 투입하는 화학비료대신 완효성이고 간접적으로 유효인산을 투입하는 유기질비료를 사용하였기 때문이다.

## 2. 밀 잡초발생 조사

관행 및 유기재배구의 잡초발생량은 Table 4에 나타내었다. 관행재배구는 파종 전 제초제를 살포하여 발생량이 현저히 낮았고 유기재배구는 높은 잡초발생량을 보였다. 파종 전 관행농법보다 로타리 경운횟수를 늘려 잡초종자의 발아를 억제하는 방법과 종자파종량을 늘려 밀파하는 방법을 채택하고 생육기간에는 손이나 기계를 이용한 물리적 방법을 이용하는 경종적 방법으로 제초를 하였다(NICS, 2010; RDA, 2010a; NICS, 2015c; JARES, 2010). 본 시험에서 잡초는 콤바인으로 수확 시 수확량의 감소를 초래하고 작물의 양분흡수를 방해하여 작물의 수량구성요소의 감소를 유발하였다. 주요 잡초 초종으로 2019년에 독새풀이 가장 많았고 다음으로 벼룩나물이 발견되었고 2020년에는 독새풀이 가장 많았다. 이는 밀의 무 제초제 처리구의 잡초발생 양상과 비슷하였다(NICS, 2010; JARES, 2010). Kim 등(2010)의 연구에 의하면 제초제를 사용하지 않은 포장에서 로터리경운을 통해 잡초발생량이 85% 정도 감소하였고, 파종량을 200 kg/0.1 ha로 파종한 처리구에서 150 kg/0.1 ha를 파종한 처리구에 비해 독새풀이 현저히 감소하였다.

Table 4. Weed emergence on conventional and organic cultivation

Investigation date	Cultivation	Weed fresh weight (g/30cm <sup>2</sup> )	Weed dry weight (g/30cm <sup>2</sup> )
May. 10. 2019.	Conventional	3.47 <sup>b</sup>	1.34 <sup>b</sup>
	Organic	28.55 <sup>a</sup>	7.88 <sup>a</sup>
May. 22. 2020.	Conventional	2.10 <sup>a</sup>	0.62 <sup>b</sup>
	Organic	15.73 <sup>a</sup>	3.49 <sup>a</sup>

Values in a vertical column followed by different superscripted letters on each date are significantly different at  $p \leq 0.05$  using Tukey's Studentized range (HSD) test.

## 3. 밀 일반적 생육특성

벼 전 생육기간에 입모수, 초장, 분얼수, 이삭길이의 조사결과는 Table 5에 나타내었다. 2019년 5월 10일에 측정한 수장의 경우 관행재배구가 8.5 cm, 유기재배구 9.9 cm로 유기재



배구가 다소 높은 수치를 보였으나 유의적으로 높은 결과를 보이지 않았다. 2019년 3월 29일에 측정한 분얼수의 경우 관행재배구가 60개로 유기재배구 57개보다 다소 많았지만 유의적인 차이는 없었다. 2019년 2월 28일에 측정한 입모수의 경우 관행재배구가 50개, 유기재배구가 34개로 관행재배구가 유의적으로 많은 수치를 보였다. 또한 2019년 2월 28일에서 5월 10일까지 측정한 초장의 경우 관행재배구와 유기재배구 간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 2020년 5월 8일에 측정한 분얼수의 경우 관행재배구가 48개로 유기재배구 48개로 유

Table 5. General growth of rice on conventional and organic cultivation

Investigation date	Cultivation	Plant length (cm)	Seedling number (No.)	Tiller number (No.)	Ear length (cm)
Feb. 28. 2019.	Conventional	8.70 <sup>b</sup>	50.3 <sup>a</sup>	-	-
	Organic	9.80 <sup>a</sup>	34.3 <sup>b</sup>	-	-
Mar. 15	Conventional	18.67 <sup>a</sup>	-	-	-
	Organic	18.27 <sup>a</sup>	-	-	-
Mar. 29	Conventional	28.13 <sup>a</sup>	-	60.7 <sup>a</sup>	-
	Organic	30.20 <sup>a</sup>	-	57.3 <sup>a</sup>	-
Apr. 12	Conventional	44.73 <sup>a</sup>	-	-	-
	Organic	40.93 <sup>a</sup>	-	-	-
Apr. 26	Conventional	64.67 <sup>b</sup>	-	-	-
	Organic	69.93 <sup>b</sup>	-	-	-
May. 10	Conventional	99.27 <sup>a</sup>	-	-	8.5 <sup>a</sup>
	Organic	103.87 <sup>a</sup>	-	-	9.9 <sup>a</sup>
Apr. 20. 2020.	Conventional	67.07 <sup>a</sup>	-	-	-
	Organic	63.20 <sup>a</sup>	-	-	-
Apr. 24	Conventional	71.87 <sup>a</sup>	-	-	-
	Organic	69.93 <sup>a</sup>	-	-	-
May. 8	Conventional	93.73 <sup>a</sup>	-	47.7 <sup>a</sup>	-
	Organic	93.93 <sup>a</sup>	-	48.3 <sup>a</sup>	-
May. 22	Conventional	95.53 <sup>a</sup>	-	-	-
	Organic	96.20 <sup>a</sup>	-	-	-
Jun. 5	Conventional	-	-	-	7.77 <sup>a</sup>
	Organic	-	-	-	7.37 <sup>a</sup>

Values in a vertical column followed by different superscripted letters on each date are significantly different at  $p \leq 0.05$  using Tukey's Studentized range (HSD) test.

의적인 차이를 보이지 않았으며 2020년 6월 15일에 측정된 수장의 경우 관행재배구가 7.8 cm, 유기재배구 7.4 cm로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 2020년 4월 20일부터 5월 22일까지 측정된 초장 또한 유의적인 차이를 보이지 않았다. 벼 수확 전 맥류재배의 독새폴 방제 효과 연구(Im et al., 2013)에 의하면 제초제 무처리구에서 제초제 처리구에 비해 초장이 10 cm정도 감소하였는데 본 시험에서는 처리구 사이 유의성을 보이는 차이가 없었다. 이러한 결과는 잡초가 번성한 유기재배구에서 젤라틴·키틴분해미생물이 작물의 잡초에 대한 경합력을 증가시켜 잡초에 의한 초장의 감소가 상쇄됨으로 사료된다.

#### 4. 밀 병해충 및 생리장해 발생조사

밀 재배 시 발생하는 주요 병해충으로 걸깜부기병, 붉은곰팡이병, 흰가루병, 잎마름병, 노린재류, 진딧물류가 관찰되었으며 각 재배구에서의 발생량을 조사하여 Table 6에 나타내었다. 2019년에는 붉은곰팡이병, 흰가루병, 잎마름병, 걸깜부기병, 노린재류, 진딧물이 발생하였으며 관행재배구에 비해 유기재배구에서는 걸깜부기병과 붉은곰팡이병이 다소 발생하였다. 2020년에는 붉은곰팡이병, 걸깜부기병, 노린재류, 진딧물, 누른모자이크병이 발생하였으며 관행재배구에 비해 걸깜부기병과 노린재가 유기재배구에서 다소 발생하였다. 밀 유기재배 시 병해충에 대한 방제도 중요한 요인으로 보고되고 있다(NICS, 2015b).

밀의 재배 시에 발생하는 주요한 생리장해로서 2019년에는 도복이 관찰되었으며 2020년에는 도복과 습해가 발생하였으며 발생빈도를 Table 6에 나타내었다. 2019년도에 관행재배구가 유기재배구보다 도복현상이 다소 관찰되었으며 이는 관행재배구에서 질소질비료를 유기재배구보다 더 많이 시용한 것이 도복의 발생량에 영향을 미쳤을 것으로 보고 있다. 2020년도에는 두 재배구 모두 도복과 습해가 발생하였고 작년보다 강수량이 증가하여 습해가 발생하고 누른모자이크병이 포장에 발생하였다.

2019년과 2020년의 병해충 및 생리장해 발생을 비교하였을 때 유기재배구에서 걸깜부기병과 붉은곰팡이병은 2019년에 비해 2020년에 발생이 감소하였다. 2020년에는 두 재배구 모두 흰가루병과 잎마름병이 발생하지 않았지만 강수량 증가로 인한 배수 불량으로 인한 누른모자이크병이 발생하였다. 관행재배구의 경우 2020년에는 걸깜부기병이 발생하지 않았다. 2019년에 비해 2020년도에 습해와 누른모자이크병이 발생하였는데 2019년에 비해 평균기온이 1.6°C가 낮았고 2019년 1월에는 강수량이 3.6 mm, 3월에는 7.5 mm이었는데 2020년 1월은 21.7 mm, 3월에는 15.5 mm으로 생육 초기에 강수량이 더 많은 것이 원인으로 사료된다. 누른모자이크병은 토양 전염성 *Polymyxa graminis* 매개 곰팡이에 의한 Barley mild mosaic virus (BaMMV)가 원인이며 겨울과 봄철 기온상승과 강수량 증가로 인해 발생한다(NICS, 2017).

Table 6. Emergence of disease and pest insect on conventional and organic cultivation

Investigation date	Cultivation	Major disease and pest insect							Physiological disorder	
		Fusarium blight	Powdery mildew	Yellow mosaic	Leaf blight	Smut	Pentatomidae	Aphids	Lodging	Wet injury
Mar. 29. 2019.	Conventional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Organic	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apr. 12	Conventional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Organic	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apr. 26	Conventional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Organic	0	0	0	0	0	0	0	0	0
May. 10	Conventional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Organic	0	0	0	0	±	0	0	0	0
May. 24	Conventional	±	±	0	±	±	±	±	+	0
	Organic	+	±	0	±	+	±	±	±	0
Feb. 29. 2020.	Conventional	0	0	0	0	0	0	0	0	±
	Organic	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apr. 20	Conventional	0	0	0	0	0	±	0	0	0
	Organic	0	0	0	0	0	0	0	0	0
May. 8	Conventional	0	0	±	0	0	±	0	0	±
	Organic	0	0	±	0	0	0	±	0	±
May. 22	Conventional	±	0	±	0	0	0	0	±	0
	Organic	±	0	±	0	±	0	0	±	0

\* Frequency of disease and pest: 0 (none), ± (low), + (moderately low), ++ (moderate), +++ (high)

### 5. 밀 수량구성요소 및 수량

밀 수량구성요소 및 수량을 2019년 6월 5일, 2020년 6월 5일 수확하여 조사한 후 Table 7~8에 나타내었다. 2019년도에 수확 후 이삭당 밀알의 수와 무게를 조사한 결과, 관행재배구는 1수당 28.3개로 나타난 반면 유기재배구의 1수당 25.48개로 나타났다. 2019년도에 각 처리구에서 수확한 밀알을 1수당 완전립 수로 환산한 결과는 Table 7에 나타내었는데 관행재배구가 29.3개로, 유기재배구는 28.3개로 유의적인 차이를 보여주지 않았다. Table 7에서 1수당 설립수는 관행재배구가 0.13개, 유기재배구는 0.07개로서 관행재배구와 유기재배구 간 유의적인 차이를 보여주지 않았다.

Table 8에서 각 처리구당 1 m<sup>2</sup>의 수량을 3반복 평예하여 0.1 ha당 수량을 계산하였다.

2019년도에 관행재배구는 532 kg/0.1 ha 유기재배구는 559 kg/0.1 ha로 유기재배구가 다소 높았다. 수량지수를 관행재배구를 100% 기준으로 계산해 보면 유기재배구는 105%로 조금 더 많은 양을 보였다. Table 8에 나타난 리터중은 관행재배구는 812 g, 유기재배구로 804 g으로 비슷하였다. Table 8에 계산한 설립률은 관행재배구에서 2%, 유기재배구에서는 1.2%로 유의성을 보이는 차이는 보이지 않았다. 또한 Table 8에 환산된 1 수당 백립중도 관행재배구에서 1.2 g, 유기재배구에서 1.04 g로 서로 비슷하여 유의성을 보이는 차이는 없었다. 2020년도에는 10a로 환산한 수량이 관행재배구는 541 kg/0.1 ha 유기재배구는 603 kg/0.1 ha로 유기재배구가 다소 높았다. 수량지수를 관행재배구를 100% 기준으로 계산해 보면 유기재배구는 111%로 조금 더 많은 양을 보였다. Table 8에 나타난 리터중은 관행재배구는 875 g, 유기재배구로 873 g으로 비슷하였다. Table 8에 계산한 설립률은 관행재배구에서 8%, 유기재배구에서는 10%로 유의성을 보이는 차이는 보이지 않았다. 2019년에 비해 2020년에 설립률이 증가하였는데 이는 강수량 증가에 따른 배수불량으로 인한 누른모자이크병에 의해 증가된 것으로 보인다(Park et al., 2006).

Table 7. Comparison of grain numbers, weight of grain, head grain numbers and broken grain numbers when wheat was grown under conventional and organic cultivation

Investigation date	Cultivation	Grain numbers (No./spike)	Weight of grain (No./spike)	Head grain numbers (No./spike)	Broken grain numbers (No./spike)
May. 10. 2019.	Conventional	28.28	1.21	29.28	0.13
	Organic	25.48	1.04	28.33	0.07
	t-test	ns	*	*	ns

ns: Not significant difference, \*  $p \leq 0.05$

Table 8. Comparison of broken rate, grain yield, weight of liter and weight of white grain which grown under conventional and organic cultivation condition

Investigation date	Cultivation	Broken rate (%)	Grain yield (kg/0.1 ha)	Weight of liter (g)	Weight of white grain (g)
Jun. 5. 2019.	Conventional	2.01	532.3	812.3	4.20
	Organic	1.23	559.8	804.7	3.96
	t-test	ns	ns	ns	**
Jun. 5. 2020.	Conventional	8.0	541.3	875.0	6.02
	Organic	10.0	630.0	873.8	5.78
	t-test	ns	ns	ns	ns

ns: Not significant difference, \*\*  $p \leq 0.01$

본 시험에서 유기재배구의 경우 잡초발생피해에 의해 유기재배시험구에서 수량조사치와 실제 유기재배시험구의 실제 수확량을 비교하였을 때 2019년도에는 약 20% 정도 낮은 수확량인 447 kg/10a를 보였다. 잡초가 다발생한 경우 콤바인을 이용하여 수확 시 탈립률이 증가하여 수량이 감소되는 현상이 관찰되었다. 본 시험결과와 국립식량과학원(1996년)에서 공시한 금강밀의 품질특성을 비교하면 0.1 ha당 수량은 답리작의 경우 422 kg으로 본 시험구에서는 다소 높은 수량을 보였다. 공시된 리터중은 769 g로서 본 시험에서의 관행재배구와 유기재배구가 더 높았다.

2020년도에는 유기재배구에서 작년보다 많은 강우량으로 인한 습해에 의한 누른모자이크병의 발생과 잡초의 다발생으로 환산치보다 약 30% 정도 낮은 수확량인 442 kg/10a를 보였다. 관행재배구 또한 습해와 누른모자이크병에 의한 피해로 환산치보다 약 10% 정도 낮은 수확량인 487 kg/0.1 ha를 보였다.

## 6. 밀 성분분석

밀 수확 후 밀알의 성분을 조사한 결과를 Table 9에 나타내었다. 2019년에 수확한 밀알에서 관행재배구와 유기재배구 간 성분함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 국립식량과학원(NICS, 2019)의 보고에 의하면 국립식량과학원에서 2015년도에 수확한 전남지방의 밀 품질조사에 따르면 단백질함량은 10.6%로 나타난 반면, 본 시험구의 관행재배구에서 단백질함량 8.78%와 유기재배구의 단백질함량 8.45%보다 높았다. 국립식량과학원 2015년도에 조사된 회분함량은 0.58%로 나타난 반면, 본 시험구에서 관행재배구의 회분함량 1.52%와 유기재배구의 회분함량 1.56%로 약 2.6배 높은 함량을 보였다. 2020년에 수확한 밀알에서 수분함량은 관행재배구는 9.6%, 유기재배구는 10.1%로 2019년에 수확한 밀알에서의 수분함량보다 유의성을 보이는 감소를 보였다. 회분함량은 두 재배구 모두 2019년에 수확한 것과 유의성을 보이는 차이를 보이지 않았고 두 재배구간의 차이는 보이지 않았다. 단백질함량의 경우 두 재배구 모두 2019년에 수확한 밀알보다 유의성을 보이는 증가를 보였으며 두 재배구간의 차이는 보이지 않았다. 지방함량은 2019년에 비해 2020년에 더 증가한 양을 보였으며 관행재배구가 유기재배구보다 더 높은 함량을 보였다. 탄수화물함량은 2020년에 수확한 밀알이 2019년에 수확한 밀알보다 적은 양을 보였으며 두 재배구 사이의 차이는 보이지 않았다. 밀가루의 높은 회분함량은 반죽하는 동안 가수량과 건면의 절단력을 증가시키며 색택을 어둡게 만드는 것으로 보고된 바 있다(Kang et al., 2008).

본 시험에서는 유기 및 관행농업의 재배방식이 밀알성분과 품질에 영향을 거의 미치지 않는 현상을 보여주었으며 전남지방의 밀알품질 평균수치와 차이를 보이는 것은 재배포장의 기상과 토양특성, 병해충과 생리장해 등의 요인이 작용하였을 것으로 사료된다.

Table 9. Wheat grain nutrient analysis which produced by conventional and organic cultivation

Investigation date	Cultivation	Water (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)	Carbohydrates (%)
Jun. 5. 2019.	Conventional	10.96	1.52	8.78	1.11	77.63
	Organic	11.24	1.56	8.45	1.11	77.64
	t-test	ns	ns	ns	ns	ns
Oct. 19. 2020.	Conventional	9.55	1.50	11.11	4.01	73.13
	Organic	10.10	1.44	11.82	2.93	72.63
	t-test	ns	ns	ns	*	*

ns: Not significant difference, \*  $p \leq 0.05$

## 7. 경제성 분석

밀 관행재배구와 유기재배구 시험포장의 2019년 밀 생산량 및 순수익을 분석한 결과를 Table 10에 나타내었다. 관행재배구의 밀 수확량은 1 m<sup>2</sup>에서의 수량을 환산한(532 kg/0.1 ha) 양을 사용하였으며, 유기재배구 밀 수확량은 잡초피해에 의한 손실을 20% 적용하여 447 kg/0.1 ha로 나타났다. 논작물의 친환경 보조금은 2019년 기준 친환경농업직접지불제는 1 ha당 70만원, 유기지속직불제로 연간 1 ha당 35만원의 보조금을 받는데 수익을 계산할 때 벼의 후작으로 밀을 재배하기 때문에 보조금은 절반으로 나누어 수입에 포함하였다. 또한, 농림축산식품부에서 지급하는 논 이모작 직불금으로서 1 ha당 50만원을 각 처리구의 수입에 포함하였다. 논 이모작 직불금은 벼를 재배하고 보리, 밀 등의 작물을 재배해야 받을 수 있는 보조금이기 때문에 수입에 계산할 때 절반으로 나누어 계산하지 않았다. 경영비는 비료와 농약 등 농자재가격과 종자가격을 포함하였으며 관행재배구의 경영비 총액은 9.4만원/0.1 ha로 나타난 반면, 유기재배구의 경영비는 16.2만원/0.1 ha로 유기재배구가 관행재배구에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 관행재배구의 순수익률은 83.01%로 나타난 반면, 유기재배구의 순수익률은 73.25%로 관행재배구가 유기재배구보다 다소 높은 것으로 나타났다. 각 처리구의 밀 재배 농가수입은 유기재배 밀(45,000원/40 kg)이 관행재배 밀(38,000원/40 kg)보다 판매금액이 높았고(2018년 기준), 논작물의 경우 유기재배 시 친환경 보조금으로 친환경농업직접지불제(35,000원/0.1 ha), 유기지속직불제(17,500원/0.1 ha), 논 이모작직불제(50,000원/0.1 ha)로 0.1 ha당 연간 총 102,500원의 보조금을 지원받았으며 관행재배구는 보조금으로 논 이모작직불제(50,000원/0.1 ha)를 지원받았다.

2020년도의 경우 정부에서 지급하는 직불금의 차이는 2019년과 차이가 없었으며 유기재배구에서는 잡초와 습해, 누른모자이크병의 피해에 의한 손실로 1 m<sup>2</sup>에서의 수확량을 10 a

로 환산한(630 kg/0.1 ha)양보다 30% 적은 442 kg/0.1 ha로 나타났고 관행재배구에서는 습해, 누른모자이크병 피해에 의한 손실에 의해 1 m<sup>2</sup>에서의 수확량을 환산한(541 kg/0.1 ha)보다 10% 적은 487 kg/0.1 ha로 나타났다. 직불금과 수확량을 합한 조수익은 유기재배구에서 60만원/0.1 ha, 관행재배구에서 51만원/0.1 ha로 나타났으며 경영비를 제외한 순수익은 유기재배구에서 44만원/0.1 ha, 관행재배구에서 42만원/0.1 ha으로 나타났다.

밀의 유기재배 시 수확량에 영향을 미치는 주요한 요인으로서 잡초의 다발생이 문제가 되고 있다. 유기재배포장에서 잡초발생을 줄일 수 있는 새로운 재배기술이나 방제방법 등의 연구가 필요하며 잡초를 쉽게 제초할 수 있는 농기계의 개발 또는 개량이 필요한 것으로 보인다.

Table 10. Economic analysis of rice production when wheat was grown under conventional and organic cultivation condition

Conventional cultivation				Organic cultivation			
Classification		Amount	Cost (won)	Classification		Amount	Cost (won)
Gross profit	Yield (0.1 ha)	532 kg	505,400	Gross profit	Yield (0.1 ha)	447 kg	502,875
	Paddy double-cropping direct subsidies	0.1 ha	50,000		Subsidies for eco-friendly agriculture	0.1 ha	35,000
					Subsidies for sustain organic agriculture	0.1 ha	17,500
					Paddy double-cropping direct subsidies	0.1 ha	50,000
	Total		555,400		Total		605,375
Managing cost	Basal fertilizer	2.5 EA	40,480	Managing cost	Basal fertilizer	6.7 EA	111,555
	Additional fertilizer	0.45 EA	9,000		Additional fertilizer	0.83 EA	13,114
	Seed cost	24.3 kg	29,889				
	Herbicide (butachlor)	3 kg	5,000		Seed cost	30.3 kg	37,269
	Herbicide (glufosinate)	300 mL	10,000				
	Total		94,369		Total		161,938
Income			461,031	Income			443,437
Rate of income (%)			83.01%	Rate of income (%)			73.25%

## IV. 적 요

본 연구 시험포장의 토양은 식양질의 지산토양으로 우리나라 논토양의 평균적인 화학적 특성과 비교하면 유효규산과 pH가 높았으며 유효인산과 유기물함량은 낮았다.

관행 및 유기재배구의 생육특성은 초장과 수장, 분얼수는 유의적인 차이가 없었으며 입모수의 경우 유의적인 차이를 보였다. 유기재배구에서 관행재배구에 비해 잡초발생이 많았으며 이는 수확작업 시 수확량의 손실에 지대한 영향을 미쳤으며 주요 초종으로는 뜯새풀과 벼룩나물이었다. 밀의 생리장애로서 도복의 발생은 유기재배구보다 관행재배구에서 더 많이 발생하였는데 이는 질소질비료의 시용량과 관련이 있는 것으로 보여진다.

병해충발생은 걸깜부기병, 붉은곰팡이병, 흰가루병, 잎마름병, 누른모자이크병, 노린재류, 진딧물이 발생하였으며 유기재배구에서 걸깜부기병과 붉은곰팡이병 다소 발생하였다.

관행과 유기재배구에서 수확한 밀알의 성분분석 결과, 단백질함량은 전남지방에서 생산되는 밀의 평균값보다 낮았고 회분함량은 높게 나타났으며 2019년과 2020년의 연차 간 밀알성분의 차이는 단백질, 지방의 함량은 증가하고 수분, 탄수화물함량은 감소하였으며 회분은 비슷한 함량을 보였다.

2019년의 밀 수확량은 유기재배구(559 kg/0.1 ha)가 관행재배구(532 kg/0.1 ha)보다 더 높은 수량을 보였지만 2020년에는 배수불량으로 인한 누른모자이크병과 잡초 발생으로 관행재배구는 10%, 유기재배구는 30%의 수확량 감수를 초래했다. 2019년의 밀 재배농가의 순수익은 관행재배구(46만원/0.1 ha)로 유기재배구(44만원/0.1 ha)에 비해 다소 높게 나타났으며 경영비는 유기재배구(16.2만원/0.1 ha)가 관행재배구(9.4만원/0.1 ha)에 비해 다소 높았는데 이는 유기재배에서 비료비와 종자비가 관행재배보다 높았기 때문이었다.

[Submitted, December. 10, 2020; Revised, February. 16, 2021; Accepted, April. 2, 2021]

## References

1. Branlard, G. and I. Felix. 1994. Part of HMW glutenin subunits and omega gliadin allelic variants in the explanation of the quality parameters. In: Proc. of Int. Meeting-wheat kernel proteins: Molecular and Fuctional Aspects. 45(1): 249-251.
2. Brzezinska, M. S., U. Jankiewicz, A. Burkowska, and M. Walczak. 2014. Chitinolytic microorganisms and their possible application in environmental protection. Curr. Microbiol. 68: 71-81.



3. Choi, S. H., K. H. Cha, D. J. Seo, H. G. Park, O. D. Kwon, K. N. An, J. H. Lee, K. Y. Kim, and W. J. Jung. 2018. Organic rice (*Oryza sativa* L.) production in eco-friendly complex using gelatin·chitin microorganisms. *Kor. J. Org. Agric.* 26(4): 629-647.
4. Im, I. B., B. H. Im, J. H. Park, and J. H. Jang. 2013. Control of water foxtail in the cultivating barley and wheat before harvesting rice. *Weed Turf. Sci.* 2(4): 362-367.
5. JARES. 2010. [http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets\\_no=000000250532](http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000250532).
6. Kang, C. S., H. S. Kim, H. H. Kim, S. H. Kim, Y. K. Cheong, and K. H. Park. 2008. Flour characteristics and end-use quality of commercial flour produced from Korean wheat and imported wheat. *Korean J. Food Preserv.* 15(5): 687-693.
7. Kim, S., S. H. Ahn, I. B. Im, Y. G. Jung, and S. J. Kim. 2010. Effect of seeding methods to the growing *Alopecurus aequalis* var. *amurensis* in wheat field of rice-wheat cropping system. *Kor. J. Weed sci.* 30(3): 252-257.
8. Kim, S. O., M. H. Kim, and J. H. Shim. 2008. Understanding of consumers' perceptions on environment-friendly agricultural products (EAP) and purchasing behaviors by comparing purchasers and nonpurchasers. *Kor. J. Org. Agric.* 16(1): 21-42.
9. Kim, Y. C., B. R. Kang, Y. H. Kim, and S. K. Park. 2017. An effective and practical strategy for biocontrol of plant diseases using on-site mass cultivation of chitin-degrading bacteria. *Res. Plant Dis.* 23(1): 19-34.
10. Jung, H. G., C. G. Kim, and J. J. Kim. 2015. Evaluating the economic value of environmentally sound functions of environment-friendly agriculture. *JRD.* 38(3): 61-82.
11. Maung, C. E. H., T. H. Choi, H. N. Hyun, and K. Y. Kim. 2017. Role of *Bacillus amylo-liquefaciens* Y1 in the control of fusarium wilt disease and growth promotion of tomato. *Biocontrol Sci. Technol.* 27(12): 1400-1415.
12. Nam J. K. and Y. S. Han. 2000. Bread-making of domestic wheats cultivars. *Kor. J. Soc. Food Sci.* 16(1): 1-8.
13. NAQS. 2003. <https://www.naqs.go.kr/contents/contents.do>.
14. NICS. 1996. <http://www.nics.go.kr/api/breed.do?m=100000128&homepageSeCode=nics>.
15. NICS. 2010. [http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets\\_no=000000255943](http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000255943).
16. NICS. 2015a. <http://www.nics.go.kr/api/breed.do?m=100000128&homepageSeCode=nics>.
17. NICS. 2015b. [http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets\\_no=000000283995](http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000283995).
18. NICS. 2015c. [http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets\\_no=000000284023](http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000284023).
19. NICS. 2017. [http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets\\_no=000000296722](http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000296722).
20. NICS. 2019. [http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets\\_no=000000308621](http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000308621).
21. Oh, T. S. and C. H. Kim. 2013. Effect of using organic fertilizer on the growth of rice and

- soil. *Kor. J. Crop Sci.* 58(1): 36-42.
24. Park, C. S., B. K. Baik, Y. W. Ha, and B. H. Hong. 2001. Flour quality characteristics of Korean waxy wheat lines. *Kor. J. Crop Sci.* 46(5): 360-366.
25. Park, D. S., J. M. Ko, S. I. Han, S. K. Oh, J. N. Hyun, D. Y. Suh, D. C. Shin, and H. P. Moon. 2002. Effect of HMW glutenin subunit composition on baking quality traits in wheat. *Kor. J. Breed.* 34(1): 15-21.
26. Park, J. C., M. J. Lee, I. B. Choi, M. J. Kim, C. S. Park, and J. G. Kim. 2006. Growth and yield comparisons among barley varieties with different resistance to barley mosaic virus. *Kor. J. Crop Sci.* 51(5): 477-482.
28. RDA. 2010a. [http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets\\_no=000000257797](http://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000257797).
29. Singh, G., A. Bhalla, J. S. Bhatti, S. Chandel, A. Rajput, A. Abdullah, W. Andrabi, and P. Kaur. 2014. Potential of chitinases as a biopesticide against agriculturally harmful fungi and insects. *Res. Rev. J. Microbiol. Biotechnol.* 3: 27-32.