

## 친환경 광역단지 내 젤라틴·키틴분해미생물을 이용한 유기 벼 생산\*

최승희\*\*\* · 차광홍\*\*\* · 서동준\*\*\* · 박흥규\*\*\*\* ·  
권오도\*\*\*\* · 안규남\*\*\*\* · 이재학\*\*\*\*\* · 김길용\*\*\* · 정우진\*\*

### Organic Rice (*Oryza sativa* L.) Production in Eco-friendly Complex using Gelatin · Chitin Microorganisms

Choi, Seung-Hee · Cha, Kwang-Hong · Seo, Dong-Jun · Park, Hung-Gyu ·  
Kwon, Oh-Do · An, Kyu-Nam · Lee, Jai-Hak · Kim, Kil-Yong · Jung, Woo-Jin

This study was carried out to investigate the economic value of organic rice production using gelatin · chitin microorganisms in eco-friendly complex, Gongsan, Naju city. The soil condition of experiment paddy field was Jeonbuk series and silt loam with a slightly poor drainage. Except for the high effective silicate, the chemical characteristics of soils used were included in the optimum range of paddy soils in Korea. In growth, plant length, tiller number, ear number, and ear length were observed to be higher in conventional paddy fields than organic paddy fields. However, number of grain per panicle and grain filling ratio (%) were higher in organic paddy fields than conventional paddy fields. Incidences of diseases and insect pests were slightly higher in the organic paddy fields. Water weevil, sheath blight, rice leaf roller and rice blast were more occurred in organic paddy field. On the other hand, false smut was higher occurred in conventional paddy field. There was a significant negative correlation between rice sheath blight and rice leaf roller, and rice yield. In the milled rice quality, the quality of organically cultivated milled rices was lower by the increase of broken rice than that of conventionally cultivated milled rices. The quality and palatability of rice were higher in organic cultivation with decreasing of protein content. Net income of

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

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

\*\*\* 전남대학교 농업생명과학대학 농화학과 친환경농업연구소

\*\*\*\* 전라남도농업기술원 식량작물연구소

\*\*\*\*\* 전라남도 나주시 광역친환경농업단지조합 공동사업법인

conventionally and organically cultivated rice was 360,000 won/10a and 610,000 won/10a, respectively. Premium net income of the organically cultivated rice was 68%.

Key words : *eco-friendly complex, net income, organically cultivated rice, rice quality*

## I. 서 론

최근 소비자들이 건강증진을 위하여 안전한 농산식품의 소비가 늘어나고 있는 추세이다. 유기물, 미생물 등 천연자원을 사용하여 안전한 농산물 생산과 자연생태계를 유지 보전하는 유기농업의 실천이 무엇보다 중요하게 요구되는 현실이다. 이러한 친환경 유기농업은 천연자원의 보존, 생태계 유지, 농산물의 지속적 생산으로 환경의 질 향상을 이룰 수 있을 것으로 본다. 따라서 사람과 자연을 있는 순환의 고리인 ‘생태의 원칙’, 자연과 함께 건강해지는 삶인 ‘건강의 원칙’이 친환경 유기농업의 원칙에 포함되는 이유이다.

환경친화형 농업에 대한 관심이 높아짐에 따라 벼 유기재배 또한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 벼 유기재배를 위하여 사용되고 있는 농자재는 유용미생물이 포함된 발효퇴비, 산야초류, 볏짚, 헤어리베치, 자운영, 가축분 등 매우 다양하다. 미생물제제로서는 고초균, 유산균, 효모, 방선균 등을 각 시군 농업기술센터에서 농가에 보급하여 활용하고 있다. 그 외 천연식물액비, 천연 미네랄, 효소제 등 다양한 재료를 이용하고 있다. 벼 유기 재배 시 이양 후 표층시비에 사용되는 유기농자재로 일반유기질비료(피마자박, 미강유박, 채종유박, 야자유박), 식물성비료(쌀겨 펠렛), 일반 유기질 비료에 생산가공부산물을 추가한 자재, 동물성과 식물성을 혼합한 자재를 이용할 때 벼 생산성에 대한 비교 연구가 보고되었다(Kim et al., 2011). 벼 친환경 재배 시 고삼, 정향, 님 등의 식물추출물은 살균, 살충 효과가 식물 병해충 방제에 효과가 있다(Hwang et al., 2014). 벼 유기재배 시 발효퇴비, 아미노산액, 미네랄, 현미식초, 볏짚퇴비 및 왕우렁이를 활용하여 양분을 관리하고 잡초를 방제하면 벼 유기재배가 가능하다(Moon et al., 1998).

유기재배 쌀의 품질 및 기능적 우수성에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. 수확시기의 결정은 쌀의 품질에 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 수확을 일찍 하면 파쇄립, 청미가 증가하고, 늦게 수확을 하면 동할미, 피해립, 복백미가 증가하여 품질에 악영향을 준다(Chae et al., 1992; Ghu et al., 1998). 유기재배 쌀과 일반재배 쌀의 기능성 연구결과에서는 유기재배 쌀의 항산화 효과와 품질이 높게 나타남을 보고하였다(Na et al., 2007).

벼 친환경 유기재배 시 잡초방제가 중요한 문제로 대두 되었다. 이에 대한 해결책으로 오리, 긴꼬리 투구새우, 쌀겨, 왕우렁이 등의 다양한 생물자원과 유기자원을 활용해왔다. 최근에도 대부분의 벼 친환경 재배에서 왕우렁이 농법으로 치패 또는 중패를 이용한 연구

가 활발히 진행되고 있다(JARES, 2009; Hwang et al., 2013).

또한 벼 유기재배 시 병해충에 대한 방제도 중요한 요인으로 생각되고 있다. 벼 유기재배 시 발생하는 주요 병해충으로 잎도열병, 이삭도열병, 잎집무늬마름병, 굴파리류, 흑명나방, 줄점팔랑나방, 끝동매미충 등이 보고되었다(Cha et al., 2011).

본 연구에 사용되어진 젤라틴·키티분해미생물(Gelatin chitin microorganism, GCM)은 다양한 식물 병해충 방제 및 식물성장 효과에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. 벼 유기재배에 키티분해미생물 배양액을 이용한 병해충 방제에 관한 연구가 보고 되었다(Cha et al., 2014). 그 외 작물로는 키티분해미생물인 *Bacillus amyloliquefaciens* Y1을 이용한 토마토에 발생하는 시들음병 방제 및 작물성장 효과를 확인하였고(Maung et al., 2017), 키티분해 미생물을 이용한 현장 대량 배양방법으로 다양한 작물에 대한 병해충 방제전략에 관한 연구가 보고되었다(Kim et al., 2017). 키티분해미생물을 이용한 환경보호 가능성(Brzezinska et al., 2014)과 농작물 병해충에 대한 생물농약으로서 가능성에 관한 연구가 보고되었다(Singh et al., 2014). 길항미생물이 분비하는 키티분해효소는 토양 병해충 분해에 대한 직·간접적인 영향을 미치게 되고(Sharp, 2013), 또한 식물체내 생성 키티아제의 경우 병해충에 대한 중요한 방어 역할을 하는 것으로 보고되었다(Rathore and Gupta, 2015).

이전 연구(Cha et al., 2014)에서 키티분해미생물을 이용한 벼 유기재배 비교에서 효과를 확인하였으나, 일반 관행재배를 대조구로 하여 비교 실험한 한 경우는 아직 보고되지 않았다. 따라서 본 연구는 친환경광역단지 내 벼 유기재배 시 젤라틴·키티분해미생물(GCM)을 이용한 저비용·고효율의 생산 효과를 얻고자 단지 내 유기재배농가와 단지 외 일반 관행농가를 비교하여 작물의 일반생육, 병해충 발생, 쌀 생산량, 품질 및 경제성을 비교·분석하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험장소

본 시험은 전남 나주시 공산면 소재 친환경 광역단지(100 ha) 내 유기재배 실증시험 농가 포장(5,088 m<sup>2</sup>)으로 하해혼성평탄지에 분포하고 배수가 약간 불량한 미사질 양토인 전북토 보통답에서 2017년에 수행하였다. 친환경 광역단지에 인접한 일반 관행재배 실증시험 농가 포장(4,290 m<sup>2</sup>)을 대조구로 조사하였다. 본 시험기간인 4월부터 10월까지 기상은 평균기온은 21.1°C로 평년보다 0.9°C 높았으며, 강수량은 706 mm로 평년보다 169 mm 적었고, 일조시간은 1,510시간으로 평년보다 95시간 많아 벼 생육에는 대체적으로 양호한 기상이었다. 토양의 화학적 분석은 농촌진흥청 표준분석법(NIAST, 2000)에 따라 분석하였다.

## 2. 시험구 배치 및 시험품종

시험구는 젤라틴·키티분해미생물(Gelatin chitin microorganism, GCM)을 사용하는 유기재배구와 대조구로 GCM을 사용하지 않는 일반 관행재배구로 나누어 배치하였다.

젤라틴·키티분해미생물(GCM)은 젤라틴·키티분해효소를 분비하여 선충 유충의 표피와 알집의 껍질 구성성분인 콜라겐과 젤라틴, 그리고 곰팡이의 세포벽을 구성하고 있는 키티를 분해함으로써 병해충을 방제하는데 사용된다. 젤라틴·키티분해미생물(GCM) 배양은 30톤 대량 배양기에서 GCM 미생물과 미생물 양분인 젤라틴·키티 분말, 고농축 미생물 영양제를 넣어 25~35℃에서 7일간 배양하여 유기재배구에 ha당 배양액 1톤을 벼 재배기간인 7월 13일, 8월 10일, 9월 9일에 총 3회 살포하였다.

시험품종은 유기재배구와 관행재배구 모두 일미벼(*Oryza sativa* L. cv. Ilmi)로 재배하였다. 일미벼는 중만생종으로 밥맛이 좋고 도열병과 흰잎마름병에 저항성을 가지고 있다.

## 3. 종자소독 및 재식주수

관행재배구의 종자소독은 아리스위퍼 소독약을 사용하였고, 유기재배의 종자소독은 온탕침지법(60℃, 10분)을 실시하였다. 관행재배구는 2017년 6월 5일에 기계이앙 하였으며, 평당 65주, 유기재배구는 2017년 6월 8일에 기계이앙 하였으며, 평당 55주를 심었다.

## 4. 유기질비료 처리

본 시험에 사용된 유기질 비료와 일반비료에 대한 처리량을 Table 1에 나타내었다. 우선 유기재배구의 경우 전년도 벧짚(1,500 kg/10a)을 모두 환원하였고, 관행재배구와 유기재배

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>• Super21 : 30 kg/10a (N-P-K=21-17-17)</li> <li>• Three major nutrients (N-P-K) = 6.3-5.1-5.1 kg/10a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wanggwon yubaggold : 132 kg/10a (N-P-K=4-2-1)</li> <li>• Three major nutrients (N-P-K) = 5.3-2.6-1.3 kg/10a</li> </ul>
Additional fertilization	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuperNK : 30kg/10a (N-K=18-16)</li> <li>• Three major nutrients (N-P-K) = 5.4-0-4.8kg/10a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-treatment</li> </ul>
Total amount of fertilization	N-P-K=11.7-5.1-9.9 kg/10a	N-P-K=5.3-2.6-1.3 kg/10a

구 모두 녹비작물로 헤어리베치를 이앙 2주전에 수확량(2,000 kg/10a) 전부를 경운하였다. 추가로 유기재배구는 유박을 132 kg/10a (기비 100 kg/10a, 추비 32 kg/10a) 사용하여 총 시비량은 N-P-K=5.3-2.6-1.3 kg/10a 였다. 관행재배구는 기비로 복합비료(21-17-17) 30 kg/10a, 추비로 NK비료(18-16) 30 kg/10a를 사용하여 총 시비량은 N-P-K=11.7-5.1-9.9 kg/10a 였다.

## 5. 잡초방제 및 병해충방제

관행재배구 내 잡초방제를 위하여 생육 초기·중기에 ‘론스타’, ‘마타조’ 제초제를 살포하였고, 유기재배구 내 잡초방제를 위하여 로터리 작업 후 왕우렁이 치패를 1.2 kg/10a 투입하였다.

본 시험에 사용된 관행 재배구 및 유기 재배구의 병해충 방제용 농자재의 사용시기 및 처리량은 Table 2와 같다. 관행재배구는 병충해 방제를 위하여 일반농약을 사용하였다. 살

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
Apr. ~ May	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of Bakanae disease               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aliseuwipeo 16.5 ml/6 kg rice seed (Apr. 26)</li> </ul> </li> <li>- Control of Rice water weevil               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hansone 540 g/27 seed beds (May. 8)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of Bakanae disease               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hot water soaking method 60°C, 10 min (Apr. 26)</li> </ul> </li> <li>- Control of Rice water weevil               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagumi 520 g/26 seed beds (May. 8)</li> </ul> </li> </ul>
Jun. ~ Jul.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of weeds               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lonseuta 600 ml/10a (May. 2)</li> <li>• Matajo 4.5 kg/10a (Jun. 12)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of weeds               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Golden apple snail 1.2kg/10a (Jun. 1)</li> </ul> </li> </ul>
Jul. ~ Sep.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of sheath blight disease               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monkateu 125 ml/10a (Jul. 3)</li> <li>• Samgongtelam 125 g/10a (Jul. 10)</li> </ul> </li> <li>- Control of Blast disease, False smut               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Olkeulin 125 ml/10a (Jul. 25)</li> <li>• Bim 62.5 g/10a (Jul. 31)</li> <li>• Goldeumi 125 ml/10a (Aug. 6)</li> </ul> </li> <li>- Control of Brown planthopper and Moth               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mimig 62.5 g/10a</li> <li>• Myeolsaliwang 125 ml/10a</li> <li>• Majingga 125 ml/10a</li> <li>• Cheongsilhongsil 125 ml/10a,</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control of general plant disease and insect pest.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelatin-chitin microorganism culture solution                   <ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>st</sup> : 100 L/10a (Jul. 13)</li> <li>2<sup>nd</sup> : 100 L/10a (Aug. 10)</li> <li>3<sup>rd</sup> : 100 L/10a (Sep. 9)</li> </ul> </li> <li>• E-II                   <ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>st</sup> : 100 ml/10a (Jul. 13)</li> <li>2<sup>nd</sup> : 100 ml/10a (Aug. 10)</li> <li>3<sup>rd</sup> : 100 ml/10a (Sep. 9)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

균제로는 ‘몬카트’, ‘빔’, ‘삼공테람’, ‘올크린’, ‘골드미’를 사용하였고, 살충제로는 ‘미믹’, ‘멸사리왕’, ‘마징가’, ‘청실홍실’을 사용하였다. 유기 재배구는 병충해 방제를 위해 벌써 온탕침지법을 이용하였고, 키틴·젤라틴분해미생물(GCM)을 처리하였다.

벼에 발생하는 주요 병해충에 대하여 벼물바구미(피해율), 잎집무늬마름병(이병경률, 병반고율), 흑명나방(피해율), 잎도열병(병무늬면적률), 목도열병(이병수율), 이삭누룩병(이병수율)을 관행 재배구와 유기 재배구 각각 반복당 20주씩 3반복을 조사하였다.

## 6. 벼 생육, 수량조사 및 미질조사

벼 생육 및 수량을 시험구당 20주씩 3반복으로 조사하였다. 미질조사는 농촌진흥청 조사기준에 의하여 수행하였다. 쌀의 품질평가에 있어서는 완전미 등 백미품위는 미립관별기(RN-500, Kett. Japan)를, 단백질 및 아밀로스 함량은 근적외 성분분석기(AN-700, Kett. Japan)를, 취반미 윤기치는 취반기(AM-90A, Toyo, Japan)와 미도계(AM-90B, Toyo, Japan)를 이용하여 기계적인 식미값으로 비교 분석하였다.

## 7. 통계분석

시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 하여 작물의 생육, 병해충 발생빈도, 쌀 생산량을 조사하였다. 통계분석은 SAS 9.4 (Statistical Analysis System Institute Inc. 2002) package를 이용하여 분석하였으며, 처리간 유의성은 Tukey's Studentized Range (HSD) Test를 이용하여 검정하였다.

# Ⅲ. 결과 및 고찰

## 1. 토양의 화학성 변화

시험기간 중 유기재배 시험구 토양의 이화학적 특성은 Table 3과 같다. 2016년 5월의 시험전 유기재배 시험구 토양산도는 5.8, 유기물 26 g/kg, 유효인산 180 mg/kg, 치환성칼륨 0.3 cmol<sup>+</sup>/kg, 유효규산 166 mg/kg으로 나타났으며 유효인산이 높은 것을 제외한 나머지는 우리나라 논토양의 평균 분석치 기준합량과 유사하였다. 2017년 5월의 유기재배 시험구 토양산도는 6.4, 유기물 28 g/kg, 유효인산 84 mg/kg, 치환성칼륨 0.29 cmol<sup>+</sup>/kg, 유효규산 344 mg/kg으로 나타났다. 시험 전 토양에 비해 유기물함량이 다소 증가되었고 인산함량은 적었으며 토양 pH와 규산함량은 증가되는 경향이였다. 이는 유기질비료 시비량이 많을수록 토양

의 pH와 유기물함량이 증가하는 경향을 보인다는 Oh와 Kim (2013)의 결과와 유사한 경향이였다.

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	25~30	80~120	0.25~0.3	5.0~6.0	1.5~2.0	157~180
Exp. Soil (May. 2016)	5.8	26	180	0.3	6.0	2.0	166
Exp. Soil (May. 2017)	6.4	28	84	0.29	6.2	1.4	304

## 2. 잡초방제

왕우렁이를 이용하여 잡초방제를 조사한 연구에 의하면 왕우렁이 사용량은 이앙직후, 이앙후 7일, 이앙후 15일 각각 10a당 5 kg, 10 kg을 방사하였으며(Moon et al., 1998), 왕우렁이는 치패의 경우 낙수 처리 후 12일까지, 중패는 낙수 처리 후 9일까지 100%의 생존율을 보였다(Hwang et al., 2013). 이상의 선행 연구에 따라 본 유기 재배구 시험은 잡초방제를 위하여 우렁이 치패 1.2 kg/10a를 이앙 전 씨레질 작업 후 방사한 결과 특별한 초종의 피해는 발생되지 않았다.

## 3. 벼 일반적 생육특성

벼 전 생육기간에 초장, 분얼수, 이삭수, 이삭길이의 조사결과는 Table 4에 나타내었다. 간장의 경우(9월 27일) 관행재배구가 107.9 cm로 유기재배구 97.19 cm보다 유의적으로 높은 결과를 보였다. 분얼수의 경우(8월 16일) 관행재배구가 20개로 유기재배구 18개보다 다소 많았으나 유의적인 차이는 없었다. 또한 이삭수의 경우(9월 27일) 관행재배구가 23개, 유기재배구가 20개로 관행재배구가 조금 많았으며 이삭길이 역시 관행재배구에서 18.87 cm, 유기재배구에서 18.33 cm로 관행재배구에서 조금 높았지만 유의적인 차이는 없었다. 이는 벼 유기재배시 호평벼와 온누리벼의 초기생장(7월 26일) 경우 간장과 분얼수는 일반 유기재배에 비해 매뉴얼유기재배의 경우 유의적으로 낮게 나타났다는 결과와 일치하였다(Cha et al., 2014). 한편, 친환경 농업환경의 지표생물인 긴꼬리투구새우가 유기재배구에서만 발생한 것을 확인하였다.

Table 4. General growth of rice on conventional and organic cultivation

Date	Cultivation	Plant length (cm)	Tiller number (No.)	Ear number (No.)
Jul. 3	Conventional	42.07±1.83 <sup>c</sup>	22.38±2.53 <sup>a</sup>	-
	Organic	36.35±0.90 <sup>c</sup>	17.80±1.58 <sup>a</sup>	-
Jul. 17	Conventional	78.25±3.23 <sup>c</sup>	21.25±2.39 <sup>a</sup>	-
	Organic	69.43±1.45 <sup>d</sup>	20.38±1.29 <sup>a</sup>	-
Jul. 31	Conventional	94.17±1.03 <sup>b</sup>	20.83±1.08 <sup>a</sup>	-
	Organic	81.40±0.50 <sup>c</sup>	19.57±0.98 <sup>a</sup>	-
Aug. 16	Conventional	-	20.40±2.10 <sup>a</sup>	-
	Organic	-	18.07±1.96 <sup>a</sup>	-
Aug. 28	Conventional	-	-	20.90±1.42 <sup>ab</sup>
	Organic	-	-	19.57±1.24 <sup>ab</sup>
Sep. 12	Conventional	-	-	21.10±0.43 <sup>ab</sup>
	Organic	-	-	18.90±1.02 <sup>b</sup>
Sep. 27	Conventional	107.90±3.65 <sup>a</sup>	-	23.11±1.03 <sup>a</sup>
	Organic	97.19±1.99 <sup>b</sup>	-	20.11±1.55 <sup>ab</sup>

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

#### 4. 벼 병해충 발생조사

벼 이앙 후 4주차에 벼물바구미 피해율 조사결과는 Table 5와 같다. 관행재배구와 유기재배구의 벼물바구미 피해주율을 조사한 결과 유기 재배구에서 6.33%로 관행 재배구 1.67%

Table 5. Comparison of rice water weevil damage rate in conventionally and organically cultivated paddy fields

Date	Cultivation	No. of Tillers / 20 hills	No. of leaves* / 20 hills	No. of damaged leaves by rice water weevil / 20 hills	Damaged rate by rice water weevil** (%)
Jul. 3	Conventional	447±51 <sup>a</sup>	1,343±152 <sup>a</sup>	1.67±2.36 <sup>a</sup>	0.11±0.15 <sup>b</sup>
	Organic	356±32 <sup>a</sup>	1,068±95 <sup>a</sup>	6.33±1.25 <sup>a</sup>	0.59±0.11 <sup>a</sup>

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

\* Total leaf number : Tiller number×3 leaves

\*\* Damage ratio of Rice water weevil (%) = (Rice water weevil number of damaged leaves / No. of leaves)×100



보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 벼물바구미 피해율은 유기재배구가 0.59%로 관행재배구 0.11%보다 유의적으로 높았는데 이것은 관행재배의 경우 살충제인 ‘한소네’를 육묘상에 처리하여 벼물바구미 피해율이 낮았으며 유기재배의 경우 벼물바구미 발생이 수량에 영향을 주지는 않았다. 유기 및 관행 벼 재배지에서 충해 발생을 조사한 결과, 지역별 차이를 보였으나 여주지역의 경우 본답초기에 벼물바구미 피해율이 관행재배지가 다소 높았다. 반면, 홍성지역의 경우 본답초기에 오리농법과 쌀겨농법을 활용한 유기재배지에서 벼물바구미 피해율이 높았다(Lee et al., 2005b).

벼 생육중기에 잎집무늬마름병 이병경률과 병반고율 조사결과는 Table 6과 같다. 잎집무늬마름병 이병경률과 병반고율 모두 유기재배구에서 높게 나타났다. 이병경률은(8월 28일) 유기재배구에서 64.11%로 관행재배구의 5.82%에 비해 약 60% 정도 높은 유의적인 차이를 나타내었다. Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배시 대조구의 경우 호평벼와 온누리 품종에서 잎집무늬마름병이 각각 25.9%와 36.3%로 나타났고, 반면 키티분해미생물처리구에서 각각 5.5%와 8.9%로 매우 낮게 나타났으며 Lee 등(2005a)의 시험에서는 잎집무늬마름병의 발생율이 벼 관행재배지보다 오리농법과 쌀겨농법의 유기재배지에서 많이 발생하는 경향으로 상반된 결과를 보였다. 반면, 병반고율은 유기재배구에서 57%, 관행재배구에서 42%

Table 6. Comparison of diseased tillers (%) and diseased lesion height (%) of rice sheath blight in conventionally and organically cultivated paddy fields

Date	Cultivation	Plant height (cm)	No. of Tillers / 20 hills	No. of diseased tillers / 20 hills	diseased lesion height (cm)	diseased tillers (%)	diseased lesion height (%)**
Jul. 17	Conventional	78.25±3.23 <sup>b</sup>	425±48 <sup>a</sup>	1.33±1.89 <sup>c</sup>	-	0.33±0.47 <sup>c</sup>	-
	Organic	69.43±1.45 <sup>c</sup>	407±26 <sup>a</sup>	4.00±4.97 <sup>c</sup>	-	0.97±1.18 <sup>c</sup>	-
Jul. 31	Conventional	94.17±1.03 <sup>a</sup>	417±22 <sup>a</sup>	27.00±3.00 <sup>c</sup>	27.08±2.08 <sup>b</sup>	6.85±0.70 <sup>bc</sup>	28.77±2.59 <sup>c</sup>
	Organic	81.40±0.50 <sup>b</sup>	391±20 <sup>a</sup>	96.33±10.00 <sup>b</sup>	26.04±3.05 <sup>b</sup>	24.64±6.48 <sup>b</sup>	32.01±3.92 <sup>c</sup>
Aug. 16	Conventional	-	408±42 <sup>a</sup>	33.33±4.00 <sup>bc</sup>	48.83±7.17 <sup>a</sup>	7.97±0.80 <sup>bc</sup>	51.92±8.29 <sup>ab</sup>
	Organic	-	361±39 <sup>a</sup>	170.00±3.74 <sup>a</sup>	52.03±5.35 <sup>a</sup>	47.72±6.25 <sup>a</sup>	63.89±6.16 <sup>a</sup>
Aug. 28	Conventional	-	-	25.00±3.00 <sup>c</sup>	49.20±4.20 <sup>a</sup>	5.82±0.60 <sup>bc</sup>	52.27±5.15 <sup>ab</sup>
	Organic	-	-	228.00±20.02 <sup>a</sup>	52.23±0.60 <sup>a</sup>	64.11±10.18 <sup>a</sup>	64.16±0.74 <sup>a</sup>
Sep. 12	Conventional	-	-	-	39.75±5.25 <sup>ab</sup>	-	42.26±6.13 <sup>bc</sup>
	Organic	-	-	-	46.43±7.76 <sup>a</sup>	-	57.00±9.22 <sup>ab</sup>

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

\* Diseased tillers (%) = (No. of diseased tillers/No. of total tillers)×100

\*\* Diseased lesion height (%) = (Diseased lesion height/Plant length)×100

로 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

벼 생육중기에 흑명나방 피해율 조사결과는 Table 7과 같다. 흑명나방의 피해율(9월12일)은 관행재배구에서 1.67%, 유기재배구에서 26.11%로 유기재배구가 유의적으로 높게 나타났다. 이는 관행재배에서는 살충제로 ‘미믹’, ‘마징가’, ‘청실홍실’을 사용함으로써 흑명나방 피해율이 낮은 것으로 생각되었으며, Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배 시 수확시기(9월 23일) 대조구의 경우 호평벼와 온누리 품종에서 흑명나방이 각각 48.3%와 83.3%로 나타났다. 반면 키틴분해미생물처리구에서 각각 6.7%와 26.6%로 매우 낮게 나타났다. 또한 Cha 등(2010)의 시험에서도 본 시험과 유사하게 벼(호평벼) 재배 시 흑명나방의 피해율이 관행재배의 경우 5.0%인 반면, 유기재배의 경우 25.0%로 높게 나타남으로 상반된 경향을 보였는데 이는 시비량, 기온 등의 환경적 요인에 의한 것으로 생각되었다.

Table 7. Comparison of damage rates caused by rice leaf roller in conventionally and organically cultivated paddy field

Date	Cultivation	No. of damaged leaves by rice leaf roller / 20 hills	Damaged rate* (%)
Jul. 31	Conventional	2.00±1.63 <sup>c</sup>	3.33±2.72 <sup>c</sup>
	Organic	4.67±2.36 <sup>bc</sup>	7.78±3.93 <sup>bc</sup>
Aug. 16	Conventional	2.00±1.41 <sup>c</sup>	3.33±2.36 <sup>c</sup>
	Organic	6.67±2.63 <sup>abc</sup>	11.11±4.37 <sup>abc</sup>
Aug. 28	Conventional	3.67±1.25 <sup>c</sup>	6.11±2.08 <sup>c</sup>
	Organic	14.33±4.71 <sup>ab</sup>	23.89±7.86 <sup>ab</sup>
Sep. 12	Conventional	1.00±0.81 <sup>c</sup>	1.67±1.36 <sup>c</sup>
	Organic	15.67±4.78 <sup>a</sup>	26.11±7.97 <sup>a</sup>

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

\* Damaged rate (%) = (No. of damaged leaves caused by rice leaf roller / 60 leaves<sup>\*\*</sup>) × 100

\*\* 60 leaves : Top three leaves of 20 hill

벼 생육중기에 잎 도열병 발생을 조사한 결과(8월 16일)는 Table 8과 같다. 잎도열병은 관행재배구에서는 발생되지 않았고, 유기재배구에서는 0.02%로 다소 발생하여 유의적인 차이를 보였다. 관행재배구에서는 ‘빔’, ‘올크린’, ‘골드미’ 살균제를 사용하여 도열병 발생률이 낮았다. 석회보르도액의 병 방제 성분은 구리이며 석회는 작물의 약해경감제로서 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Thomson, 1993). 유사한 연구결과로 석회보르도액의 벼(호평벼) 잎도열병 방제효과를 온실조건에서 검정한 결과 6-6식 석회보르도액 100배액을 발생초

기에 살포하였을 때 70.8%의 방제효과를 보였고, 포장검정 결과 4-8식과 6-6식 석회보르도액을 살포하였을 때 각각 73.6%와 71%의 방제효과를 보였다(Kang et al., 2008).

Table 8. Comparison of occurrence of leaf blast in conventionally and organically cultivated paddy field

Date	Cultivation	Accumulated diseased leaf area (%) <sup>*</sup>	Diseased leaf area (%)
Jul. 31	Conventional	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
	Organic	0.13±0.19 <sup>ab</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>
Aug. 16	Conventional	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
	Organic	0.40±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>

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

<sup>\*</sup> Accumulated diseased leaf area was investigated on 20 hills.

벼 생육후기에 목도열병 이병수율 조사결과(9월 12일)는 Table 9와 같다. 잎 도열병과 마찬가지로 관행 재배구에서 목도열병은 발견되지 않은 반면, 유기재배구에서는 0.34%로 다소 발생하였으나 유의적인 차이는 없었다. 본 시험과 유사한 결과로, Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배 시 수확시기 대조구의 경우 호평벼 품종에서 목도열병이 20.8%로 나타났고, 반면 키틴분해미생물처리구에서 2.6%로 매우 낮게 나타났다. 또한 Cha 등(2010)의 연구에서 노안지역의 벼(호품벼) 재배 시 관행재배의 경우 목도열병 피해율이 없었고, 유기재배의 경우 5.8%로 나타났고, 반남지역의 벼(호평벼) 목도열병 피해율이 관행재배의 경우 0.3%인 반면, 유기재배의 경우 6.3%로 나타났다. 유기재배 시에 도열병은 관리대상 병으로 중요하다고 생각되었으며 본 시험에서는 도열병 발생이 적어 수량감소에 영향을 주지 않았

Table 9. Comparison of occurrence of neck blast in conventionally and organically cultivated paddy field

Date	Cultivation	No. of tillers / 20 hills	No. of diseased necks / 20 hills	Diseased necks <sup>*</sup> (%)
Sep. 12	Conventional	422±9 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
	Organic	378±20 <sup>b</sup>	1.33±0.94 <sup>a</sup>	0.34±0.24 <sup>a</sup>

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

<sup>\*</sup> Diseased necks (%) = (No. of diseased necks/No. of total ears)×100

다.

벼 생육후기에 이삭누룩병의 조사결과를 Table 10에 나타내었다. 관행재배구와 유기재배구의 이삭누룩병 발생(9월 12일)을 조사한 결과, 발병 이삭수가 관행재배구 13.0개, 유기재배구 5.3개로 관행재배구에서 높게 나타났으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이삭누룩병 이병수율 역시 관행재배구가 3.07%로 유기재배구 1.44%보다 1.63% 더 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 관행재배에서는 ‘올크린’, ‘골드미’ 살균제를 사용하였으나, 방제 효과는 낮았다. Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배 시 수확시기 대조구의 경우 호평벼 품종에서 이삭누룩병이 5.0%로 나타났고, 반면 키틴분해미생물처리구에서 호평벼와 온누리 품종에서 각각 1.7%와 15%로 나타났다. 키틴기반 제형과 키틴분해미생물을 함께 사용함으로써 작물의 생물학적 병해충 방제제로 훨씬 좋은 효과를 나타내었다(Kim et al., 2017).

Table 10. Comparison of occurrence of false smut on conventional and organic cultivation

Date	Cultivation	Total ear number / 20hill	No. of damaged ear by false smut / 20hill	Diseased ears (%)
Sep. 12	Conventional	422±9 <sup>a</sup>	13.00±3.56 <sup>a</sup>	3.07±0.79 <sup>a</sup>
	Organic	378±20 <sup>b</sup>	5.33±1.89 <sup>a</sup>	1.44±0.59 <sup>a</sup>

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

\* Diseased ears (%) = (No. of damaged ears by false smut / Total ear number) × 100

## 5. 벼 수량 구성요소 및 수량

벼 수량 구성요소 및 생산량을 Table 11에 나타내었다. 주당 이삭수는 관행재배구(23.1개)가 유기재배구(20.1개)보다 높았고, 이삭당 입수는 관행재배구(86.5개)보다 유기재배구에서(93.3개) 높은 경향이었으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 천립중은 관행재배구가 22.7g, 유기재배구가 21.3 g으로 관행재배구가 유의적으로 높았고, 등숙율은 관행재배구(90.3%)보다 유기재배구(93.4%)에서 높게 나타났으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 수량지수는 관행재배구를 100% 기준으로 했을 때 유기재배구에서 88%로 12% 감소한 결과를 보였다. 본 연구에서 일미벼의 경우 10a당 쌀수량은 유기재배의 경우 569 kg이었고, 관행재배의 경우 644 kg으로 나타났다. Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배 시 대조구의 경우 호평벼와 온누리 품종에서 등숙율이 각각 63.2%와 60.6%로 나타났고, 반면 키틴분해미생물처리구에서 호평벼와 온누리 품종에서 각각 80.7%와 88.8%로 더 높게 나타났다. Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배 시 일반구 경우 호평벼와 온누리 품종에서 천립중이 각각 19.3 g과 23.2 g으로 나타났고, 반면 키틴분해미생물처리구에서 호평벼와 온누리 품종에서 각각 20.8

g과 23.8 g으로 더 높게 나타나 본 시험과 동일한 젤라틴·키틴분해미생물(GCM) 처리 시 등숙율 향상 효과를 보였다. 미생물제제를 이용한 연구결과, Yoon 등(2007)의 연구에서 친환경 벼(동진1호) 재배 시 *Lactobacillus paracasei* 미생물제제를 이용한 벼 수량에 미치는 영향에 관하여 조사한 결과 미생물제제 처리수준에 따라 등숙율이 81.8~82.9%로 나타났다. 그 밖의 친환경 벼 재배의 연구결과, Noon 등(1998)에 따르면 일반관행(529 kg/10a)에 비해 왕우렁이 처리구(522 kg/10a)에서 수량감소는 있으나 환경친화형농업의 대안의 가능성이 있음을 보여주었다. 나주지역 2곳의 유기재배 쌀 생산성을 보면 노안지역(호품벼)이 541 kg/10a, 반남지역(호평벼)이 605 kg/10a로 관행재배에 비해 낮게 나타났다. 피마자박, 미강유박, 채종유박, 야자유박 등이 포함된 유기질 퇴비를 이용하여 쌀 생산성을 조사한 결과 유기재배(동진1호) 1년차 518~571 kg/10a, 2년차 646~663 kg/10a, 3년차 547~589 kg/10a의 수량을 보였다(Kim et al., 2011). 오리방사구 3년차 쌀 수량조사 결과 유기재배(일품) 648 kg/10a, 관행재배 629 kg/10a로 유기재배구에서 3% 증수된 것으로 나타났다(Kang et al., 1995). 유기질비료 사용 시 토양의 물리성이 개선된 반면, 수량면에서 관행재배 시 531 kg/10a, 유기재배 시 507~538 kg/10a로 큰 차이가 나지 않았다(Oh and Kim, 2013). 위의 선행 연구결과 일반적으로 유기재배가 관행재배보다 수량이 낮으며 본 시험에서 벼 유기재배구 수량이 낮은 것은 시비량(N-P-K=5.3-2.6-1.3 kg/10a)과 평당주수(평당 55주), 병해충 방제회수(3회)가 낮은 결과로 생각되었다.

Table 11. Comparison of rice yield measurements when rice was grown under conventional and organic cultivation condition

Cultivation	No. of panicles/hill	No. of grains/panicle	Wt. of 1,000 grains (g)	Grain filling ratio (%)	Yield (kg/10a)		
					Unhulled rice	Brown rice	Milled rice
Conventional	23.1±1.0 <sup>a</sup>	86.5±7.3 <sup>a</sup>	22.7±0.3 <sup>a</sup>	90.3±1.8 <sup>a</sup>	843±8 <sup>a</sup> (100)	712±8 <sup>a</sup> (100)	644±7 <sup>a</sup> (100)
Organic	20.1±1.6 <sup>a</sup>	93.3±6.4 <sup>a</sup>	21.3±0.5 <sup>b</sup>	93.4±1.2 <sup>a</sup>	750±31 <sup>b</sup> (89)	631±26 <sup>b</sup> (88)	569±24 <sup>b</sup> (88)

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

## 6. 벼 수량과 병해충과의 상관관계

벼 주요 병해충과 쌀 생산량과의 상관관계를 Fig. 1, 2에 나타내었다. 잎집무늬마름병과 벼 수량과의 관계에서 부(-)의 상관관계( $y = -0.2848x + 199.57$ ,  $R^2 = 0.704^*$ )를 보였다(Fig. 1). 흑명나방과 벼 수량과의 관계에서 또한 부(-)의 상관관계( $y = -0.1361x + 92.535$ ,  $R^2 = 0.8049^*$ )를 보였다(Fig. 2).

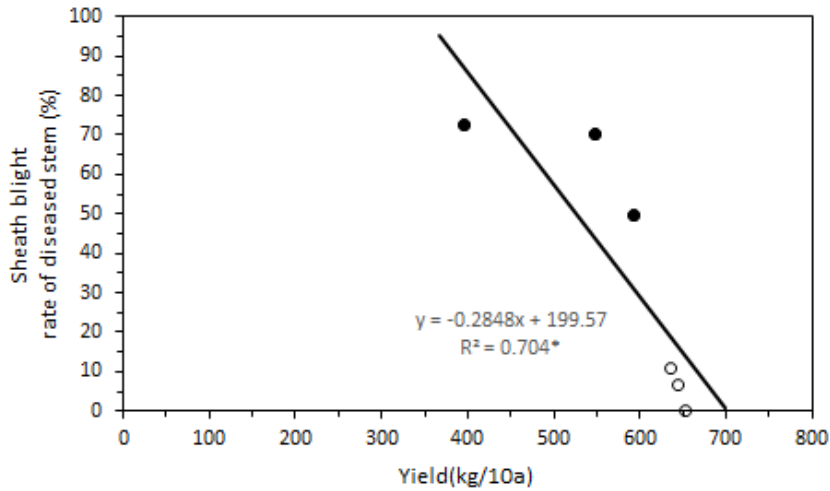


Fig. 1. Correlation of yield and percentage of diseased stems caused by rice sheath blight on the growth stage when rice was grown under conventional (○) and organic (●) cultivation condition. Values are means  $\pm$  S.E. Significance levels of the linear correlation coefficients were denoted by \*  $P < 0.05$ .

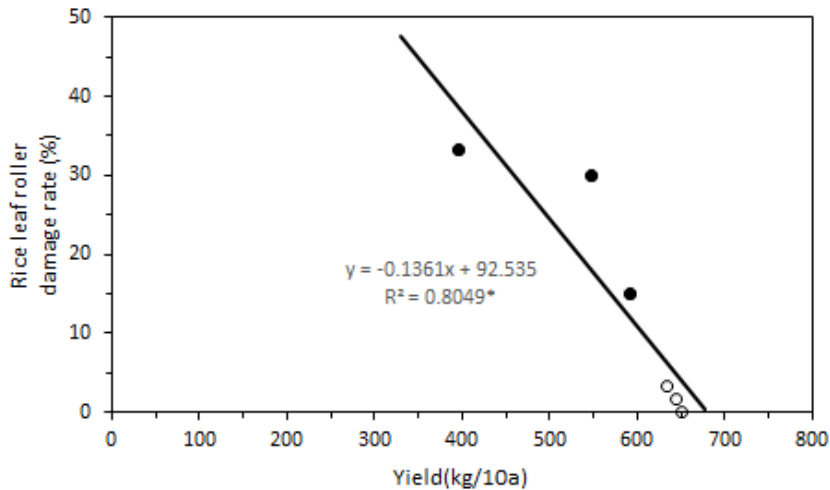


Fig. 2. Correlation of yield and rice leaf roller damage rate on the growth stage when rice was grown under conventional (○) and organic (●) cultivation condition. Values are means  $\pm$  S.E. Significance levels of the linear correlation coefficients were denoted by \*  $P < 0.05$ .

### 7. 쌀 품위 및 품질

벼 수확 후 쌀의 품위 및 품질을 조사한 결과(Table 12), 완전립은 관행재배구에서 유기재배구에 비해 높게 나타났다. 과쇄미는 유기재배구에서 높게 나타났으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 단백질과 아밀로스 함량도 관행재배구에서 높았으나 유의적인 차이가 없었다. 기계적인 식미값으로 윤기치의 경우 유기재배구에서 81.6으로 관행재배구의 78.1보다 높게 나타났으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배 시 대조구의 경우 호평벼와 온누리 품종에서 단백질함량이 각각 6.5%와 6.2%로 나타났고, 반면 키틴분해미생물처리구에서 호평벼와 온누리 품종에서 각각 6.0%와 6.0%로 더 낮게 나타났다. Cha 등(2014)의 연구에서 벼 유기재배 시 대조구의 경우 호평벼와 온누리 품종에서 식미치는 각각 58.8과 70.4로 나타났고, 반면 키틴분해미생물처리구에서 호평벼와 온누리 품종에서 각각 73.0과 78.0으로 더 높게 나타난 연구결과와 유사하였다.

Table 12. Comparison of rice property when rice was grown under conventional (○) and organic (●) cultivation condition

Cultivation	Head rice (%)	Broken rice (%)	Protein (%)	Amylose (%)	Whiteness	Palatability (Toyo value)
Conventional	89.2±0.5 <sup>a</sup>	1.1±0.4 <sup>a</sup>	6.2±0.1 <sup>a</sup>	19.7±0.4 <sup>a</sup>	37.3±2.3 <sup>a</sup>	78.1±5.3 <sup>a</sup>
Organic	86.9±1.5 <sup>a</sup>	1.5±0.2 <sup>a</sup>	6.1±0.3 <sup>a</sup>	19.2±0.3 <sup>a</sup>	36.8±1.9 <sup>a</sup>	81.6±4.2 <sup>a</sup>

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

### 8. 경제성 분석

벼 관행재배구와 유기재배구 시험포장의 쌀 생산량 및 순수익을 분석한 결과를 Table 13에 나타내었다. 관행재배구의 쌀 수확량은 644 kg/10a, 유기재배구 쌀 수확량은 569 kg/10a로 나타났다. 유기재배구는 관행재배구에 비해 생산량이 10a당 12% 낮게 나타났다. 관행재배구의 경영비 총액은 39만원/10a로 나타난 반면, 유기재배구의 경영비는 40만원/10a로 유기재배구가 관행재배구에 비해 4.4% 높은 것으로 나타났다. 반면, 벼 관행재배구의 순수익은 36만원/10a, 유기재배구의 순수익은 61만원/10a로 유기재배구가 관행재배구에 비해 10a당 68% 높은 것으로 나타났다. 관행재배구의 순수익률은 48.4%로 나타난 반면, 유기재배구의 순수익률은 60.1%로 유기재배구가 관행재배구에 비해 11.7% 높은 것으로 나타났다. 이는 유기재배 쌀이 관행재배 쌀보다 판매금액이 높고, 유기재배 시 친환경 보조금으로 친환경농업직접지불제, 유기지속직불제, 새끼우렁이공급지원, 친환경농업단지장려금, 친환경쌀

생산장려금, 벼친환경단지공동방제비지원, 친환경농산물인증비지원, 유기농종합보험료지원 등 10a당 총 33만원의 보조금을 지급받을 수 있기 때문이다. 일반재배 대비 유기재배 농법 별 경영성과를 비교한 결과 일반재배의 전국평균 소득이 57만원/10a인 반면에 우렁이농법, 자연순환농법, 스테비아농법, 예술자연농법의 경우 각각 70만원/10a, 60만원/10a, 64만원/10a, 99만원/10a로 일반재배에 비해 6.7~74.7% 높게 나타났다(Park et al., 2012).

Table 13. Economic analysis of rice production when rice was grown under conventional and organic cultivation condition (10a base)

Conventional cultivation				Organic cultivation			
Classification		Amount	Cost (won)	Classification		Amount	Cost (won)
Gross profit	Main product	644 kg	644,000	Gross profit	Main product	569 kg	682,800
	Direct payments for rice field		108,000		Subsidies for environmentally-friendly agriculture		333,600
	Total		752,000		Total		1,016,400
Managing cost	Nursery cost	6 kg	5,400	Managing cost	Nursery cost	5.3 kg	5,830
	Mineral fertilizer (Basal fertilizer)	1.5 box	15,360		Oil cake	6.6 box	52,800
	Mineral fertilizer (Additional fertilizer)	1.5 box	11,475		pest control cost		13,500
	Agricultural pesticides cost		56,935		Environment friendly agricultural materials		56,630
	Material cost		30,600		Material cost		32,000
	Large equipment cost		208,500		Large equipment cost		208,500
	Hired-labor cost	12 hr	60,000		Hired-labor cost	7.2 hr	36,000
	Total		388,270		Total		405,260
Income			363,730	Income			611,140
Rate of income (%)			48.4%	Rate of income (%)			60.1%

## IV. 적 요

1. 유기재배구의 토양조건은 배수가 약간 불량한 미사질 양토인 전북통 보통답으로 유효규



- 산이 높은 것을 제외하고는 우리나라 논토양의 화학적 성분과 평균 함량이 유사하였다.
2. 관행재배구와 유기재배구 간에 생육은 초장, 분얼수, 이삭수, 이삭길이 모두 관행재배구에서 높은 것을 확인하였으며 이삭당 입수와 등숙율은 유기재배구에서 다소 높게 나타났다.
  3. 병해충 발생정도는 물바구미, 잎집무늬마름병, 흑명나방, 도열병이 유기재배구에서 많이 발생하였고, 이삭누룩병은 관행재배구에서 조금 더 많이 발생하였다.
  4. 주요 관리대상 병해충인 잎집무늬마름병( $y=-0.2848x+199.57$ ,  $R^2=0.704^*$ ), 흑명나방 발생( $y=-0.1361x+92.535$ ,  $R^2=0.8049^*$ )과 쌀 수량과의 관계에서 유의성이 높은 부의 상관관계가 나타났다.
  5. 백미 품질은 유기재배구에서 파쇄미의 증가로 완전립 비율이 낮았지만, 단백질함량이 관행재배구에 비해 낮아 전반적인 품질 및 윤기치가 높아졌다.
  6. 쌀 재배 순수익은 관행재배구에서 36만원/10a, 유기재배구에서 61만원/10a로 유기재배구의 순수익이 68% 높게 나타났다.

[Submitted, July. 10, 2018 ; Revised, September. 21, 2018 ; Accepted, September. 27, 2018]

## References

1. 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.
2. Cha, K. H., H. J. Oh, D. J. Seo, Y. S. Song, J. S. An, K. N. An, and W. J. Jung. 2014. Production of organic rice (*Oryza sativa* L.) using organic cultivation manual. *Korean J. Organic Agri.* 22(1): 97-113.
3. Cha, K. H., H. J. Oh, H. G. Park, K. N. An, R. D. Park, and W. J. Jung. 2011. Comparison of growth, yield and quality by green crop treatments in rice (*Oryza sativa* L.) organic cultivation. *Korean J. Organic Agri.* 19(1): 55-64.
4. Cha, K. H., H. J. Oh, R. D. Park, H. G. Park, K. N. An, and W. J. Jung. 2010. Comparison of growth, yield and quality between organic cultivation and conventional cultivation in rice(*Oryza sativa* L.) field. *Korean J. Organic Agri.* 18(2): 199-208.
5. Chae, J. C., S. G. Kim, Y. G. Min, P. J. Han, I. H. Yeon, Y. B. Kim, B. Y. Lee, J. R. Son, Y. M. Ahn, and G. B. Jung. 1992. Actual conditions of quality control and improve-

- ment plan after rice harvesting. RDA.
6. Ghu, J. O., D. J. Lee, and S. M. Hur. 1998. Quality and Taste of Rice. Jeonnam Rice Society.
  7. Hwang, K. C., S. H. An, and N. J. Chung. 2013. Midsummer drainage effects on rice growth and golden apple snails in environment-friendly rice cultivation. *Korean J. Organic Agri.* 21(3): 403-411.
  8. Hwang, K. C., S. H. Shin, and N. J. Chung. 2014. Controlling effect of some plant extracts on pathogenic fungi and pest of rice. *Korean J. Organic Agri.* 22(2): 269-280.
  9. JARES. 2009. Jeonnam Agricultural Research & Extension Service: A first step to organic rice farming. p. 115.
  10. Kang, B. R., S. G. Kim, D. I. Kim, Y. H. Lee, K. J. Choi, and Y. S. Choi. 2008. Effect of bordeaux mixture on control of rice leaf blast. *Res. Plant Dis.* 14(3): 182-186.
  11. Kang, Y. S., J. I. Kim, and J. H. Park. 1995. Influence of rice-duck farming system on yield and quality of rice. *Korean J. Crop Sci.* 40(4): 437-443.
  12. Kim, H. W., H. S. Choi, B. H. Kim, H. J. Kim, K. J. Choi, D. Y. Chung, Y. Lee, and K. L. Park. 2011. Comparison of characteristics of a paddy soil and growth and production of rice as affected by organic nutrient sources. *J. Bio-Environ. Control.* 20(3): 241-245.
  13. 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.
  14. Lee, S. G., Y. H. Lee, J. S. Kim, B. M. Lee, M. J. Kim, J. H. Shin, H. M. Kim, and D. H. Choi. 2005a. Diseases and weeds occurrence and control in organic and conventional rice paddy field. *Korean J. Organic Agri.* 13(3): 291-300.
  15. Lee, S. G., Y. H. Lee, J. S. Kim, B. M. Lee, M. J. Kim, J. H. Shin, H. M. Kim, and D. H. Choi. 2005b. Insect pests occurrence and control in organic and conventional rice paddy field. *Korean J. Organic Agri.* 13(3): 301-314.
  16. Maung, C. E. H., T. H. Choi, H. N. Hyun, and K. Y. Kim. 2017. Role of *Bacillus amyloliquefaciens* Y1 in the control of fusarium wilt disease and growth promotion of tomato. *Biocontrol Sci. Technol.* 27(12): 1400-1415.
  17. Moon, Y. H., D. H. Oh, J. S. Choi, J. S. Na, and S. S. Han. 1998. Properties and effects of utilizable materials for organic farming in rice. *Korean J. Environ. Agri.* 17(4): 319-323.
  18. Na, G. S., S. K. Lee, and S. Y. Kim. 2007. Antioxidative effects and quality characteristics of the rice cultivated by organic farming and ordinary farming. *Appl. Biol. Chem.* 50(1): 36-41.

19. NIAST. 2000. Method of soil and plant analyses. National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Suwon, Korea.
20. Oh, T. S. and C. H. Kim. 2013. Effect of using organic fertilizer on the growth of rice and soil. Korean J. Crop Sci. 58(1): 36-42.
21. Park, J. S., S. S. Lee, Y. H., Kim, and J. I. Choi. 2012. Analysis of economic effects for organic cultivation agriculture in rice. Korean J. Organic Agri. 20(4): 519-533.
22. Rathore, A. S. and R. D. Gupta. 2015. Chitinases from bacteria to human: properties, applications, and future perspectives. Enzyme Res. ID 791907.
23. Sharp, R. G. 2013. A review of the applications of chitin and its derivatives in agriculture to modify plant-microbial interactions and improve crop yields. Agronomy. 3: 757-793.
24. 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.
25. Thomson, W. T. 1993. Agricultural chemicals, Book: Fungicides, 1993-1994 Revision. Thomson, Fresno, California.