

## 쌀겨 펠릿을 이용한 친환경 논 잡초 방제

서영호\* · 문윤기 · 최준근 · 강안석

강원도농업기술원

(2009년 1월 6일 접수, 2009년 5월 28일 수리)

### Evaluation of Rice Bran Pellet for Environment-sound Weed Control in Paddy Fields

Youngho Seo\*, Youngi Moon, Junkeun Choi, and Anseok Kang (Gangwon Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 200-150, Korea)

**ABSTRACT:** Weed control is one of the important and difficult practices in environment-sound agriculture. This study was conducted to establish environment-sound weed control in paddy fields using rice bran pellet. Application of rice bran pellet at a rate of 1~3 Mg ha<sup>-1</sup> reduced weed occurrence by 46~69% without using any chemical herbicide. However, rice bran application at a rate of greater than 2 Mg ha<sup>-1</sup> increased protein content in milled rice and decreased palatability value. Therefore, fertilization rate before transplanting needs to be reduced from N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 55-45-40 kg ha<sup>-1</sup> to 28-23-20 kg ha<sup>-1</sup>, in order to decrease protein content and increase palatability value without decreasing rice yield. Pyroligneous acid and brown rice vinegar had a relatively weak activity to inhibit weed emergence compared with rice bran. When butachlor herbicide was applied at a rate of 0.75 kg ha<sup>-1</sup>, 50% of recommended rate, co-application of rice bran pellet at a rate of 1 Mg ha<sup>-1</sup> enhanced weed control value from 63% to 75%.

**Key Words:** weed control, rice bran pellet, environment-sound, paddy field

### 서 론

안전농산물에 대한 소비자들의 선호도가 급증하는 추세에 맞추어 정부는 물론 농업인들도 농약의 사용을 줄이고자 노력하고 있다. 2013년까지 농약과 비료의 사용량을 30% 절감하고자 여러 시책과 연구사업이 진행되고 있다.

친환경적으로 벼를 재배하는 데 있어 가장 어려운 점의 하나는 잡초 방제로서, 전체 생산비에서 잡초 방제가 차지하는 비율도 높다. 구 등<sup>1)</sup>은 농약과 비료를 전혀 사용하지 않고 벼를 재배하면 3년 후에는 관행의 37% 밖에 기대할 수 없으나, 제초제만 사용하여도 98% 수준의 수량을 얻을 수 있다고 보고하여 친환경 논농사에서 잡초 방제가 차지하는 중요성을 알 수 있다. 제초제를 쓰지 않거나 최소량을 사용하여 잡초를 방제하는 방법으로는 왕우렁이 농법, 쌀겨 농법, 오리 농법 등이 영농 현장에서 쓰이고 있다. 왕우렁이(*Pomacea canaliculata* Lamarck)를 이용한 잡초 방제 면적은 2000년 179 ha에서

2007년 48,437 ha로 크게 늘어났으나, 2007년에 왕우렁이가 '생태계 위해성 2등급'으로 분류되어 생태계에 대한 부정적 영향이 높은 것으로 여겨지므로 주의가 요구된다. 오리의 경우 2008년 유행성 조류 독감의 발생에 따라 오리의 방사가 엄격하게 통제되어 오리를 활용한 논 면적은 급격히 감소하였다. 따라서 쌀겨를 이용한 친환경 논 잡초 방제는 금후에도 영농 현장에서 활용되어질 가능성은 높아지고 있다.

쌀겨는 정조 중량의 10% 정도 발생되며, 국내에서 생산되는 쌀겨는 연간 60만톤 정도인 것으로 알려져 있다. Kuk 등<sup>2)</sup>은 쌀겨의 결명자(*Cassia obtusifolia* L.), ivyleaf morning-glory(*Ipomoea hederacea* L.), prickly sida(*Sida spinosa* L.) 등 광엽 잡초에 대한 억제 효과를 보고하였고, 국 등<sup>3)</sup>은 쌀겨 추출물에 의해 피와 한련초의 발아 및 초기 생육이 억제되었다고 하였으며, 김 등<sup>4)</sup>은 쌀겨 사용량이 많을수록 잡초 발생수가 적어 ha당 3.5 Mg의 쌀겨를 처리하면 68%까지 감소되었으며 이앙 후 5일에 처리하면 잡초 발생량이 제일 적음을 보여주었다. 그런데 Kuk 등<sup>2)</sup>과 국 등<sup>3)</sup>의 연구는 실험실과 비닐하우스에서 페트리 디시나 포트를 이용한 소규모 실험이며, 김 등<sup>4)</sup>은 근래 많이 쓰여지고 있는 펠릿 형태가 아닌 분상의 쌀겨를 1.8과 3.5 Mg ha<sup>-1</sup> 수준으로 사용하여 쌀겨

\*연락처:  
Tel: +82-33-258-9732 Fax: +82-33-258-9719  
E-mail: seoysh@korea.kr

처리의 적정 시기를 구명하였다. 분말 형태의 쌀겨는 가벼워 바람에 잘 날아가며 멀리 뿌리기 힘들고 피부에 닿으면 가려움과 알레르기를 일으키기도 하여, 최근에는 펠렛 제형을 위한 기계가 많이 보급되고 있으며 펠렛 형태의 쌀겨를 농가에 공급하는 경우가 많아지고 있다. 쌀겨를  $3 \text{ Mg ha}^{-1}$  이상 처리하게 되면 쌀겨의 혐기 분해 과정에서 악취가 발생하고 유기산과 유화수소 가스가 생성되어 어린묘의 뿌리 생육을 저해할 우려가 높아지는 문제가 있다. 또한 관행대로 제조제를 사용하는 농가들에 대해서는 쌀겨를 활용하여 제조제의 사용량을 줄일 수 있는 방법을 제공할 필요가 있으며, 목초액과 현미식초와 같이 민간에서 활용되고 있는 잡초 방제용 친환경 유기 농자재와 쌀겨의 제조 활성을 비교하고 이들 유기 농자재와 쌀겨를 병용 처리할 때의 효과를 검증할 필요가 있다.

본 연구는 친환경 벼 재배의 활성화를 위하여, 쌀겨를 이용한 효율적인 친환경 잡초 방제 기술을 확립하고자 2005년부터 2007년까지 3년간 수행되어 그 결과를 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 쌀겨 시용량과 시용 방법에 따른 잡초방제 효과

본 연구에서 사용한 강원도농업기술원 논 시험포장(춘천)에서의 잡초 발생 양상을 조사하기 위하여, 2005년도에 오대벼를 시험 품종으로 하여 강원도농업기술원 표준재배법에 따라 재배하였다. 토양은 규암토로 coarse silty, mixed, nonacid, mesic Aquic Fluvaquentic Eutrodepts에 속한다. 농약을 처리하지 않았을 때의 잡초 발생 양상을 이양 후 40일, 50일, 60일에 조사하였다. 잡초의 분류는 잡초도감<sup>5)</sup>을 참고하였으며, 잡초의 발생량 조사는 잡초방제학 실험<sup>6)</sup>에 의하였다.

2005년부터 2007년까지 3년간 강원도농업기술원 시험포장에서 오대벼를 시험 품종으로 하여 표준재배법에 따라 재배하였다. 처리구로는 쌀겨를 10a당 150kg 처리하는 구와 쌀겨 펠렛의 형태로 10a당 각각 100kg, 200kg, 300kg 처리하는 구, 쌀겨 펠렛을 10a당 200kg을 100kg씩 2회 분시하여 처리하는 구, 제조제를 처리하지 않은 무처리구 및 butachlor 제조제를 유효성분 기준으로 10a당 150g 사용한 관행구를 대조구로 두었다. 각 시험구의 면적은  $20.7 \text{ m}^2$ 였다. 쌀겨는 이양 후 5일경에 처리하였는데, 시험에 쓰인 쌀겨는 오대벼의 쌀겨로 그 성분 분석의 결과는 Table 1과 같다. 쌀겨의

분석은 식물체 분석법에 준하였는데, 먼저  $\text{H}_2\text{O}_2\text{-H}_2\text{SO}_4$  분해법에 따라 습식 분해를 하여 얻어진 분해액을 가지고 각 성분을 분석하였다. 질소는 Kjeldahl 증류장치를 이용하여 적정 분석하였으며, 인산은 ammonium molybdate-ammonium meta vanadate 용액을 넣어 470 nm에서 흡광도를 측정하였고, 칼리, 석회, 고토는 inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP, GBC Integra XMP, GBC Scientific Equipment Pty Ltd, Victoria, Australia)로 분석하였다. 연도별로 다소의 차이가 있었으나, 성분 조성 비율에 있어서는 큰 차이가 없었다. 잡초 발생량은 이양 후 60일에 조사하였으며, 생육 및 수량 조사는 농업과학기술 연구조사분석기준<sup>7)</sup>에 준하였다. 벼의 엽색도는 엽록소계(Minolta SPAD-502, Japan)를 사용하여 측정하였다. 쌀 품질은 식미치(TOYO MA-30A, Japan)와 단백질(Foss Tecator, Sweden) 및 아밀로즈 함량을 조사하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였고, 조사 결과는 SAS를 이용하여 통계 분석하였으며, 처리구간 유의성 검정은 Duncan 다중검정법으로 하였다. 쌀겨를 10a당 200kg 이상 시용했을 때 쌀의 단백질 함량이 증가하고 식미치가 낮아져서, 이를 해결하고자 밀거름의 시용량을 줄여서 시험하였다. 즉 밀거름 시용량인  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} = 55\text{-}45\text{-}40 \text{ kg ha}^{-1}$ 를 50% 줄여서  $28\text{-}23\text{-}20 \text{ kg ha}^{-1}$ 만 처리하거나 밀거름을 전혀 주지 않았을 때의 쌀 수량과 식미치의 변화를 앞에서 기술한 방법으로 조사하였다.

### 제조제 시용량 절감을 위한 쌀겨 활용

2005년부터 2007년까지 3년간 강원도농업기술원 시험포장에서 오대벼를 시험 품종으로 하여 표준재배법에 따라 재배하였다. 처리구로는 butachlor 제조제를 기준량인 10a당 150g (유효성분 기준) 처리한 구와 기준량의 50%(10a당 75g)와 75%(10a당 110g)를 처리한 구, 제조제를 처리하지 않은 무처리구를 두었으며, 각 시험구의 면적은  $20.7 \text{ m}^2$ 였다. 2007년에는 제조제를 기준량의 50%와 75%를 처리하고 쌀겨를 10a당 100kg 혼용 처리하는 구를 더하였다. 잡초 발생량, 벼 생육 및 수량 조사, 쌀 품질 및 미질 특성은 전술한 방법으로 조사하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였고, 조사 결과는 SAS를 이용하여 통계 분석하였으며, 처리구간 유의성 검정은 Duncan 다중검정법으로 하였다.

### 친환경 농자재의 혼합 시용에 의한 잡초방제 효과

2006년부터 2007년까지 2년간 강원도농업기술원 시험포

Table 1. Chemical components of the rice bran used in the study ( $\text{g kg}^{-1}$  fresh weight)

Year	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
2005	19	31	12	0.7	8
2006	23	34	16	0.6	10
2007	25	39	19	0.8	12
Average	22	35	16	0.7	10

장에서 오대버를 시험 품종으로 하여 표준재배법에 따라 재배하였다. 2006년도에는 목초액과 현미식초를 각각 10a당 2L 수준으로 혼합 처리하여 제초제 무처리구와 관행 제초제 처리구와 비교하였으며, 2007년도에는 쌀겨 10a당 100kg와 목초액과 현미식초 각각 10a당 2L를 혼합 처리한 구와 여기에 쌀겨를 10a당 200kg로 증량한 구, 목초액만 10a당 4L로 증량한 구, 현미식초만 10a당 4L로 증량한 구, 제초제 무처리구, 관행 제초제 처리구를 두었다. 현미식초와 목초액은 시장에서 친환경 농자재로 판매되고 있는 상품을 구매하여 사용하였으며, 각 시험구의 면적은 20.7m<sup>2</sup>였다. 잡초 발생량과 벼 생육 및 수량 조사, 쌀 품질 및 미질 특성의 조사는 앞에서 기술한 방법으로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 쌀겨 시용량과 시용 방법에 따른 잡초방제 효과

본 연구의 시험 포장에서의 논 잡초 발생량은 이앙 후 40 일까지는 미미하다가 40일~60일 사이에 급증하였다(Table 2). 이는 춘천에서의 잡초 발생량은 이앙 후 30~60일 사이에 가장 많았다는 김 등<sup>8)</sup>의 결과와 비슷하다. 발생 초종은 화본과의 피, 물옥잠과의 물달개비, 사초과의 올방개와 알방동사니 등이 발생되었다. 그 밖에 국화과의 가막사리, 닭의장풀과의 사마귀풀, 부처꽃과의 마디꽃, 현삼과의 발뚝외풀, 바늘꽃과의 여뀌바늘 등도 소량 발생하였다. 김 등<sup>9)</sup>은 강원도 평야지 논에서 우점하는 잡초는 나도겨풀>여뀌바늘>피>벚풀>물달개비 등 4과 5종이라고 보고하였는데, 제초제의 연용과 기온 변화 등에 의해 피, 물달개비, 올방개 등으로 우점종이 조

금씩 변해 온 듯하다. 심 등<sup>10)</sup>은 최근 우리나라 논 잡초는 피, 올챙이고랭이, 올방개, 여뀌바늘, 사마귀풀 순으로 우점하였으며, 1년생 잡초의 비율이 훨씬 높다고 보고하였다. 박 등<sup>11)</sup>도 예전에는 다년생 잡초가 우점하였으나 최근에는 물달개비, 피 등 일년생 잡초가 우점한다고 하여 잡초의 발생 양상이 변하고 있음을 보여주었다.

쌀겨 처리구의 잡초 방제가는 46~69%였으며, 대체로 쌀겨 시용량이 높아질수록 방제가는 높아지는 경향이였다(Table 3). 김 등<sup>4)</sup>은 쌀겨를 10a당 180kg과 350kg 처리했을 때 잡초 발생량은 쌀겨 무시용에 비해 각각 56%와 32%로 적었다고 보고하였다. 김 등<sup>4)</sup>이 연구를 수행한 남부 지방에서의 쌀겨가 분해되는 시기인 5월과 6월의 평년 기온은 전주의 경우 각각 17.8도와 22.2도로 춘천의 16.8도와 21.5도보다 약 1도 정도 높아 분해 속도가 높을 것으로 여겨지나, 잡초 방제 효과에 있어서는 큰 차이가 없었다. 쌀겨에 의한 잡초 발생 억제에는 햇빛을 차단하는 차광효과, 쌀겨 분해 과정에서 생성되는 유기산의 작용, 담수조건에서의 쌀겨 분해에 의한 용존산소 부족, 쌀겨에 함유된 생장억제물질인 ABA (abscisic acid)의 작용, 쌀겨에 포함되어 있는 타감작용 (allelopathy) 성분의 작용 등 여러 기작에 의한 것으로 알려져 있다<sup>3,4)</sup>.

물달개비와 자귀풀은 쌀겨 처리량이 높을수록 줄어드는 경향이였으나, 피와 올방개는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 국 등<sup>3)</sup>이 쌀겨 추출물의 잡초 억제 효과를 조사한 결과 피보다는 한련초가 더 민감하였으며, Kuk 등<sup>2)</sup>에 의하면 쌀겨를 토양에 처리시 피, 바랭이, 왕바랭이 등 화본과의 방제 효과는 적었으나 결명자 등의 광엽 잡초의 방제 효과는 우수

Table 2. Weed occurrence as expressed by dry weight (g m<sup>-2</sup>) over time in the paddy field

DAT <sup>a</sup>	<i>Echinochloa</i> spp.	<i>Monochoria vaginalis</i>	<i>Cyperus difformis</i>	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	Sum
40	0.4	4.8	0	0.6	5.8
50	5.2	6.6	0.1	3.0	15.1
60	45.4	11.0	0.3	6.2	62.9

<sup>a</sup>DAT: Days after transplanting

Table 3. Effect of rice bran application on dry weight of weeds (g m<sup>-2</sup>) and weed control (%) at 60 days after transplanting as compared with conventional herbicide treatment

Treatment <sup>a</sup>	<i>Echinochloa</i> spp.	<i>Monochoria vaginalis</i>	<i>Aeschynomene indica</i>	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	Sum	Weed control
None	95	2	32	30	159	
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	2	1	2	2	7	96
Rice bran 1.5Mg ha <sup>-1</sup>	24	11	4	12	51	68
RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	24	21	3	30	78	51
RBP 2Mg ha <sup>-1</sup>	11	12	2	42	67	58
RBP 3Mg ha <sup>-1</sup>	35	5	2	7	49	69
RBP 1Mg ha <sup>-1</sup> , twice	35	20	1	30	86	46

<sup>a</sup>RBP: Rice bran pellet

하였다. 김 등<sup>4)</sup>은 쌀겨의 피 억제 효과가 떨어지는 것은 피의 발아 속도가 빠르기 때문으로 추정하였다. 쌀겨의 2회 분시 처리의 잡초 방제 효과는 비교적 낮았으며, 노동력도 더 필요하므로 효율적이지 않은 것으로 판단된다.

쌀겨를 처리했을 때의 벼의 생육은 관행 제초제 처리와 유의성 있는 차이를 보이지 않아 쌀겨에 의한 장애는 없었던 것으로 나타났다(Table 4). 쌀겨의 분해 과정에서 생성되는 유기산과 유화수소 가스 등에 의해 어린묘의 뿌리 신장이 억제되는 등 쌀겨 사용이 벼의 초기생육을 저해할지도 모르는 우려가 있을 수 있다. 그러나 쌀겨 펠렛의 사용량이 10a당 300kg보다 작고, 5월과 6월의 평년 기온은 각각 16.8도와 21.5도인 춘천에서 수행된 조건에서는 쌀겨 사용에 의한 벼 초기생육의 장애 현상은 발생하지 않았다. 춘천보다 기온이 높아 쌀겨의 분해 속도가 높을 것으로 여겨지는 익산에서 쌀겨를 10a당 350kg을 주었을 때에도 벼의 생육 장애는 보고되지 않은 점<sup>4)</sup>으로 미루어보아, 쌀겨 사용량이 매우 높은 경우를 제외하면 부작용은 염려하지 않아도 될 것으로 판단된다. 수량은 관행보다 다소 낮았지만 통계적인 유의성은 없었다. 제초제에 의한 잡초의 완전 방제에 비해 쌀겨 처리에서는 일부 방제되지 않은 잡초와의 양분 흡수 경쟁에 의해 벼 수량이 감소할 수도 있을 것으로 여겨진다. 김 등<sup>9)</sup>은 강원도 논에서 잡초와의 경합 기간에 따라 벼 수량이 12~17% 감소됨

을 보고한 바 있으며, 성 등<sup>12)</sup>은 피 발생주수에 따라 쌀 수량이 감소하는데 피 1주당 쌀 수량 감소는 0.9~2%라고 보고하였다. 한편, 이 등<sup>13)</sup>은 쌀겨 사용은 논토양에서 셀룰로스 분해균, 암모니아 산화균, *Azotobacter*, *Athiorhodacea* 등 각종 세균의 수를 증가시키는 효과가 있다고 하여, 쌀겨의 장기 사용에 따른 토양 미생물성의 개선 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

쌀겨를 처리하였을 때의 백미의 품질을 살펴보면, 쌀겨 처리량이 10a당 200kg 이상일 경우 단백질 함량이 높아졌다(Table 5). 이는 쌀겨에 포함된 질소로 인한 질소 과다 공급에 의한 것으로 여겨졌으며, 그 결과 식미치도 관행 제초제 처리에 비해 다소 낮아졌다. 따라서 쌀겨를 10a당 200kg 이상 처리할 때에는 밀거름의 사용량을 줄여야 할 것으로 보인다.

쌀겨를 10a당 200kg 이상 사용했을 때 나타나는 백미 품질의 저하(단백질 함량 증가와 식미치 저하)를 해결하고자 밀거름의 사용량을 줄여서 시험하였다. 즉 밀거름 사용량인  $N-P_2O_5-K_2O = 55-45-40 \text{ kg ha}^{-1}$ 를 50% 줄여서 28-23-20  $\text{kg ha}^{-1}$ 만 처리하거나 밀거름을 전혀 주지 않았으며, 이 때의 수량과 식미치를 Figure 1에 나타내었다. 밀거름을 50%만 주게 되면 쌀 수량은 유지하며 식미치가 올라가는데, 밀거름을 전혀 주지 않으면 수량이 크게 감소하였다. 따라서 쌀겨를 10a당 200kg 이상 줄 때에는 밀거름을 반만 주어야 고품질

**Table 4. Effect of rice bran application on rice growth characteristics at early growth stage, 35 days after transplanting, and rice yield after harvesting**

Treatment <sup>a</sup>	Plant height (cm)	No. of tillers	SPAD chlorophyll meter	Ripeness (%)	Weight of thousand grains of brown rice (g)	Yield (kg/10a)
None	54a	15	39a	84	27.2	303a
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	54a	15	42a	80	27.4	498b
Rice bran 1.5Mg ha <sup>-1</sup>	54a	15	39a	86	26.8	451b
RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	53a	16	40a	83	27.5	434b
RBP 2Mg ha <sup>-1</sup>	53a	16	41a	81	27.2	446b
RBP 3Mg ha <sup>-1</sup>	53a	18	39a	81	26.4	465b

<sup>a</sup>RBP: Rice bran pellet

<sup>b</sup>Duncan's multiple range test at 5% probability

**Table 5. Effect of rice bran application on rice quality as compared with conventional herbicide treatment**

Treatment <sup>a</sup>	Protein(%)	Amylose(%)	Whiteness	Toyo palatability
None	5.8a	16.1a	49.6a	81.3ab
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	5.7a	17.8a	50.2a	81.0ab
Rice bran 1.5Mg ha <sup>-1</sup>	6.1ab	18.1a	50.3a	80.7ab
RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	6.2ab	17.9a	50.0a	81.7a
RBP 2Mg ha <sup>-1</sup>	6.4b	17.5a	48.8a	78.0ab
RBP 3Mg ha <sup>-1</sup>	6.6b	18.1a	50.1a	77.3b

<sup>a</sup>RBP: Rice bran pellet

<sup>b</sup>Duncan's multiple range test at 5% probability

다수성면에서 동시에 만족할 수 있다.

### 제초제 사용량 절감을 위한 쌀겨 활용

Butachlor 제초제를 기준량인 10a당 150g보다 줄여서 사용하였을 때의 잡초 발생량을 Table 6에 나타내었다. 기준량보다 25~50% 줄여 사용하면 잡초 방제가는 63~89% 수준이었다. 제초제 사용량을 줄였을 때 나타난 방제가 감소를 쌀겨의 혼용 처리로 잡초 방제가를 높일 수 있는 것으로 나타났다. 즉 제초제를 기준량의 50% 처리했을 경우에는 방제가가 63%이었으나 쌀겨를 10a당 100kg 혼합 처리함으로써 75%로 높아졌으며, 이는 제초제와 쌀겨의 상호효과에 의한 것으로 보인다. 따라서 쌀겨를 활용하여 제초제 사용량을 줄일 수 있을 것으로 여겨진다.

제초제 사용량을 줄였을 때의 벼 생육은 유의성 있는 차이를 나타내지는 않았다(Table 7). 제초제를 50% 줄이게 되면 생육이 다소 부진하였으며 수량도 감소하였는데, 그 이외의 처리에서는 기준량 사용했을 때와 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 제초제 사용을 25%와 50% 줄였을 때의 수량

은 제초제 기준량 대비 87~91%로 이는 잡초 방제가의 감소에 따른 것으로 보인다. 쌀겨의 혼합 사용에 의한 잡초 방제가의 증가로 수량지수도 92~96으로 증가하였다.

백미 품질은 제초제 사용량에 따른 영향을 크게 받지 않는 것으로 나타났다(Table 8). 쌀겨를 함께 처리하면 단백질 함량이 다소 높아지고 식미치가 다소 낮아졌으나 통계적 유의성은 없었다. 따라서 제초제 사용량을 줄이는 경우 쌀겨를 같이 처리하면 쌀의 품질에는 영향을 주지 않으면서 잡초 방제 효과를 높이고 쌀 수량도 높일 수 있다.

### 친환경 농자재의 혼합사용에 의한 잡초방제 효과

민간에서는 목초액과 현미식초의 주성분인 유기산의 논 잡초 방제 효과를 이용하고 있기에<sup>14)</sup>, 그 효과를 검증해 보고자 목초액과 현미식초를 각각 10a당 2L의 수준으로 혼합 사용하여 보았는데 잡초 방제 효과는 거의 없었다(Table 9).

목초액과 현미식초의 잡초 방제 효과를 높이기 위하여 여기에 더불어 쌀겨를 10a당 100kg 혼합 처리하였으며, 이 3가지 친환경 농자재 가운데 어느 것이 제초 효과가 가장 큰

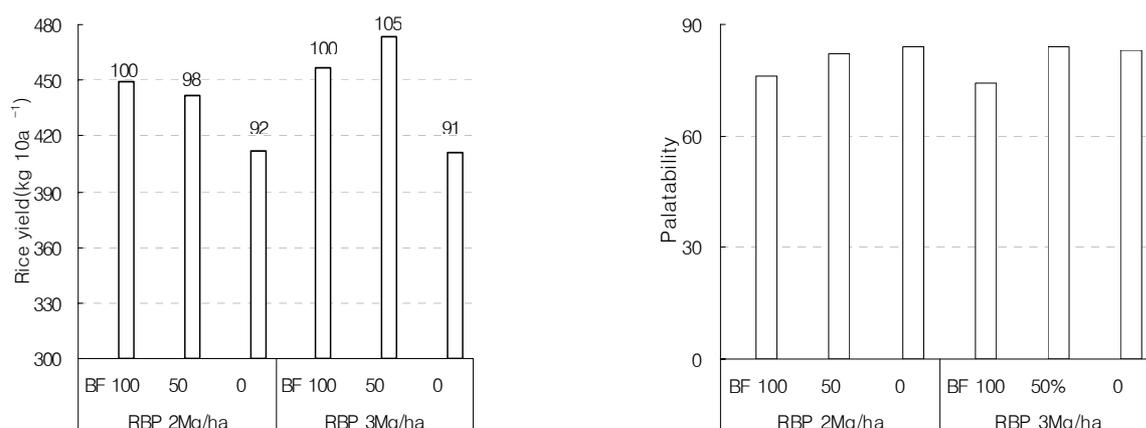


Fig. 1. Effect of reduced basal fertilization on rice yield and palatability value as compared with standard application rate, N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 55-45-40 kg ha<sup>-1</sup>. 50% and 0% denote N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 28-23-20 and 0-0-0 kg ha<sup>-1</sup>, respectively.

<sup>a</sup>BF: Basal fertilization, RBP: Rice bran pellet

Table 6. Effect of reduced herbicide application on dry weight of weeds (g m<sup>-2</sup>) and weed control at 60 days after transplanting as compared with recommended application rate, 1.5 kg ha<sup>-1</sup>

Treatment <sup>a</sup>	<i>Echinochloa</i> spp.	<i>Monochoria vaginalis</i>	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	<i>Scirpus juncooides</i>	Sum	Weed control
None	64	28	86	15	192	
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	0	0	5	4	9	95
Butachlor 1.1kg ha <sup>-1</sup>	0	2	20	0	22	89
Butachlor 1.1kg ha <sup>-1</sup> +RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	0	4	13	0	17	91
Butachlor 0.75kg ha <sup>-1</sup>	1	15	50	5	70	63
Butachlor 0.75kg ha <sup>-1</sup> +RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	0	9	40	0	49	75

<sup>a</sup>RBP: Rice bran pellet

**Table 7. Effect of reduced herbicide application on rice growth characteristics at early growth stage, 35 days after transplanting, and rice yield after harvesting as compared with recommended application rate, 1.5 kg ha<sup>-1</sup>**

Treatment <sup>a</sup>	Plant height (cm)	No. of tillers	SPAD chlorophyll meter	Ripeness (%)	Weight of thousand grains of brown rice (g)	Yield (kg/10a)
None	51a	13	40a	85	27.9	295a
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	52a	14	44b	84	26.2	487c
Butachlor 1.1kg ha <sup>-1</sup>	53a	13	44b	82	27.9	443bc
Butachlor 1.1kg ha <sup>-1</sup> +RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	54a	14	44b	80	27.5	470bc
Butachlor 0.75kg ha <sup>-1</sup>	52a	14	41ab	83	27.1	425b
Butachlor 0.75kg ha <sup>-1</sup> +RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	52a	14	42b	87	27.5	447bc

<sup>a</sup>RBP: Rice bran pellet<sup>b</sup>Duncan's multiple range test at 5% probability**Table 8. Effect of co-application of rice bran pellet and herbicide treatment at reduced rate compared with recommended rate, 1.5 kg ha<sup>-1</sup>, on rice quality**

Treatment <sup>a</sup>	Protein(%)	Amylose(%)	Whiteness	Toyo palatability
None	4.6a	20.4a	43.9a	81.3a
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	4.8a	20.2a	42.5ab	82.3a
Butachlor 1.1kg ha <sup>-1</sup>	5.0a	19.7a	40.2b	80.5a
Butachlor 1.1kg ha <sup>-1</sup> +RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	5.2a	19.8a	41.5ab	80.3a
Butachlor 0.75kg ha <sup>-1</sup>	4.5a	20.0a	41.4ab	83.5a
Butachlor 0.75kg ha <sup>-1</sup> +RBP 1Mg ha <sup>-1</sup>	4.8a	20.0a	40.6b	82.0a

<sup>a</sup>RBP: Rice bran pellet<sup>b</sup>Duncan's multiple range test at 5% probability**Table 9. Effect of co-application of pyroligneous acid and brown rice vinegar on dry weight of weed (g m<sup>-2</sup>) and weed control (%) at 60 days after transplanting as compared with conventional herbicide treatment**

Treatment	<i>Echinochloa</i> spp.	<i>Monochoria vaginalis</i>	<i>Aeschyromene indica</i>	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	Sum	Weed control
None	94.5	2.4	31.6	30.4	158.8	
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	2.0	1.1	2.4	1.7	7.2	96
Pyroligneous acid+brown rice vinegar 20L ha <sup>-1</sup>	49.0	21.6	15.8	74.2	160.5	0

**Table 10. Effect of co-application of pyroligneous acid, brown rice vinegar, and rice bran pellet on dry weight of weed (g m<sup>-2</sup>) and weed control (%) at 60 days after transplanting**

Treatment <sup>a</sup>	<i>Echinochloa</i> spp.	<i>Monochoria vaginalis</i>	<i>Aeschyromene indica</i>	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	<i>Scirpus juncooides</i>	Sum	Weed control
None	171	17	33	50	41	311	
Butachlor 1.5kg ha <sup>-1</sup>	2	1	0	8	0	11	96
Co-application	221	3	35	3	14	275	12
Pyroligneous acid 2	208	10	8	14	5	245	21
Brown rice vinegar 2	234	17	0	19	0	270	13
Rice bran pellet 2	64	1	0	9	23	96	69

<sup>a</sup>Co-application: Pyroligneous acid 20L ha<sup>-1</sup>+brown rice vinegar 20L ha<sup>-1</sup>+Rice bran pellet 1Mg ha<sup>-1</sup>Pyroligneous acid 2: Pyroligneous acid 40L ha<sup>-1</sup>+brown rice vinegar 20L ha<sup>-1</sup>+Rice bran pellet 1Mg ha<sup>-1</sup>Brown rice vinegar 2: Pyroligneous acid 20L ha<sup>-1</sup>+brown rice vinegar 40L ha<sup>-1</sup>+Rice bran pellet 1Mg ha<sup>-1</sup>Rice bran pellet 2: Pyroligneous acid 20L ha<sup>-1</sup>+brown rice vinegar 20L ha<sup>-1</sup>+Rice bran pellet 2Mg ha<sup>-1</sup>

지를 알아보기 위해 각각을 2배 증량하여 처리한 결과를 Table 10에 나타내었다. 쌀겨를 2배 증량한 구를 제외하고는 잡초 방제가가 21% 이하로 제초 효과가 매우 낮음을 알 수 있다. 목초액과 현미식초의 주성분이 유기산인 것을 감안해 보면, 유기산에 의한 잡초 방제 효과는 제한적임을 알 수 있다.

따라서 쌀겨 펠렛을 10a당 200kg 사용하고 밀거름은 표준량의 반인 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 28-23-20 kg ha<sup>-1</sup>를 사용하면 쌀 수량을 유지하면서 품질을 높일 수 있다. 또한 제초제를 기준량의 반인 10a당 butachlor 75g로 줄여 사용하는 경우, 쌀겨 펠렛을 10a당 100kg 같이 처리하면 제초 활성을 높일 수 있다. 목초액과 현미식초의 잡초 방제 효과는 쌀겨에 비해 매우 낮았으며, 쌀겨 펠렛을 같이 처리하여도 제초 활성은 그다지 높아지지 않았다.

### 요 약

친환경농업에 대한 관심과 요구도가 높아지고 있는데, 잡초 방제는 친환경적으로 벼를 재배하는 데 있어 어려운 점이다. 쌀겨 펠렛을 10a당 100~300kg을 처리하면 잡초 방제가는 46~69%로 제초제를 사용하지 않아도 논 잡초를 방제할 수 있는 효과가 있었다. 그런데, 쌀겨 펠렛을 10a당 200kg 이상 사용할 때 쌀의 단백질 함량이 높아 식미치가 떨어지는 경향을 보였으므로, 밀거름을 50% 절감 사용하여 단백질 함량이 높아지는 것을 막아 식미치를 높이되 수량은 떨어지지 않도록 하는 것이 합리적일 것으로 여겨진다. 쌀겨에 비해 목초액과 현미식초는 잡초 방제 효과가 매우 낮은 것으로 나타났다. 또한, 제초제 사용량을 절감하고자 기준량인 10a당 butachlor 150g의 25~50%를 줄여서 사용하는 경우에는, 쌀겨를 같이 처리하면 잡초 방제가가 높아졌다. 즉, 제초제를 기준량의 반만 사용하였을 경우에 쌀겨를 10a당 100kg 병용 처리하면, 잡초 방제가는 63%에서 75%로 높아졌다.

### 참고문헌

1. Ku, Y.C., Seong, K.Y., Song, D.Y., Lee, S.B., Huh, I.B., and Koo, H.M. (1999) Yield of rice cultivated without use of fertilizer and pesticides. *Kor. J. Weed Sci.* 19, 32-35.
2. Kuk, Y.I., Burgos, N.R., and Talbert, R.E. (2001) Evaluation of rice by-products for weed control. *Weed Sci.* 49, 141-147.
3. Kuk, Y.I., Shin, J.S., Kwon, O.D., and Guh, J.O. (2001) Effect of aqueous extracts of rice bran on inhibition of germination and early growth of weeds. *Kor. J. Environ. Agric.* 20, 108-111.
4. Kim, J.G., Lee, S.B., Lee, K.B., Lee, D.B., and Kim, J.D. (2001) Effect of applied amount and time of rice bran on the rice growth condition. *Kor. J. Environ. Agric.* 20, 15-19.
5. Suncheon-si Agricultural Technology Center (1999) Illustrated Book for Weeds. Suncheon-si Agricultural Technology Center. Korea.
6. Kim, G.U. (1996) Experiment for weed control in field and accessing the weed control effect. In *Weed Control Experiments*. Hyoungseol Press. Seoul. Korea. p.164-177.
7. Rural Development Administration (2003) Crops. In *Standard Methods for Agricultural Research and Development*. Rural Development Administration. Korea. p.269-290.
8. Kim, K.S., Kim, J.R., Ko, J.H., Sa, J.G., Chang, J.S., and Kim, D.Y. (1994) Weed flora changes in lowland rice field in Gangwon province. *Kor. J. Weed Sci.* 14, 258-264.
9. Kim, K.S., An, M.H., Chang, J.S., Huh, B.L., and Kim, D.R. (1990) Effect of weed amounts emerged at different developmental stage on rice yield. *Kor. J. Weed Sci.* 10, 83-92.
10. Shim, S.I., Lee, B.M., and Kang, B.H. (2000) Survey for weed occurrence in herbicide-free control plots of experimental paddy fields at tillering stage of rice plants. *Kor. J. Weed Sci.* 20, 174-180.
11. Park, J.E., Lee, I.Y., Moon, B.C., Kim, C.S., Park, T.S., Lim, S.T., Cho, J.R., Oh, S.M., Im, I.B., Hwang, J.B., and Ku, Y.C. (2002) Occurrence characteristics and dynamics of weed flora in paddy rice field. *Kor. J. Weed Sci.* 22, 272-279.
12. Seong, K.Y., Lee, S.B., Ku, Y.C., Song, D.Y., Huh, I.B., and Kim, Y.S. (1997) Reason of late establishment of barnyardgrass and their density effects on rice yield loss. *Kor. J. Weed Sci.* 17, 439-444.
13. Lee, S.B., Yoo, C.H., Kim, J.G., Kim, J.D., Lee, D.B., Lee, K.B., and Han, S.S. (2001) Rice bran and charcoal meal application on rice growth and bacterial population in paddy soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 34, 178-184.
14. Kim, K.E. (1999) Rice Cultivation without Herbicides. Dulneuk. Seoul. Korea. p.125-136.