CNU Journal of Agricultural Science Vol. 42, No. 2, pp. 111-116, June 2015
DOI: http://dx.doi.org/10.7744/cnujas.2015.42.2.111

논에서 솔잎과 쌀겨의 혼합처리가 잡초방제 및 벼 수량에 미치는 영향

이상일[1†] · 박기웅[1†] · 원옥재[1] · 박수혁[1] · 엄민용[1] · 황기선[1] · 김영태[1] · 변종영[2*]

[1]충남대학교 식물자원학과, [2]한국과학기술정보연구원

Effect of rice bran and its mixture with pine leaves on efficacy of weed control and growth and yield of rice in paddy fields

Sang Ill Lee[1†], Kee Woong Park[1†], OK Jae Won[1], Su Hyuk Park[1], Min Yong Eom[1], Ki Seon Hwang[1], Young Tae Kim[1], Jong Yeong Pyon[2]*

[1]Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
[2]ReSEAT Program, Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon 305-806, Korea

Received on 12 June 2015, revised on 19 June 2015, accepted on 20 June 2015

Abstract : Combined applications of rice bran with pine leaves were tested to examine the inhibitory effects to paddy weeds and increased yield of rice for developing techniques of environment-friendly weed management in paddy rice fields. Weed control efficacy at 60 days after treatment was improved to 88.8% by combined application of rice bran with pine leaves, while weed control efficacy by single application of rice bran showed 67.5%. The other weed control efficacy combined with chestnut leaves and barley straws were 76.3% and 69.9% respectively. Combined application of rice bran with pine leaves was more effective to broadleaf weeds such as *Monochoria vaginalis*. Weed control efficacy by combined application with pine leaves was 100% until 70 days after rice transplanting and maintained weed control effect up to 90 days after transplanting. Rice yield by combined application of rice bran with pine leaves was 526 kg/10 a, which was higher yield than by combined application with barley straws, single application of rice bran, natural snail application and hand weeding.

Key words **:** Rice bran, Pine leaves, Chestnut, Barley straws, Weed control

I. 서 론

최근 농업 생산량이 증가함에 따라 소비자들의 관심 또한 다양해지고 있다. 그중에서도 벼농사는 우리농업에 근간을 이루는 중요한 분야의 하나로서 벼 재배 기술은 계속 발전하고 있다. 소비자들 또한 식문화에서 포만감 보다는 좀 더 맛있고 안전한 기능성 쌀과 같은 고품질 쌀을 요구하고 있는 추세이다. 그 동안 우리 농촌에서 사용했던 화학비료와 제초제가 쌀 생산량을 획기적으로 증가시키는 것에 결정적인 역할을 하였다. 그러나 그에 대한 부작용 또한 만만치 않다. 비료와 농약 값 그리고 농기계 등 농자재 값은 계속 상승하지만 기술적인 발전에 힘입은 생산량 증대로 쌀값은 오히려 정체되거나 또는 소비 감소로 내려가기만 하고 있어 농가의 채산성이 계속 악화되고 있는 실정이다.

화학비료와 농약을 사용한 생산물에 잔류 농약이 있을 경우, 이것이 인체에 축척될 때에는 다양한 질병을 야기할 가능성이 있는 것으로 밝혀진 바 있다. 이에 따라 소비자들은 보다 안전한 먹을거리 찾고 있다. 하지만 우리 농촌에서 계속 편안한 화학비료와 농약을 사용한 쌀을 생산한다면 소비자들은 외면할 것이고, 보다 더 안전한 다른 먹을거리로 주식을 옮겨 갈 것이다. 그러므로 이러한 요구에 맞추어 친환경 쌀에 대한 연구가 계속되고 있는 추세다.

쌀겨 농법은 왕 우렁이 농법이나 오리농법과 더불어 재배면적이 늘어가고 있는 추세이다. 쌀겨에는 종자의 휴면을 유도하는 ABA (Abscisic acid)와 2.2%의 질소 성분이 있다고 보고되었다(Lee and Pyon, 2007). 또한, 쌀겨를 처

***Corresponding author:** Tel: +82-42-869-0699
E-mail address: jypyon@cnu.ac.kr
†These authors contributed equally to this work.

리했을 때 제초효과가 있다고 보고되었으며(Nakai and Toritsuka, 2009; Yan et al., 2007), Lee와 Pyon(2007)은 제초효과가 있지만 농가에서 실용화하기에 그 제초효과가 다소 미흡하다고 보고한 바 있다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 쌀겨의 잡초 발아 억제효과를 증진시키기 위하여 대두박과 쌀겨를 혼합한 연구(An et al., 2008)와 보리 짚을 혼합한 연구가 진행 되었다. 또한 Won 등(2008)은 쌀겨를 단독으로 사용하거나 사용 시기 및 사용량을 조절하여 그 효과를 증진시키려는 연구도 계속 보고하고 있다.

또한 침엽수 뿌리 분비물은 초본류의 생육을 억제하고 알레로케미컬(allelochemical)은 주변 잡초조직에 흡수되어 세포분열과 신장을 억제하고 대사 작용을 교란하고 광합성과 호흡작용, 양분흡수를 저해하여 잡초의 생육을 방해한다고 하였다(Moon et al., 2006a).

따라서 본 연구는 쌀겨를 솔잎 및 다른 유기물과 혼합처리할 경우 제초활성의 증가 가능성과 벼의 수량에 미치는 영향에 대해 알아보고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험장소

본 실험은 충남 예산군 덕산면 읍내리 평야지 논에서 수행되었으며, 다년간 화학 제초제에 의존한 논으로 피와 같은 화본과 잡초는 적었으나 sulfonylurea계 제초제에 저항성을 나타내는 올방개와 물달개비가 우점하였다.

2. 시험포장 토양

본 시험에 이용한 논토양의 토양분석 결과, 산도와 규산 성분은 적정수준이나 인산과 칼슘 성분이 각 시험지에서 적정범위 보다 부족한 편이었다(Table 1). 이곳은 시험포장에서 밑거름으로 퇴비를 시용하였고 또한 충청남도에서 친환경 농업을 목적으로 지원한 저인산 복합비료(질소 13, 가리 9, 인산 8, 고토 3, 붕소 0.1, 규산 5, 석회 10)를 다년간 시용한 포장이다.

3. 시험 방법

가. 벼 육묘 및 이앙

2009년 5월 3일 800 L 고무통에 물과 벼 종자를 1:1의 비율로 침종하였으며 키다리병균을 예방하기 위하여 사파이어(fludioxonil)와 볍씨왕(prochloraz) 유제를 혼합하여 소독조에 넣고 24시간 동안 30℃의 수온을 유지하였다. 자동 온도조절 전기히터를 이용하여 소독조를 가온하였으며, 소독조의 온도 편차를 줄이기 위하여 전기순환펌프(32 mm, 100 w)로 물을 순환시켰다. 약제 소독이 끝난 후 물을 24시간에 한 번씩 갈아 주면서 수온을 20℃를 유지하였다. 적산온도 100℃가 되는 날인 2009년 5월 11일에 볍씨가 소독조에서 최아하였다. 물을 걸러 내고 음지에서 약간 말린 후에 자동 파종기를 이용하여 파종하여 비닐하우스에서 5일 동안 치상하였다. 그 후에 부직포를 이용하여 모판에서 20일 동안 육묘하였다.

2009년 6월 3일 트랙터를 이용하여 자동 수평 로타리 작업을 2회 실시한 후 평판 써레로 포장을 일정하게 평탄하게 하였다. 로타리 작업 당시, 주행속도는 저속 6단, 로타리 속도는 1단, 엔진 2500 rpm, 포장 깊이 25 cm 였다.

2009년 6월 6일 6조식 승용 이앙기(대동공업 600r)를 이용하여 주간거리 15 cm로 주당 평균 4본을 3 cm 깊이로 이앙하였고, 3일 후에 쌀겨 및 쌀겨 혼합처리를 하였다.

또한 이앙 전에 벼물바구미와 잎도열병을 예방하기 위하여 모판처리 살충제인 알알이(isoprothiolane+carbosulfan) 입제를 상자 당 50 g을 손으로 고르게 흩어 뿌린 후에 즉시 이앙하였다.

이앙 후 물 관리는 호광성 잡초 발아를 억제하기 위하여 8 cm 깊이로 심수 관리하였다.

나. 쌀겨와 솔잎 처리방법 및 조사방법

각 처리구는 쌀겨 100%를 4 kg 시용한 처리구, 쌀겨 45%+솔잎 55%의 비율로 혼합 후 9 kg 시용한 처리구,

Table 1. Physico-chemical properties of the soil before the experiment at Eupnari, Duksan.

Soil type	pH (1:5)	Organic matter content (g/kg)	Available P_2O_5 (mg/kg)	Exchangeable cation cmol(+)/kg			SiO_2 (mg/kg)
				K	Ca	Mg	
Sandy loam	5.5	48	55	0.35	4.1	1.2	172.0

쌀겨 45%+밤나무 잎 55% 혼합 후 9.5 kg 시용한 처리구, 쌀겨 45%+보리짚 55% 혼합 후 8 kg 시용한 처리구, 자생 우렁이 처리구, 손제초구, 무처리구로 구분하여 실험을 수행하였다. 시험구 면적은 처리당 7 m² 이었으며 난괴법 3반복으로 실험을 수행하였다.

효과 조사는 처리 60일 후 본수와 건물중을 측정하였고, 처리별 전체 발생잡초 건물중을 무처리 대비 건물중의 비율로 방제가를 측정하였다. 초장 및 분얼수 조사는 6월 17일, 6월 24일, 7월 8일, 7월 21일, 7월 30일에 실시하였고 이후 후기생육 및 수확량 조사를 하였다.

III. 결과 및 고찰

가. 쌀겨와 솔잎처리에 따른 잡초방제효과

물달개비(*Monochoria vaginalis*), 올방개(*Eleocharis kuroguwai*), 피(*Echinochloa crus-galli*), 올챙이고랭이(*Scirpus juncoides*), 가막사리(*Bidens tripartita*) 5개의 초종이 발생하였으며 특히 최근에 가장 문제시되는 물달개비와 올방개가 우점하였다.

이앙 후 60일에 조사된 각 처리별 초종의 건물중과 발생본수에서는 차이가 있었다(Table 2 and 3). 대조구에서는 올방개와 물달개비가 45%와 54%로 각각 우점하고 있었으며, 올챙이고랭이는 m^2 당 1.3개로 소량이였다. 피는 손제초구에서 4본이 관찰되었고 올챙이고랭이는 쌀겨와 밤나무 잎 혼합 처리구에서 m^2 당 1.3본이 발생하였으며 자생 우렁이 처리구에서 m^2 당 4본의 가막사리가 관찰되었다. 그러나 나머지 시험구에서는 물달개비와 올방개 이외에 다른 초종이 관찰되지 않았다(Table 2).

Im 등(2003)에 의하면 기계이앙 논에서 잡초발생 양상은 벼 이앙시기가 빠를수록 올방개의 우점도가 높고, 늦을수록 물달개비의 우점도가 높다고 보고하였는데 본 시험에서도 동일하게 올방개에 대한 물달개비의 우점도가 54:45(이앙후 60일)로 나타났다.

이앙 후 60일 이후 조사에서 쌀겨와 솔잎 혼합 처리에서 주목할 만한 방제율이 조사되었다. 즉 쌀겨 단용처리시 물달개비와 올방개의 건물중은 각각 2.7 및 27.3 g/m^2로 방제가는 67.5% 이었지만 쌀겨와 솔잎 혼합 처리시 물달개비과 올방개의 건물중은 각각 0.5 및 9.8 g/m^2로 방제가가 88.8%로 증가하였다. 따라서 쌀겨와 솔잎 혼합 처리의 경우 쌀겨 단용 처리에서 보다 방제가가 약 21% 더 높았다(Table 3). 이것은 침엽수 근분비물이 초본류의 생육을 억제한다는 Moon 등(2006b)의 보고와 같이 솔잎의 억제적작용을 하는 알레로패티의 물질 들이 쌀겨와 혼합되었을 때 물달개비의 발생을 효과적으로 억제하는 것으로 생각된다. 자생 우렁이 처리구에 대한 방제율은 57.9%로 상대적으로 낮은 방제율이였는데, Lee and Pyon (2007)에 따르면 왕우렁이는 벼의 육묘일수가 길고 활착이 빠른 지역에서 이앙 후 5일경에, 나머지 일반지역에서는 이앙 후 7일 사이에 방사하는 것이 방제 효과가 가장 좋아 98% 정도의 방제율을 보인다고 보고되었지만, 본 시험에서 우리나라에서 자생하는 우렁이의 제초효과는 왕우렁이에 비해 낮은 방제율을 보여 그 제초효과가 미흡하였다.

나. 쌀겨와 솔잎 처리에 따른 벼의 생육 및 수량

이앙 후 7일부터 15일 간격으로 각 처리별 초장 및 분얼수의 차이를 조사한 결과는 Table 4 및 Table 5와 같다.

Table 2. Number of weeds as affected by application of different sources of organic residues in rice field at 60 days after treatment at Eupnari, Duksan.

Treatment	Number of weeds (no/m^2)					
	Mv[a]	Ek	Ec	Bt	Sj	Total
Rice bran	28.0d[b]	58.7b	0b	0b	0b	86.7cd
Rice bran+chestnut	36.0cd	42.7bc	0b	0b	1.3a	80.0d
Rice bran+pine leaf	6.7e	24.0cd	0b	0b	0b	30.7e
Rice bran+barley straw	41.3bc	64.0ab	0b	0b	0b	105.3bc
Natural snail	49.3b	65.3ab	0b	4.0a	0b	118.6b
Hand weeding	16.0e	6.7d	4.0a	0b	0b	26.7e
Control	120.0a	100.0a	0b	0b	1.3a	221.3a

[a]Mv, *Monochoria vaginalis*; Ek, *Eleocharis kuroguwai*; Ec, *Echinochloa crus-galli*; Bt, *Bidens tripartita*; Sj, *Scirpus juncoides*
[b]Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

Table 3. Dry weight of different weeds as affected by application of different sources of organic residues in rice field at 60 days after treatment at Eupnari, Duksan.

Treatment	Dry weight of weed (g/m^2)						% of control
	Mv[a]	Ek	Ec	Bt	Sj	Total	
Rice bran	2.7cd[b]	27.3c	0b	0b	0c	30.0c	67.5c
Rice bran+chestnut	0.7cd	20.9c	0b	0b	0.3b	21.9c	76.3bc
Rice bran+pine leaf	0.5d	9.8d	0b	0b	0c	10.3d	88.8ab
Rice bran+barley straw	10.6c	17.3c	0b	0b	0c	27.9c	69.9c
Natural snail	9.9b	27.3b	0b	1.6a	0c	38.8b	57.9d
Hand weeding	4.2d	0.7e	0.6a	0b	0c	5.5e	94.0a
Control	47.1a	43.7a	0b	0b	1.5a	92.3a	0e

[a]Mv, *Monochoria vaginalis*; Ek, *Eleocharis kuroguwai*; Ec, *Echinochloa crus-galli*; Bt, *Bidens tripartita*; Sj, *Scirpus juncoides*
[b]Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

Table 4. Seasonal changes in plant height of rice plants.

Treatment	Plant height (cm)				
	6/17	6/24	7/8	7/21	7/30
Rice bran	17.9a[a]	26.6ab	38.9a	62.9a	72.7a
Rice bran+chestnut	14.3b	22.3b	38.6a	61.0a	72.6a
Rice bran+pine leaf	14.8b	25.0ab	39.0a	61.5a	71.9a
Rice bran+barley straw	16.0ab	25.6ab	37.6a	61.2a	69.6a
Natural snail	17.2a	27.0a	39.3a	61.9a	70.0a
Hand weeding	17.5a	27.0a	38.9a	62.5a	70.0a
Control	17.2a	25.3ab	39.5a	61.6a	70.5a

[a]Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

Table 5. Seasonal changes in tiller numbers of rice plants.

Treatment	Tiller (no/m^2)				
	6/17	6/24	7/8	7/21	7/30
Rice bran	4.5a[a]	6.0d	22.2a	23.2a	20.8a
Rice bran+chestnut	4.3a	7.7b	20.4a	22.8a	22.4a
Rice bran+pine leaf	4.3a	6.2cd	20.4a	22.9a	21.6a
Rice bran+barley straw	4.5a	8.1a	20.6a	22.1a	21.4a
Natural snail	4.0a	6.4c	20.6a	21.0a	22.7a
Hand weeding	4.3a	7.4b	22.0a	23.7a	22.7a
Control	4.3a	8.3a	22.0a	23.8a	20.4a

[a]Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

이앙 후 7일 분얼수의 차이는 발견되지 않았으나 초장은 쌀겨 단용 처리에 비해 쌀겨와 솔잎 또는 밤나무 잎 혼용처리에서 유의한 차이를 보였다. 분얼수에서는 이앙 후 15일 부터 차이를 보이기 시작하였으며 30일 이후에는 차이가 없었다. 특히 15일 후 조사에서는 쌀겨 단용 처리와 쌀겨와 솔잎 혼용처리에서 6개와 6.2개로 대조구의 8.3개와 비교하여 2개 정도 적었다. 그러나 나머지 밤나무 잎 혼합처리와 보리 짚 혼합처리는 대조구와 비교하여 차이가 크지 않았다. 이러한 결과는 쌀겨 처리 시 분얼이 시작되는 이앙 후 10일 경부터 강환원 상태가 지속됨에 따라 벼 분얼이 억제된다는 Won 등(2008)의 보고와 유사하였다. 이앙 후 30일 조사 이후에서는 초장과 분얼에서 유의한 차이가 발견되지 않았다.

따라서 Table 4와 Table 5에서 나타낸 바와 같이 쌀겨

Table 6. Effect of different organic residues on yield and yield components of rice.

Treatment	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No.of spikelet/ plant	No. of panicle/ plant	Ripened grain ratio (%)	1000-grain weight (g)	Yield (kg/10a)
Rice bran	53.9ab[a]	19.5ab	100.3a	19.0a	70.6ab	22.1cd	492.0ab
Rice bran+chestnut	56.5ab	19.6ab	104.8a	20.0a	72.6ab	24.5b	530.6a
Rice bran+pine leaf	56.9ab	19.9a	107.6a	17.6a	79a	26.3a	526.0a
Rice bran+barley straw	51.9b	19.1ab	95.1a	20.6a	66.0b	22.0d	434.0cd
Natural snail	58.2a	19.7ab	103.5a	17.6a	69.3b	22.8cd	495.0ab
Hand weeding	56.3ab	19.3ab	106.7a	17.6a	69.8b	22.0d	455.0bc
Control	56.6ab	18.6b	96.5a	18.0a	78.6b	24.0b	395.0d

[a]Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

처리는 대조구에 비하여 유의한 차이로서 벼 초기생육에 영향을 주는 것으로 생각된다. 그러나 이앙 후 15일부터 유효분얼종지기 전까지 쌀겨 및 쌀겨 혼합처리에 따른 초장과 분얼에 차이가 없었으며 생육에도 큰 영향을 미치지는 않았다.

Table 6에서 보는 바와 같이 일조량 증가로 이삭 당 영화수가 평균 약 100개 이상으로 조사되었으나 등숙율에서는 평균 70% 정도로 예년 평균 80% 보다 오히려 감소하였다. 영화수 증가로 인하여 등숙율이 감소되었지만 1000립 중은 예년평균 22 g 보다 높은 24 g 이었고 10 a 당 생산량이 530.6 kg으로 높은 생산량을 보여주었다. 한편 보리와 짚 혼합 처리를 제외하고는 밤나무 잎과 솔잎 혼합 처리에서 생산량 증가가 높았는데, 특히 쌀겨와 솔잎 혼합처리구는 다른 처리구에 비하여 등숙율과 천립중 및 10 a 당 생산량 증가가 높았다. 그리고 대조구는 잡초와의 경합에서 불리한 환경이었기 때문에 10 a 당 생산량이 가장 낮았지만 등숙율에서는 높았다. 이와 같이 쌀겨와 솔잎의 혼합처리는 벼 수량구성요소를 볼 때 안정적이라고 할 수 있으며 동시에 제초효과 역시 극대화 시킬 수 있음으로 이는 친환경 유기농법으로써의 활용 가능성이 매우 높다고 할 수 있다.

IV. 결 론

본 실험은 벼의 친환경 잡초방제 기술을 개발하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행되었으며 쌀겨와 솔잎 혼합처리를 통하여 벼의 생육과 제초효과에 미치는 영향을 조사하였다. 쌀겨와 솔잎 혼합 처리 시 평균 88.8%의 방제가를 나타내어 쌀겨 단용 처리 시 67.5%, 밤나무잎 혼합 처리 시 76.3%, 보리짚 혼합 처리 시 69.9% 보다 잡초 발생 억제 효과가 뛰어났다. 한편 솔잎과 쌀겨 혼합처리 시 물달개비에 대한 억제효과가 우수하였으며 이앙 후 70일 조사에서는 100% 억제효과가 있었다. 따라서 솔잎과 쌀겨 혼합처리는 90일 이상 안정적으로 잡초발생을 억제하는 것으로 조사되었다. 솔잎과 쌀겨 혼합처리는 초기에 벼의 생장을 약간 억제시켰으나 곧 회복되었으며 생산량은 526 kg/10 a를 나타냈다. 이는 쌀겨 단용 처리구, 자생 우렁이 처리구 및 손제초구보다 우수한 친환경 잡초방제법이라고 할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ011307012015)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참 고 문 헌

Im IB, Kyoung ES, Kang JG, Kim S. 2003. Weed emergence of rice machine transplanting rice paddy field in honam area. Korean journal of weed science 22(2):134-135.

Moon W, Lee HW, Kim CK, Jeong MC, Lee BY, Han KJ, Ryu SN. 2006a. Environment-friendly organic farming 1. Korea national open university 320-321. [Korean]

Moon W, Lee HW, Kim CK, Jeong MC, Lee BY, Han KJ, Ryu SN. 2006b. Environment-friendly organic farming 2. Korea national open university 503p. [Korean]

Lee SG, Pyon JY. 2007. Optimum seedling age, and growth and yield of rice in rice bran culture. Korean journal of crop science 27(1):100-101.

Yan YF, Fu JD, Lee BW. 2007. Rice bran application under

deep flooding can control weed and increase grain yield in organic rice culture. Journal of crop science and biotechnology 10(2):79-85.

An XH, Lee SB, Yoo CH. 2008. Effects of soybean meal and mixture of soybean meal and rice bran on weed control and rice growth in the machine transplanting ride paddy fieldy. Korean journal of weed science 28(3):236-241.

Won JG, An DJ, Kim SJ, Choi CD, Lee SC. 2008. Effect of rice bran application times on weeds control, rice yield and grain quality. Korean journal of crop science 53(4):383-384.

Nakai J, Toritsuka S. 2009. Inhibitive effect of rice bran treatment of soil surface on paddy-field weeds. Journal of weed science and technology 54(4):239-248.