

벼 친환경재배에서 다양한 유기자원별 잡초방제효과

권오도¹, 박흥규¹, 안규남¹, 이 인¹, 신서호¹, 신길호¹, 신해룡¹, 국용인^{2*}

Effect of Various Organic Materials on Weed Control in Environment-friendly Rice Paddy Fields

Oh Do Kwon¹, Heung Gyu Park¹, Kyu Nam An¹, Yeen Lee¹, Seo Ho Shin¹
Gil Ho Shin¹, Hae Ryoung Shin¹ and Yong In Kuk^{2*}

ABSTRACT The objective of this research was to find out the weed management techniques in environment-friendly rice paddy fields through the study on herbicidal effects and problems of various organic materials. This experiment was conducted under different conditions of weed species and weed densities in environment-friendly rice paddy fields. There was no difference in weedy efficacy on golden apple snail (GAS), paper mulching (PM), and machine weeding (MW) between low and high weed densities. However, the effect of weed control in rice bran (RB) and effective microorganism (EM) + molasses was higher in high weed density than in low weed density. In general, the effect of weed control as affected by various organic materials was in the order of GAS (97-100%) > PM (93-98%) > RB (15-80%) > EM (7-31%). GAS provided excellent control of all weed species tested except for *Persicaria hydropiper*. PM gave acceptable control of the weed species except for *Echinochloa crus-galli*, *Ludwigia prostrata*, and *Eleocharis kuroguwai*. However, MW gave fair control (70% biomass reduction) of all weed species tested. BR followed by MW or EM followed by MW treatments had similar effect on weed control compared to each treatment alone. However, BR followed by GAS or EM followed by GAS provided 100% control of weed species tested. The level of rice foliar injury caused by various organic materials was in the order of GAS and MW (10-20%) > RB (10-15%) > PM and EM (5-7%). Typical symptoms of organic materials are wilting, inhibition of growth, missing hill, and reduction of tiller. Cost for weed control of GAS, RB, EM, and PM were 2.1, 3.1, 2.3, and 13.2 times higher than that of the

¹ 전남농업기술원 쌀연구소, 520-715 전남 나주시 산포면 산제리 206-7(Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea).

² 순천대학교 생명산업과학대학 자원식물개발학과, 540-742 전남 순천시 중앙로 413(Dept. of Development in Resource Plants, College of Life Sciences and Natural Resources, Suncheon 540-742, Korea).

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-61-750-3286, Fax) +82-61-750-3280, E-mail) yikuk@sunchon.ac.kr

(Received September 11, 2010; Examined September 16, 2010; Accepted September 24, 2010)

herbicide. These data indicate that GAS was the best method for weed management in environment-friendly rice paddy fields. Further study is required to elucidate the mechanisms underlying the rice injury as affected by GAS.

Key words: effective microorganism; environment-friendly rice; golden apple snail; machine weeding; paper mulching; rice bran.

서 언

농업환경기반의 유지·보전을 통한 농업의 지속적 인 발전과 안전 농산물의 생산을 위해 정부는 친환경 농업의 중요성을 인식하고 1997년 12월에 ‘환경농업 육성법’을 제정하였으며 2001년 1월부터 ‘친환경농업 육성법’으로 명명하여 친환경농업을 추진하는 기반을 구축하였다. 우리나라 농산물 품질 인증제는 2010년부터 저농약, 무농약, 유기농산물의 3단계로 구분되어 있으나 어떠한 경우에도 제초제는 사용하지 못하도록 규정하고 있다. 따라서 친환경농업에 있어 잡초관리는 인력제초에 의존할 수밖에 없어 쌀 생산비 상승을 초래하게 되므로 이에 대한 대응 기술 개발이 필요하다.

친환경농업 실천농가의 애로사항중 병해충 방제가 31.3%로 제일 높고 그 다음이 15.6%가 잡초관리로 이는 친환경농업에서 잡초방제가 쉽지 않다는 것을 의미한다(김 등 2007b). 특히, 논 잡초를 화학적인 방제에만 의존하지 않고 종합적 잡초관리(integrated weed management : IWM)의 개념을 도입하여 무농약, 저농약 및 저비용 투입으로 잡초를 관리하기 위해서는 대상 농경지에 발생하는 잡초를 정확히 파악하는 것이 매우 중요하다. 이에 따라 대상 잡초의 생리 생태적 특성을 이해하고 경종적, 생태적, 생물적 잡초관리 방법을 조합한 체계적인 잡초관리가 필요하다.

최근 친환경 벼농사에서의 잡초관리는 주로 오리, 왕우렁이, 쌀겨, 종이멀칭, EM당밀, 기계제초 등 생물 및 유기자원을 활용하고 있다. 특히, 전남지방에서는 2008년 벼 친환경재배면적 48,686ha중 왕우렁이의 이용은 약 89% 이고, 쌀겨 이용이 약 8.6% 정도 차지하고 있다(전남농업기술원 2009).

우리나라 벼농사에 이용되고 있는 왕우렁이는 1983

년 동남아시아에서 식용으로 도입된 것으로 추정되며 1990년 초부터 제초효과가 매우 탁월한 먹이 습성을 관찰한 농가에서부터 벼농사에 이용하기 시작하였다(이 등 2002). 1996년 우리나라 친환경농업 정책과 맞물려 그 사용 면적이 꾸준히 증가하고 있으나 벼 피해사례도 종종 발생하고 있다.

또한 쌀겨는 잡초관리 뿐만 아니라 질소질 비료 공급원으로도 이용되므로 친환경 농가에서 많이 이용하고 있는 재배법중의 하나이다. 특히 쌀겨중에 들어 있는 abscisic acid(ABA)는 식물호르몬으로 겨울동안 추위로부터 씨눈을 보호하기 위하여 생장점이나 겹질에 집적되어 있는 것이 도정과정에서 떨어져 쌀겨속으로 혼합되며 이 성분은 수용성으로 물에 쉽게 녹는다고 알려져 있다(Davies와 Jones 1991). 쌀겨는 정조 중량의 10% 정도가 발생되는데 국내에서 생산되는 총 쌀겨량은 약 420천톤 정도로 가축 사료와 미강유 생산용으로 대부분 사용되고 있으나 일부는 논밭에 비료대용으로 사용되고 있는 실정이다. 벼농사에서는 일반적으로 70~200kg의 쌀겨를 이앙 후 5~10일에 이용한다. 이앙 후 10일 이후에 시용하면 쌀겨가 분해되어 벼의 분얼에 필요한 양분공급이 지연되어 초기생육이 떨어지고 이앙직후 시용하면 벼의 활착에 지장을 주어 생육억제현상이 발생된다(김 등 2001; 안 등 2007). 쌀겨의 잡초억제 효과는 시용량에 따라 44~68%가 있으며 일년생잡초 물달개비, 한련초, 방동사니류는 효과가 인정되나 피나 올챙이고랭이는 효과가 없다고 하여(국 등 2001; 김 등 2001) 쌀겨만으로 잡초관리가 미흡하다는 점을 간접적으로 시사한 바 있다.

잡초관리를 위한 환경친화적인 재배기술 중의 하나인 멀칭재배는 광을 차단하여 잡초의 성장을 억제시키는 재배법으로서 짚, 건조, 퇴비, 종이, 비닐 등이

이용되고 있다. 이와 같은 멀칭재배는 지온조절, 토양 수분 보존, 토양침식방지, 작물의 발아, 생육 및 수량에 유익한 영향을 미친다(변 등 1997). 벼농사에 이용되는 종이멀칭은 햇빛 차단과 토양 내 산소 공급저하로 벼 초기 생육이 억제되고, 결주가 발생되더라도 보식이 어렵다. 또한 무멀칭 부위에서 잡초가 많이 발생하며 물관리를 1~2cm로 천수관리를 해야 잡초관리가 가능하나 타 잡초관리 방법보다 비용이 높아 현실성이 다소 낮다고 하였다(이 등 1997; 이 등 2005; 양 등 2005).

이와 같이 친환경재배에서 잡초관리를 위해 왕우렁이, 쌀겨, 멀칭 등의 이용은 환경오염이나 생태계교란 등 환경영향에 우려가 있어 대체 기술의 하나로 중경제초기를 이용하는 기술이 대두되고 있다. 중경제초기를 이용한 잡초관리는 벼 포기사이에서 작업이 이루어짐으로써 이앙상태가 일정치 않을시 벼의 손상이 심하고 특히, 중경제초기의 선회지점에서 더욱 심하다. 따라서 이를 효율적으로 이용하기 위해 먼저 중경제초기의 사용에 따른 벼 손상여부와 생육 차이점을 고려해야 한다. 지금까지 동력 중경제초기를 이용하여 잡초를 관리할 경우, 시험기관에 따라 다소 차이가 있지만 농공연구소에서 중경제초를 2회 실시하였을 때 약 63%의 효과를 보였고, 농업과학기술원(2005)에서는 중경제초기 처리시기에 따라 56.1~64.6%, 2회 처리하였을 때 76.9%의 효과가 있다고 하였다. 김 등(2006)은 승용기계제초기 처리방법별 잡초방제효과는 물달개비의 경우 51.3~67.9%, 올방개는 53.6~71.9%, 올챙이고랭이는 88.3~93.1%, 그리고 전체적으로 62.3~73.5%였다는 보고는 중경제초기 종류에 따라 차이는 있지만 잡초방제효과는 서로 비슷한 경향을 보였다. 일반적으로 기계제초의 효과를 거두기 위해서는 표토를 물렁층으로 만들고 심수재배하여 잡초의 발생이 적게 하며 이앙 후 15~20일 사이 즉 잡초 엽령이 2~3엽 이내에 제초하는 것이 좋다. 두 번째 제초작업은 처음 제초작업 후 7~10일 후에 잡초가 발생할 때 제초하는 것이 좋으며, 제초작업시 수심은 1~2cm로 얇게 하여 잡초를 완전히 뽑고 토양속으로 묻게 해야 한다(농업과학기술원 2005). 이와 같이 친환경 벼 재배에서 다양한 잡초관리방법들이 제시되었지만 각 방법에 따라 문제점들

을 안고 있어 이에 대한 대책이 요구된다.

따라서 본 연구는 벼 유기재배에서 잡초문제를 해결하기 위해 농가에서 사용되고 있는 농법들의 효과를 과학적으로 구명하여 실용적인 잡초관리기술을 보급하고자 수행하였다.

재료 및 방법

잡초발생밀도가 다른 포장에서 다양한 유기자원 종류별 잡초방제효과

본 시험은 중만생종 품종인 호평벼를 선정하여 육묘상자당 100g을 파종한 후 40일간 육묘하여 6월 5일에 이앙하였다. 시험에 사용된 농자재는 쌀겨, EM 당밀, 왕우렁이, 종이피복, 기계제초 등 농가에서 사용중인 자재와 이용방법으로 수행하였다. 즉, 쌀겨처리하는 씨레질 후 5일에 10a당 200kg 1회 처리구와 씨레질 전 20일에 200kg 10a⁻¹를 1차 처리하고 씨레질 후 5일에 100kg를 2회 처리하는 구로 하였다. EM당밀은 씨레질 후 EM제와 당밀을 각각 20-20 ℓ를 처리하는 구와 씨레질과 동시에 10-10 ℓ를 1회 처리하고 씨레질 후 20-20 ℓ를 2회 처리하는 구로 하였다. 왕우렁이는 10a당 5kg(약 1,000개)를 이앙 후 5일에 투입하였으며, 종이피복은 흑색과 백색 2종류로 PSE+재생지 10 μ m(폭 180cm, 작물과학원과 SK케미칼 공동개발)를 이앙기에 부착하여 피복과 동시에 이앙하였다. 그리고 기계제초기는 승용6조식(조·주간, 일본 MINORU)으로 이앙 후 10일과 30일에 2번 실시하였다. 벼 손상율은 발생시기 마다, 잡초방제효과는 이앙 후 50일에 조사하였다. 본 시험은 잡초발생 밀도가 다른 친환경 벼 재배지에서 수행되었다. 포장 중 잡초발생 밀도가 적은 포장은 m²당 잡초 개체수가 76개 이었고, 건물중이 46g이고 주로 발생한 초종은 피(*Echinochloa crus-galli*), 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 미국의풀(*Lindernia dubia*), 여뀌바늘(*Ludwigia prostrata*), 알방동사니(*Cyperus difformis*), 여뀌(*Persicaria hydropiper*) 및 올챙이고랭이(*Scirpus juncooides*)이었다. 반면에 잡초발생 밀도가 많았던 포장은 m²당 잡초개체수가 205개이었고 건물중이

182g이고 주로 발생한 초종은 피, 물달개비, 올챙이 고랭이 및 올방개(*Eleocharis kuroguwai*) 등이었다. 유기자원 종류별 처리효과는 이앙 후 50일에 지상부 건물중을 조사하여 잡초방제 효과를 구하였으며 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하여 실시하였다.

다양한 유기자원 체계처리에 의한 잡초방제 효과

다양한 유기자원 체계처리에 따른 잡초방제 효과를 구명하기 위하여 기계제초 체계처리는 쌀겨를 1차로 10a당 100kg를 써레질 직후 처리하고, 기계제초를 이앙 후 20일과 30일에 실시하였다. EM/기계제초 체계처리는 EM당밀을 10a당 20~20ℓ를 써레질 직후에 1차 살포하고, 기계제초를 이앙 후 20일과 30일에 실시하였다. 쌀겨와 왕우렁이 체계처리는 먼저 쌀겨를 1차로 10a당 100kg를 써레질 직후 처리하고 이앙 후 8일에 왕우렁이를 10a당 5kg를 처리 하였다. EM/왕우렁이 체계처리는 EM당밀을 10a당 20~20ℓ를 써레질 직후에 1차 살포하고 이앙 후 8일에 왕우렁이를 10a당 5kg를 처리 하였다. 기타 시험방법은 위의 ‘잡초발생밀도가 다른 포장에서 다양한 유기자원 종류별 잡초방제효과’ 시험과 동일하게 수행하였다.

다양한 유기자원 사용에 의한 벼 피해율과 문제점

다양한 유기자원 처리 후 벼에 대한 피해 정도는

달관평가(0-100, 100 : 완전고사)로 조사하였으며, 이때 피해척도는 잎 처짐, 생육억제, 분얼경 가해, 분얼억제, 결주 및 매물 유무로 판단하였다. 또한 이들 유기자원 처리 후 문제점(예, 쌀겨 처리시 한쪽으로 몰림 현상) 유무를 파악하였다. 벼 피해율은 전 벼 생육기간 동안 관찰하였으며 기타 실험 방법은 위의 ‘잡초발생밀도가 다른 포장에서 다양한 유기자원 종류별 잡초방제효과’ 시험과 동일하게 수행하였다. 유기자원별 소요비용을 산출하기 위해 2010년 전남지역 친환경농자재 업체별 평균 희망가격을 적용하였다. 즉 왕우렁이와 쌀겨는 kg당 각각 5,500원, 200원이며, EM활성액과 당밀 20ℓ에 각각 15,000원, 종이피복재생지 1통에 57,000원 그리고 10a에 소요되는 제초제 평균 판매가격 13,000원이었다.

결과 및 고찰

잡초발생밀도가 다른 포장에서 다양한 유기자원 종류별 잡초방제효과

논에 발생하는 잡초 종류와 양은 재배양식이나 재배시기, 전년도 잡초관리방법에 따라 많은 차이를 보이며 이에 따라 잡초관리 방법도 달라져야 할 것이다. 본 연구에 사용된 잡초발생량이 적은 논에서는 일년 생잡초 피를 비롯해 물달개비, 여뀌바늘, 외풀류, 알

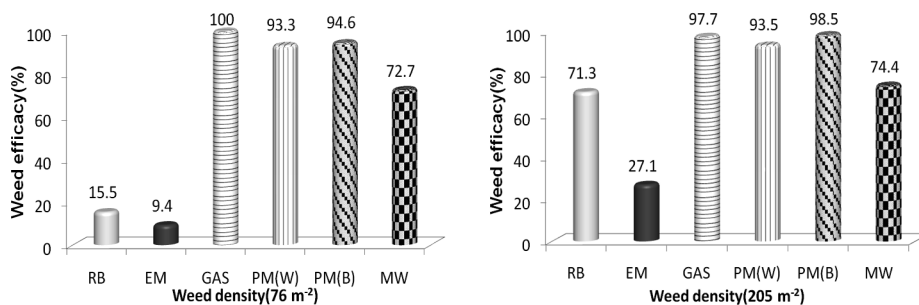


Fig. 1. Effect of various organic materials on weed control under different conditions of weed densities in environment-friendly rice paddy fields. Sample materials are rice bran (RB), effective microorganism molasses (EM), golden apple snail (GAS), black paper mulching (BPM), white paper mulching (WPM), and machine weeding (MW). Sample materials were applied at 5 days after harrow (DAH) or 20 before harrow and 0 DAH for RB, 0 DAH or 0 and 5 DAH for EM, and 5 days after transplanting (DAT) for GAS. Weedy efficacy was investigated at 50 DAT. Other procedures were the same as those described in the Table 1.

방동사니, 여뀌 등 6종과 다년생잡초 올챙이고랭이가 발생하였다. 이양 후 50일에 잡초 건물중은 46.3g m⁻² 정도였다. 반면에 잡초발생량이 많았던 논에서는 일년생잡초 피와 물달개비 2종과 다년생잡초 올챙이고랭이와 올방개 등 총 4종이 발생하였고, 잡초 건물중은 181.6g m⁻²으로 잡초발생량이 적었던 논에 비해 약 3.5배 정도 많이 발생한 논이었다(자료 미제시). 벼 유기재배에서 친환경 농자재별 잡초방제효과는(그림 1) 포장의 잡초발생량에 많고 적음에 차이가 없이 왕우렁이, 흑색 및 백색 종이피복에서 93.5~100% 방제 효과를 보였고, 승용기계제초는 72.7~74.4%를 보였다. 그러나 쌀겨와 EM당밀은 잡초 발생량이 적고 많음에 따라 각각 15.5~71.3%, 9.4~27.1%를 보여 잡초발생량이 적은 처리구에서 효과가 낮았다. 이와 같은 결과는 다양한 유기자원에 의한 잡초방제 효과는 잡초의 발생량이나 잡초의 종류에 따라 다르다는 것을 의미한다.

한편 왕우렁이 및 다양한 유기자원 처리에 따른 초

종별 방제 효과를 보면(표 1, 2), 쌀겨는 여뀌바늘과 외풀류에 대한 효과가 탁월하였으나 피와 물달개비는 발생량에 따라 방제효과 변동 폭이 컸으며 올챙이고랭이와 올방개 방제는 어려운 것으로 나타났다. EM당밀은 모든 초종에 방제효과 낮아 실용성이 낮은 경향이였다. 왕우렁이는 처리시 포장의 잡초발생량과 관계없이 여뀌를 제외하고 모든 초종에 대하여 높은 방제효과를 보였는데 여뀌는 생태적으로 일찍 발생하고 어릴 때에도 줄기가 두껍기 때문에 왕우렁이가 섭식하지 않은 것으로 생각된다. 종이멀칭은 피와 여뀌바늘, 올방개 등이 다소 발생하나 비교적 우수한 효과를 보였으며, 승용 기계제초는 잡초종에 관계없이 전반적으로 70%의 방제효과를 보였다.

문 등(1998)은 왕우렁이의 제초효과가 95% 이상으로 매우 높기 때문에 우리나라에서도 친환경농업의 일환으로 그 사용 면적이 꾸준히 증가한다고 하였다. 쌀겨의 잡초억제 효과는 시용량에 따라 44~68%로 일년생잡초 물달개비, 한련초, 방동사니류는 효과

Table 1. Effect of various organic materials on weed control under low weed densities in environment-friendly rice paddy fields.

Treatment ^{1,2)}	ECCR ³⁾		MOVA		LUPR		LIDU		CYDI		PEHY		SCJN	
	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy ⁴⁾ (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)
RB 200 kg/10a	2.5	84.2	3.5	70.3	0.0	100	0.0	100	0.5	77.1	1.1	78.7	5.7	46.9
RB 200 fb 100 kg/10a	1.7	89.2	2.3	80.6	0.1	91.7	0.0	100	0.3	87.1	0.0	87.8	4.8	55.3
EM 20 L/10a	10.7	32.5	9.5	18.3	0.6	25.0	0.3	71.9	1.6	31.4	3.3	26.7	7.7	28.3
EM 10 L fb 20 L/10a	9.6	39.5	8.6	26.6	0.5	37.5	0.1	87.5	1.4	40.0	3.5	33.3	8.4	22.0
GAS 5kg/10a	0.0	100	0.0	100	0.0	100	0.0	100	0.0	100	1.1	72.4	0.0	100.0
WPM	0.8	94.7	0.7	94.3	0.0	100	0.1	93.8	0.2	92.9	0.6	93.4	0.7	93.8
BPM	0.0	100	0.6	94.9	0.1	87.5	0.0	100	0.0	100	0.0	100	0.0	100.0
MW 10 fb 30 DAT	4.5	71.5	3.6	69.1	0.0	100	0.0	100	0.0	100	0.0	100	3.7	65.2
Untreated	15.8	-	11.7	-	0.8	-	1.1	-	2.3	-	3.9	-	10.7	-

¹⁾Sample materials are rice bran (RB), effective microorganism molasses (EM), golden apple snail (GAS), black paper mulching (BPM), white paper mulching (WPM), and machine weeding (MW).

²⁾Sample materials were applied at 5 days after harrow (DAH) or 20 before harrow and 0 DAH for RB, 0 DAH or 0 and 5 DAH for EM, and 5 days after transplanting (DAT) for GAS.

³⁾ECCR, *Echinochloa crus-galli*; MOVA, *Monochoria vaginalis*; LUPR, *Ludwigia prostrata*; LIDU, *Lindernia dubia*; CYDI, *Cyperus difformis*; PEHY, *Persicaria hydropiper*; SCJN, *Scirpus juncoides*.

⁴⁾Weedy efficacy was investigated at 50 DAT and was calculated percentage of shoot dry weight compared to the untreated control.

Table 2. Effect of various organic materials on weed control under high weed densities in environment-friendly rice paddy fields.

Treatment ^{1,2)}	ECCR ³⁾		MOVA		SCJN		ELKU	
	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy ⁴⁾ efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)
RB 200 kg/10a	140.5	11.4	6.0	49.2	2.4	49.3	4.6	29.6
RB 200 fb 100 kg/10a	132.7	16.3	7.0	40.7	1.5	67.6	3.6	44.9
EM 20 L/10a	145.3	8.4	9.9	15.8	3.9	18.3	5.5	16.3
EM 10 L fb 20 L/10a	150.9	4.8	9.3	21.5	3.5	25.4	5.0	23.5
CAS 5 kg/10a	0.0	100	0.0	100	0.0	100.0	0.0	100
WPM	9.5	94.0	1.1	91.0	0.3	93.0	1.3	80.6
BPM	7.7	95.1	1.0	91.5	0.0	100.0	1.1	83.7
MW 10 fb 30 DAT	42.5	73.2	3.4	71.2	1.5	67.6	2.1	67.3
Untreated	158.5	-	11.8	-	4.7	-	6.5	-

¹⁾Sample materials are rice bran (RB), effective microorganism molasses (EM), golden apple snail (GAS), black paper mulching (BPM), white paper mulching (WPM) and machine weeding (MW).

²⁾Sample materials were applied at 5 days after harrow (DAH) or 20 before harrow and 0 DAH for RB, 0 DAH or 0 and 5 DAH for EM, and 5 days after transplanting (DAT) for GAS.

³⁾ECCR, *Echinochloa crus-galli*; MOVA, *Monochoria vaginalis*; SCJN, *Scirpus juncooides*; ELKU, *Eleocharis kuroguwai*.

⁴⁾Weedy efficacy was investigated at 50 DAT and was calculated percentage of shoot dry weight compared to the untreated control.

가 인정되나 피나 올챙이고랭이는 효과가 없다고 하여(국 등 2001; 김 등 2001) 쟁겨만으로 효과적인 잡초관리가 어렵다고 하였다. 또한, 동력중경제초기 효율도 이앙 후 20일과 40일에 2회할 경우 약 76.3%의 잡초방제효과를 보이거나 1회 실시했을 때 50.7~64.6% 정도이며 이앙 후 30일 보다는 20일에 그 효과가 크다고 하였다(임 등 2002). 그러나 중경제초기를 2~3년간 연용하여 사용할 경우 잡초발생량이 증가하여 방제효과가 낮아지고 3년차에는 피의 발생이 뚜렷하게 증가하여 잡초방제 효과가 23.7~60.3%로 낮아진다고 하였다(황 등 2007). 또한 종이멀칭재배도 생육초기에는 잡초방제효과가 양호하나 후기에는 여뀌바늘 발생이 늘어난다고 하여(이 등 1997) 친환경재배에서 잡초관리를 동일한 방법을 연용하는 것보다 여러 가지 방법을 교호로 사용하는 것이 더 타당성이 있을 것으로 생각된다.

다양한 유기자원 체계처리에 의한 잡초방제 효과

비 친환경재배에서는 제초제를 사용하는 일반재배

와는 달리 1회 처리로 만족할 만한 방제효과를 얻기가 어려우므로 다양한 잡초관리 방법이 동원되고 있다. 따라서 농가에서 하나의 방법보다 두 가지 이상을 고려한 실용적인 제초방법을 도입하고 있는 실정이다. 특히, 쟁겨와 EM당밀의 이용은 전남지방 친환경재배 면적중 약 10% 정도의 비중을 차지하고 있으나 앞에서 언급한 바와 같이 잡초방제 효과가 미흡하므로 필연적으로 추가적인 관리방법이 도입되어야 할 것이다. 따라서 본 시험에서는 쟁겨와 EM당밀을 이앙 전에 처리하고 왕우렁이와 기계제초를 이앙 후에 체계 처리한 결과를 표 3, 4에 제시하였다.

쟁겨와 EM당밀을 각각 이앙 전에 처리하고 왕우렁이를 체계처리한 경우 쟁겨와 EM당밀을 각각 이앙 전에 처리하고 기계제초 2회 처리보다 매우 탁월한 효과를 보였다. 이것은 쟁겨와 EM당밀의 체계처리 상호효과로 보기보다는 왕우렁이에 의해 기인되는 것으로 사료된다. 즉 왕우렁이를 방사한 처리에서는 잡초발생량에 관계없이 피, 물달개비, 올챙이고랭이, 올방개의 방제가 100% 가능하였다. 쟁겨와 기계

Table 3. Effect of systematic treatments of various organic materials on weed control under low weed densities in environment-friendly rice paddy fields.

Treatment ¹⁾	ECCR ²⁾		MOVA		SCJN		Total	
	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy ³⁾ (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)
RB fb MW	0.0	100	5.5	76.9	1.0	86.8	6.5	81.1
EM fb MW	0.0	100	6.7	71.6	2.1	73.6	8.7	74.6
RB fb GAS	0.0	100	0.0	100	0.0	100	0.0	100
EM fb GAS	0.0	100	0.0	100	0.0	100	0.0	100
Untreated	3.0	-	23.5	-	7.8	-	34.3	-

¹⁾RB fb MW, rice bran (RB) 100 kg/10a at 0 DAH fb Machine weeding (MW) at 20 and 30 DAT; EM fb MW, effective microorganism molasses (EM) 20 L/10a at 0 DAH fb Machine weeding (MW) at 20 and 30 DAT; RB fb GAS, RB 100 kg/10a at 0 DAH fb golden apple snail (GAS) 5 kg/10a at 8 DAT; EM fb GAS, EM 20 L/10a at 0 DAH fb GAS 5 kg/10a at 8 DAT.

²⁾ECCR : *Echinochloa crus-galli*, MOVA : *Monochoria vaginalis*, SCJN : *Scirpus juncoides*.

³⁾Weedy efficacy was investigated at 50 DAT.

제초를 체계처리할 경우의 잡초방제효과는 기계제초 단독 처리와 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 EM당 밀과 기계제초를 체계 처리할 경우 잡초방제효과는 기계제초 단독처리보다 떨어지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과로 볼 때, 이양 전에 처리한 쌀겨나 EM당밀의 효과가 미흡하더라도 8일 이내에 왕우렁이를 투입

하면 잡초방제는 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

친환경 농자재 사용에 의한 벼 피해율과 문제점

친환경재배에서 사용되는 생물 및 유기자원들은 벼 재배에서 활용될 때, 잡초방제효과도 중요하지만 벼에 대한 피해가 적어야 실용성이 높을 것이다. 표

Table 4. Effect of systematic treatments of various organic materials on weed control under high weed densities in environment-friendly rice paddy fields.

Treatment ¹⁾	MOVA ²⁾		ELKU		Total	
	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy ³⁾ efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)	Dry wt. (g m ⁻²)	Weedy efficacy (%)
RB fb MW	1.3	80.6	48.0	50.2	49.3	66.4
EM fb MW	1.9	71.4	54.5	43.5	56.3	45.3
RB fb GAS	0.0	100	0.0	100	0.0	100
EM fb GAS	0.0	100	0.0	100	0.0	100
Untreated	6.5	-	96.4	-	102.9	-

¹⁾RB fb MW, rice bran (RB) 100 kg/10a at 0 DAH fb Machine weeding (MW) at 20 and 30 DAT; EM fb MW, effective microorganism molasses (EM) 20 L/10a at 0 DAH fb Machine weeding (MW) at 20 and 30 DAT; RB fb GAS, RB 100 kg/10a at 0 DAH fb golden apple snail (GAS) 5 kg/10a at 8 DAT; EM fb GAS, EM 20 L/10a at 0 DAH fb GAS 5 kg/10a at 8 DAT.

²⁾MOVA, *Monochoria vaginalis*; ELKU, *Eleocharis kuroguwai*.

³⁾Weedy efficacy was investigated at 50 DAT.

Table 5. Injury levels of rice plant as affected by various organic materials in environment-friendly rice paddy fields.

Treatment ^{1,2)}	Injury ³⁾ (%)	Symptom
RB 200 kg (10a)	10	leaf drooping, growth inhibition
RB 200 kg fb 100 kg (10a)	10~15	leaf drooping, growth inhibition
EM 20 L (10a)	5	growth inhibition
EM 10 L fb 20 L (10a)	5	growth inhibition
GAS 5kg (10a)	10~20	new tiller node damage, tiller inhibition
BPM	5~7	missing hill (5~7/100 hill)
WPM	5~7	missing hill (5~7/100 hill)
MW 10 fb 30 DAT	10~20	missing hill (5~10/100 hill), rice leaf and stem damage

¹⁾RB, rice bran; EM, effective microorganism molasses; GAS, golden apple snail; BPM, black paper mulching; WPM, white paper mulching, MW : machine weeding; DAT, days after transplanting.

²⁾Sample materials were applied at 5 days after harrow (DAH) or 20 before harrow and 0 DAH for RB, 0 DAH or 0 and 5 DAH for EM, and 5 days after transplanting (DAT) for GAS.

³⁾Rice injury was investigated at 20 and 30 DAT.

5에서는 최근 친환경농가들이 주로 사용하고 있는 왕우렁이 및 유기자원들이 벼 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 이들 왕우렁이 및 유기자원들이 벼 생육에 미치는 피해정도는 5~20%이고 이중 기계제초와 왕우렁이가 10~20%로 가장 컸으며 쌀겨도 체계 처리할 경우 15% 정도, 200kg 10a⁻¹을 1회 처리할 경우 10% 정도 생육억제현상을 보였다. 또한 EM당밀과 종이(흑색, 백색) 피복도 가벼운 생육 억제 현상을 보였다. 이들 왕우렁이 및 유기자원 중 쌀겨의 경우, 처리시 주로 바람에 의해 몰림 현상이 야기되었으며 벼에 대한 피해 증상은 벼에 잎이 처지고 생육이 지연되는 현상과 고사되는 개체들이 발견되었다. 또한 왕

우렁이는 물이 깊을 경우 새로운 분얼경이나 하위엽을 가해하였다. 승용기계제초는 새머리 지역에서는 벼 전체가 매몰되는 경우와 기계조작 미숙으로 바퀴에 모가 짓눌리거나 기계바퀴에 논 토양이 밀려 벼가 손상되는 경우도 있었다. 또한 종이 멀칭은 결주 보식이 곤란하였고 관개수가 적을 경우, 벼가 고사되었으며 관개수가 많을 경우, 종이가 벼 위로 올라 잠수되는 경우도 있었다. 김 등(2001)에 따르면, 쌀겨를 이앙직후에 시용하면 벼 뿌리 활착에 피해를 주어 생육이 억제 된다고 하였으며, 중경제초기를 이용할 경우, 벼 주간 사이에서 효율이 낮고 벼에 대한 손상율은 2~3% 정도이나 새머리 지역에서 작업기가 선회할

Table 6. Cost of weedy control on various organic materials.

Material ¹⁾	Application rate (10a ⁻¹)	Price (won)	Input cost (won 10a ⁻¹)	Index ²⁾
R B	200 kg	200/kg	40,000	308
E M	20~20 ℓ	30,000/20 ℓ	30,000	231
GAS	5 kg	5,500/kg	27,500	211
P M	3 tube	57,000/tube	171,000	1,315
Herbicide	3 kg	-	13,000	100

¹⁾Sample materials are rice bran (RB), effective microorganism molasses (EM), golden apple snail (GAS), paper mulching (PM), and machine weeding (MW).

²⁾Index was calculated based on input cost of materials relative to the herbicide.

경우 매몰정도는 25% 정도 보였다고 하였다(임 등 2002). 또한, 왕우렁이는 잡초뿐만 아니라 담수작과 어린모는 물론 이앙재배에서도 약 5% 정도 섭식하는 피해가 있다고 하여(김 등 2007a) 본 시험의 결과들과 유사한 경향을 보였다. 따라서 친환경재배에서의 잡초관리를 위해 생물 및 유기자원을 이용할 경우, 이에 대한 피해를 사전에 예측하고 피해를 최소화할 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

다양한 유기자원별 잡초방제 비용

벼 유기재배에서 사용되는 생물 및 유기자원의 경제성을 분석한 결과(표 6), 이앙재배에서 잡초관리를 위해 소요된 제초제 비용이 10a에 13,000원에 비해 왕우렁이는 그에 비해 2.1배, 쌀겨는 3.1배, EM당밀은 2.3배, 종이피복은 13.2배 높게 나타났다. 앞에서 언급한 바와 같이 잡초방제효과가 우수한 생물 및 유기자원은 왕우렁이와 종이피복이지만 종이피복은 왕우렁이에 비해 143천원 10a⁻¹의 비용이 소요되기 때문에 실용성이 낮은 것으로 생각된다. 따라서 유기자원 중에서 잡초방제효과와 잡초방제 비용을 고려할 때 왕우렁이 농업이 친환경 벼 재배지에서 잡초방제를 위해 가장 적합한 것으로 생각된다. 하지만 벼에 대한 피해율과 방제를 위해 사용된 방제비용을 최소화 할 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

요 약

본 연구의 목적은 벼 친환경재배 농가에서 사용하고 있는 다양한 유기자원들에 대한 잡초방제 효과와 문제점을 구명하여 친환경 벼 재배지에서 잡초관리기술을 확립하기 위하여 수행하였다. 친환경 벼 재배지에서 잡초발생밀도와 종류가 서로 다른 조건하에서 다양한 유기자원을 처리한 결과 왕우렁이, 종이멸칭 및 기계제초의 잡초방제 효과는 유사하였으나 쌀겨 및 EM당밀처리에서는 잡초발생량이 많은 처리구에서 적은 처리구에 비해 잡초방제 효과가 높았다. 일반적으로 유기자원처리에 의한 잡초방제 효과는 왕우렁이(97~100%) > 종이멸칭(93~98%) > 기계제초(73

~75%) > 쌀겨(15~80%) > 당밀(7~31%) 순이었다. 왕우렁이는 여뀌를 제외하고 모든 초종에 대하여 높은 방제효과를 보였고, 종이멸칭도 피와 여뀌바늘, 올방개 등이 다소 발생하나 비교적 우수한 효과를 보였으며, 기계제초는 잡초종에 관계없이 전반적으로 70%의 방제효과를 보였다.

쌀겨/기계 및 EM/기계의 체계처리에 의한 잡초방제 효과는 각각의 단독처리에 비해 차이가 없었으나 쌀겨/왕우렁이 및 EM/왕우렁이 체계처리에 의해 100% 방제효과를 보였다. 다양한 유기자원 처리에 의한 벼 피해율은 왕우렁이와 기계제초(10~20%) > 쌀겨(10~15) > 종이멸칭 및 EM당밀(5~7%) 순으로 높았다. 피해증상은 유기자원에 따라 다소 다르지만 생육저해, 분얼경 가해 및 결주 등이다. 왕우렁이, 쌀겨, 당밀 및 종이피복의 잡초방제 비용은 제초제에 사용에 소요된 비용보다 각각 2.1, 3.1, 2.3 및 13.2배 높게 나타났다. 따라서 다양한 유기자원 중 친환경 벼 재배지에서 왕우렁이를 이용하여 잡초를 방제하는 것이 가장 적합한 것으로 사료된다. 추후 왕우렁이 농업 사용시 발생하는 제초비용과 벼 피해를 줄일 수 있는 연구가 수행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 농림수산물식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

- 국용인, 신지산, 권오도, 구자옥. 2001. 쌀겨 추출물에 의한 잡초 발아 및 초기생장 억제 효과. 한국환경농학회지 20(2):108-111.
- 김도익, 김선곤, 최경주, 강범용, 박종대, 김정준, 최동로, 박형만. 2007. 전남지역 왕우렁이의 발생생태 및 피해. 한국응용곤충학회지 46(1):109-115.
- 김석연, 권오도, 유수남, 서상룡, 최영수, 이공인. 2006. 벼 친환경재배를 위한 풋트 묘의 기계제초시기.

- 한국농업기계학회 하계학술대회 논문집 11(2): 83-87.
- 김제규, 안종웅, 구연충. 2007a. 영남지역 고품질 쌀 생산 핵심기술. 농촌진흥청 영남 농업연구소 pp. 39-43.
- 김종구, 이상복, 이경보, 이덕배, 김재덕. 2001. 쌀겨 시용량 및 시용시기가 벼 생육 환경에 미치는 영향. 한국환경농학회지 20(1):15-19.
- 농업과학기술원. 2005. 벼 유기재배 가이드 북. pp. 164-165.
- 문영훈, 오동훈, 최정식, 나종성, 한성수. 1998. 벼 재배시 유기농업 활용자재의 특성 및 효과. 한국환경농학회지 17(4):319-323.
- 변종영, 구자옥, 구연충. 1997. 잡초관리를 위한 환경친화적인 재배기술. 한국잡초학회지 17(1):124-134.
- 안설화, 이상복, 임일빈, 김선, 최만영, 김재덕. 2007. 농산 부산물 및 자생식물이 벼와 잡초의 생장에 미치는 영향. 한국잡초학회지 27(3):248-256.
- 양원하, 한희석, 전원태, 양창인, 이병석, 윤영환, 최돈향, 박종욱. 2005. 벼 기계이앙재배의 기술 개선 연구. 제2보 벼 종이멸칭 기계이앙 재배기술. 작물과학연구 논총 제 6권:278-291.
- 이변우, 최일선, 이학래. 1997. 종이멸칭 이앙재배에서 잡초발생과 벼의 생육 및 수량. 한국잡초학회지 17(4):368-374.
- 이상범, 고문환, 나영은, 김진호. 2002. 왕우렁이의 생리·생태적 특성에 관한 연구. 한국환경농학회지 21(1):50-56.
- 이인용, 박남일, 지승환, 권오석, 박재읍, 정경임. 2005. 재생종이 멸칭이 잡초방제와 벼의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국잡초학회지 25(5):98-102.
- 임순택, 이인용, 조정래, 문병철, 박재읍. 2002. 중경제초기를 이용한 논 잡초방제. 한국잡초학회지 22(3):259-265.
- 전남농업기술원. 2009. 벼 유기재배 첫걸음. 115p.
- 황재복, 박성태, 송석보, 이봉춘. 2007. 벼 기계이앙답에서 중경제초기를 이용한 잡초 발생의 년차간 변이 및 수량. 한국잡초학회지 27(4):334-340.
- Davies, W. J., and Jones, H. G. 1991. Abscisic acid : physiology and biochemistry. Bios. Sci. Pub. Oxford, UK.