

과제구분	기본연구	Code : LS0201	수행구분	전반기	연구기간	'01 ~ '02(완결)
연구과제명	북부지역 벼 재배기술 개선 연구				연구책임자	김 두 열
세부과제명	벼 환경농업 재배 유형별 생산성 및 미질분석					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당임무			
세부과제책임자	북부농업시험장	김 두 열	연구과제 총괄수행			
공동연구자	"	최 강 준	생육조사 협조			
	"	강 안 석	"			
색인용어	벼, 북부지역, 환경농법유형					

ABSTRACT

Many kinds of environmentally sound agricultural methods are introduced for production of good quality rice and successful marketing. But up to date, could not be set up adequate method for rice cultivation method because of many reasons.

This experiment was executed on elucidating hopeful sound agricultural method for rice growers in Gangwon northern area. The obtained results were as follows:

1. Portion of environmentally sound agricultural farms in Gangwon northern part was 16.1%, whose area was allocated 1,161ha.
2. Basal dressing material was used manure-fermented liquid at organic and non-pesticides farmings, as weed control was used duck and pond-snail.
3. Net income was 108% as non pesticide(rice-duck) farmings as conventional farmings, more over was good at both environmental conservation and they (non pesticide, rice-duck farmings) were proper, for northern part of Gangwon province.

1. 연구 배경

1990년 UR협상 타결과 WTO체제의 시작으로 쌀 산업의 경쟁력 제고가 무엇보다도 시급한 과제로 부상하게 됨에 따라 미질의 고급화와 생산비 절감 기술보급이 요구되었다. 그러나 현재 까지도 과거의 벼 재배기술과 거의 같은 비료, 농약을 다량으로 투입하는 다수확 위주의 벼농사 재배기술이기 때문에 이는 결국 친환경농업 문제와 부딪치게 되었다.

기술집약형 농법은 비약적인 생산성 증가를 가져와 인간의 식량문제 해결에는 크게 기여하여 왔으나 다른 한편으로는 자연생태계의 질서를 파괴하고 심각한 환경문제를 야기시키는 결과를 초래했다. 즉 화학비료와 농약의 과다한 사용은 토양의 유기물 함량을 감소시키며, 토양의 물리적 구조도 악화시켜 지속가능한 농업을 저해할 뿐만 아니라 토양과 수질을 오염시켜 생산된 농작물의 안전성까지 위협하고 있다. 따라서 환경친화적 농법의 중요성이 부각되게 되었으며 환경농법은 안전농산물 생산이라는 잇점이 관행농법과 차별성이 있어 수익성과 전망이 좋다고 할

수 있고, 유기농산물의 경우 소비자 가격이 적게는 20~30%에서 많게는 150~200%이상 비싼 가격에 거래되고 있다고 한다.(정, 2000)

벼의 환경농법에 관한 보고는 화학비료와 농약을 전혀 사용하지 않는 유기농재배(정, 2000 ; 농과원, 1993)와 최소한의 화학비료만을 사용하는 무농약배배(영남농시, 1998 ; 구 등, 1999), 화학비료대용으로 가축분뇨(농진청 1998 ; 최 등, 2001)를 사용하는 경우, 그리고 제초방법 개선을 위한 오리농법(강 등, 1995 ; 김 등, 1994)과 우렁이농법(정 등, 1996 ; 이 등, 2002) 등이 있으며 철원을 중심으로 한 강원북부평야지대에서는 이같은 다양한 방법들이 환경농업 유형으로 이용되고 있다.

따라서 본 시험은 이들 방법 중 농업의 환경보존 기능을 극대화하고 환경저해 요인을 최대한 감축하면서 지역의 농가소득을 향상시킬 수 있는 효과적인 방법을 도출하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 북부평야지인 철원지방에서 환경농법으로 경작하고 있는 농가포장을 대상으로 2년간(2001~2002) 시험을 수행하였다. 공시품종은 철원지방의 대표품종인 오대벼를 경작하는 포장에 대상으로 하였으며, 1년차의 처리내용은 현지에서 조사가 가능한 유기농법, 무농약농법, 가축분뇨사용, 오리농법, 우렁이농법 등이었으며, 2년차에는 1년차 처리중 우렁이농법이 제외되었는데, 이는 유기농법 또는 무농약농법의 제초용으로 우렁이농법이 병행되어 우렁이 단독처리가 없어 조사하지 못하였다. 시험구는 별도 처리없이 농가포장을 선정하여 조사하였으며, 조사장소는 철원군 관내에서 환경농법이 이루어지는 3개면 4개지역을 대상으로 하였고 재배방법별로 4~6개 지점을 선정하여 2반복으로 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 환경농법 유형별 재배현황

2002년도 강원 북부평야지인 철원의 벼 재배면적은 10,026ha이며, 이중 관행재배 방법인 화학비료를 전량 사용하는 면적은 83.9%이며, 나머지 16.1%가 환경농법으로 벼를 재배하였다. 그러나 환경농법 방법중 가축분뇨 발효액비를 기비로 사용하는 농가가 대부분이었으며 제초제를 사용하지 않고 순전한 유기농, 무농약, 오리농법 등에만 의존하는 농가는 전체 재배면적의 2%에 불과하였다(표 1).

표 1. 농업 유형별 재배 현황

재배유형	재배현황		농가수(호)	판매처
	면적 (ha)	비율(%)		
계	10,026	100	4,655	
관행	8,415	84	4,203	농협
유기농	12	0.1	6	미사랑, 백화점, 농협
무농약	157	1.6	78	농협
오리	28	0.3	55	농협
가축분뇨	1,414	14	313	농협

* 2002년은 우렁이를 유기농 또는 무농약재배에 전량 사용하여 조사하지 못함

표 2. 환경농법 유형별 재배방법

재배유형	시 비		병해충 방제	제 초	비 고
	기 비	추 비			
관행	화학비료	화학비료	농약살포	제초제	
유기농	(유기제, 퇴비, 호액) + 가축분뇨	퇴비, 유기제	유기제	(오리, 우렁이) + 손제초	유기제 : 자가조제, 시판제제 혼합 퇴비 : 자가생산
무농약	(호액, 퇴비) + 가축분뇨	(유기제, 퇴비) + 화학비료	"	"	
오리	가축분뇨	화학비료	농약살포(1/2)	오리	
가축분뇨	가축분뇨	화학비료	"	제초제	

환경농법 유형별 재배방법은 표 2와 같다.

관행방법은 농약, 비료, 제초제등이 모두 사용된 반면 유기농은 이들이 전혀 사용되지 않았으며, 무농약은 화학비료를 추비에만 사용하였고, 우렁이·오리농법은 병해충방제를 위한 약제 살포 횟수를 1/2로 줄이면서 우렁이 또는 오리를 이용하여 제초하는 방법이었으며, 가축분뇨 시용방법은 기비로 화학비료 대신 가축분뇨를 주는 방법이었다.

표 3. 유기농·무농약재배 농가의 유기제 조제유형

지 역	살포횟수	유기제 조제 재료
김화, 학사	4	솔빛8호, 패화석, 흑설탕, 현미식초, 목초액, (?)
동송, 양지	4	한방제제(자가조제), 천혜녹즙(자가조제), 현미식초, 키토산, 미네랄D, 목초액, (?)
철원, 대마	3	바이오그린, 흑설탕, 현미식초, 키토산, 목초액, 규산질액비, 맥반석, (?)

유기농·무농약재배시 병해충방제용으로 사용되는 유기제는 표 3에서 보는바와 같이 3개지역이 각기 다른 재료를 사용하였으며, 모든 지역이 지기만이 비법으로 유기제 조제시 첨가하는 물질이 있었지만 공개하지는 않았다.

나. 환경농법 유형별 생육 및 수량

환경농법 유형별 생육상황은 표 4와 같이 환경농법 유형중 유기농재배는 관행보다 재식주수가 많았고 간장과 수장이 짧으며 도열병이 경미하게 발생되었다. 그 이외의 재배방법은 대체로 관행과 대차없는 생육인 것으로 판단되며 처리간 생육의 경미한 차이는 재배농가의 재배기술이 상이하야 나타난 결과로 추정된다.

표 4. 환경농업 유형별 생육상황

재배방법	재식수수 (주/㎡)		간장 (cm)		수장 (cm)		목도열병 (0-9)		도복 (0-9)	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
관행	24.7	22.8	76	71	17.5	18.8	1	1	1	1
유기농	25.1	24.0	68	64	18.5	17.8	2	2	1	1
무농약	24.2	24.0	72	70	18.0	19.2	1	1	1	1
우렁이	22.5	-	80	-	18.8	-	1	-	1	-
오리	23.2	25.1	74	70	18.5	19.1	1	1	1	1
가축분뇨	23.5	22.6	74	71	18.9	19.7	1	1	1	1

우렁이농법의 경우 철원을 화지리, 대마리 지역에서 수행된 방법으로 1년차 시험에서 손제초를 하지 않아도 될 정도로 제초효과가 탁월하게 나타나, 년 2~3회정도 제초하였던 유기농과 무농약재배농가에서 제초용으로 모두 우렁이를 투입하여 2002년에는 우렁이만을 방사한 포장에 없어 우렁이농법은 조사하지 못하였고 우렁이 방사시 제초효과가 탁월하다는 것은 이미 보고된 바 있다(정 등, 1996; 농진청, 1999).

환경농법 유형별 수량구성요소 및 수량은 표 5에서와 같이 년차간 차이는 있지만 수량이 관행과 5%내외의 차이를 보여 수량면에서 크게 문제가 되지 않았다. 그러나 유기농의 경우 관행에 비해 립수와 수수가 현저히 적었으며 수량도 89%수준에 머물렀다. 이와같은 결과는 유기농법의 생산성이 인근포장보다 수량이 낮았다고 보고(강 등, 1998)한 바 있고, 논오리방사효과(강 등, 1995), 가축분뇨시용효과(최 등, 2001)의 보고와 일치하는 결과를 보였다. 그러나 무농약재배의 경우는 관행의 30% 수준의 수량을 보였다는 보고(구 등, 1999)와는 상당한 차이를 보였는데 이는 시험수행 연도의 기상과 지역적 차이에서 오는 결과였기 때문으로 사료된다.

표 5. 환경농업 재배유형별 수량구성요소 및 수량비교

재배방법	립 수 (천립/㎡)		수 수 (본/㎡)		등숙비율 (%)		수 량 (kg/10a)		평 균 수량지수
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	
관행	27.4	30.7	309	452	84.0	78.6	537	501	100
유기농	24.4	25.9	402	385	82.5	76.0	502	424	93.5
무농약	29.7	30.8	425	460	81.4	73.6	510	477	95.0
우렁이	30.9	-	384	-	85.8	-	511	-	95.2
오리	31.4	31.0	436	472	80.1	70.2	533	489	99.3
가축분뇨	29.8	30.8	407	431	83.9	69.9	532	492	99.1

다. 환경농법 유형별 백미품위 및 식미치 비교

환경농법 유형별 백미품위는 표 6과 같이 오리농법, 가축분뇨, 무농약재배등에서 관행

이나 유기농보다 완전미 비율이 높아 외관상 품위가 우수한 것으로 나타났다. 그러나 완전미율이 가장 낮아 외관상 품위가 가장 떨어지는 유기농에서 토요식미치가 가장 높게 나타났는데 이것은 추비로 화학비료를 사용하지 않았기 때문으로 추정되며 그 이외의 유형은 큰 차이를 발견할 수 없었다.

표 6. 환경농법 유형별 백미품위 및 식미치 비교

구분	백미 품위 (%)				성분함량(%)		토요 식미치	
	완전미	분상질	쇄립	동할미	단백질	아밀로스	평균	범위
관행	90.4	2.4	6.6	0.6	6.36	19.4	75.7	74~78
유기농	89.9	1.3	8.4	0.4	19.5	19.5	76.9	74~73
무농약	92.1	1.3	6.1	0.5	19.6	19.6	75.0	73~78
오리	93.0	1.3	5.5	0.2	20.6	20.6	75.0	74~76
가축분뇨	92.2	2.3	5.0	0.5	20.3	20.3	75.8	74~80

라. 환경농법 유형별 경제성 분석

환경농법 유형별 경제성 분석은 표 7과 같다.

표 7. 환경농법 유형별 경제성 분석

재배유형	수량 (kg/10a)	단가 (원/kg)	조수익 (원/10a)	경영비 (원/10a)	소득 (원/10a)	소득율	
관행	519	1,949	1,011,531	251,525	760,006	100	
유기농	오리	463	2,531	1,171,853	409,923	761,930	100
	우렁이				392,241	779,612	102.6
무농약	오리	494	2,433	1,201,902	377,775	824,127	108.4
	우렁이				360,275	841,627	110.7
오리	511	1,947	994,917	283,571	711,346	93.6	
가축분뇨	512	1,947	996,864	252,512	744,352	97.9	

수량은 유기농, 무농약 모두 관행의 87~95% 수준이었으나 소득은 오히려 높게 나타났다. 이것은 지역 농협에서 수매시 이들의 가격을 관행의 125~130%로 높게 책정하여 수매하여 단가가 높은 것이 원인이었다. 오리농법과 가축분뇨는 화학비료를 추비로 사용하고 병해충방제에 농약을 살포하여 관행과 수매가격의 차이가 없어 소득이 향상되지 않았다. 유기농의 경우 일부농가는 주문생산으로 관행 쌀가격의 2배를 받아 높은 소득을 올리는 농가도 있지만 판매량이 제한적이어서 본 연구에서는 단가산정에서 제외시켰다.

유기농과 무농약재배는 제초를 오리나 우렁이로 실시하였는데 우렁이는 완전제초가 가능하였지만 오리는 논 가장자리의 제초가 덜 되어 인력으로 제초하는 관계로 경영비가 우렁이보다 많이 소요되어 소득이 낮았다.

그러나 현재 제초용으로 이용되는 왕우렁이는 열대지방 뿐만 아니라 아시아 지역에서도 해

충으로 인식되고 있으며(Hiria, Y., 1988) 일본 농림수산성은 식물방역법상 농작물 유해동물(Teo, S. S., 2001)로 지정하고 있는 실정이다. 우리나라에서도 왕우렁이가 충남 이남지방에서 월동하여 봄철에 밀도가 높아질 경우 이양한 어린모까지 가해한다는 보고(이 등, 2002)도 있으며, 정부에서는 황소개구리와 같은 차원의 환경생태계 파괴 유해동물로 지정할 움직임을 보여 비록 월동이 곤란한 북부지방이지만 우렁이를 통한 제초는 권장하기 어려울 것으로 판단된다.

따라서 오리를 방사하여 제초하는 무농약 환경농법 유형은 생력적으로 제초가 가능하며 소득도 관행보다 8%정도 향상되어 북부지방에 적합한 환경농업 유형으로 사료된다.

그러나 유기농 또는 무농약재배를 위해서는 농산물품질관리원으로부터 품질인증의 절차를 밟아야하며 이를 위해서는 3년간의 유예기간을 거쳐야하는 어려움과 병해충 발생시 수량 및 품질이 낮은 문제가 있고 고가로 판매하기 위해서는 판매처를 확보해야 하는 어려움도 있다. 그리고 유기농이나 무농약재배시 제초를 위해 방사되는 우렁이는 월동이 어려워 매년 고가로 외지에서 구입하고 있으며, 장마시에는 빗물이 논독을 넘칠 경우 유실되어 환경에 나쁜 영향을 줄 우려도 있다. 오리방사의 경우는 사육사를 별도로 설치해야하고, 사육후 육질이 나빠 판로가 없는 문제가 있다

환경농법은 많은 경험을 필요로 하고 년차별 변이도 크므로 방법도입 및 재배면적의 증대에서 주의를 하여야 할 것으로 생각된다.

4. 적 요

북부평야지 철원에서 생산되는 쌀의 고품질화 그리고 판로 확보를 위해 다양한 방법의 환경농법 유형이 보급되고 있으며 이들 유형중 북부평야지에 가장 적합한 환경농법 유형을 도출하고자 시험한 결과,

- 가. 북부평야지의 철원에서 환경농법으로 재배되고 있는 면적은 1,161ha로 전체 재배면적의 16.1%이었다.
- 나. 유기농과 무농약재배시 기비는 가축분뇨 발효액비를 사용하였고 제초는 오리와 우렁이를 이용하였다.
- 다. 환경농법 유형중 생육 및 수량이 적은 유형은 유기농법이었다.
- 라. 유기농의 경우 완전미율이 가장 낮아 외관상 품위는 떨어졌으나 토요식미치는 가장 높게 나타났고 그 이외의 환경농법 유형은 큰 차이를 보이지 않았다.
- 마. 환경농법 유형중 무농약(오리제초)재배가 관행에 비해 소득이 108%로 높았고, 환경보존에도 유리하여 북부평야지에 적합한 환경농법 유형이었다.

5. 인용문헌

- 강금위, 박경배, 강혁, 1998. 자연농법에 의한 무농약 쌀 생산. 영시보고서 pp822-826.
- 강양순, 김정일, 박정화. 1995. 벼논오리 방사가 쌀 수량 및 품질에 미치는 영향. 한작지 40(4) : 437-443.
- 구연충, 성기영, 송득영, 이상복, 허일봉, 구한모. 1999. 무비, 무농약 재배가 벼의 수량에 미치는 영향. 한잡초지 19(1) ; 21-26.
- 김희동, 박중수, 방관호, 조영철, 박경열, 권규철, 노영덕. 1994. 벼논 오리 사육방법에 따른 벼 생육 및 수량 반응. 한작지 39(4) ; 339-347.
- 농업기술연구소. 1993. 유기농업에 관한 연구. 농진청 농특과제 3년차보고서.
- 농촌진흥청. 1998. 축산분뇨를 이용한 부산물 비료제조 및 이용기술 개발. 농진청 특정과제보고서.
- 농촌진흥청. 1999. 유기·자연농법 기술지도 자료집 pp227-245.
- 농촌진흥청. 2001. 남부지방세 있어서 왕우렁이의 월동생태조사. 농특과제보고서.
- 농촌진흥청. 2002. 가축분뇨 액비 사용기술. 기술지도지침.
- 요꼬하마植物防役所. 1985. “ジャンボタニジ” 有害動物に 指定. 病虫害情報 16, 18.
- 이상범, 고문한, 나은영, 김진호. 2002. 왕우렁이의 생리·생태적 특성에 관한 연구. 한국환경농학회지 21(1) ; 50-56.
- 정순재, 박흥식, 오주성, 최봉출, 최성관, 1996. 왕우렁이의 섭식·생태 및 논잡초 방제효과에 관한 연구. 한국유기농업학회지 7(2) ;169-178.
- 정순재, 정원복, 박흥식, 오주성, 진동호. 2000. 관행농법과 유기농법의 연구비교. 동아대 대학원논문집 제25편 303-311.
- 최강준, 김두열, 강안석, 김창수. 2001. 벼에 대한 가축분뇨 발효액비 시용적량 구명시험. 강원연구보고서 311-318.
- Hirai, Y. 1988. Apple snail Japan-the present status and management, J.A.R.Q, 161-165.
- Teo, S. S. 2001. Evaluation of different duck varieties for the control of the golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in transplanted and direct seeded rice, *Crop Production* 20; 599-604.

6. 연구결과 활용제목

- 북부지역 벼 재배시 적합한 환경농업 유형(2002. 영농활용)