

유기 및 관행벼 재배지 병해와 잡초 발생 및 방제에 관한 연구

이 상 계* · 이 용 환** · 김 지 수** · 이 병 모** ·
김 미 자** · 신 재 훈** · 김 한 명** · 최 두 회**

Diseases and Weeds Occurrence and Control in Organic and Conventional Rice Paddy Field

Lee, Sang-Guei · Lee, Yong-Hoan · Kim, Ji-Soo · Lee, Byong-Mo · Kim, Mi-Ja ·
Shin, Jae-Hoon · Kim, Han-Myeng · Choi, Doo-Hoi

Diseases were surveyed in 5 Rice paddy field areas of Organic paddy field and conventional paddy field. The 3 major diseases, rice leaf blast, bacterial leaf blight and sheath blight in rice were surveyed at duck raising, rice bran and conventional rice paddy field. They were serious in duck raising paddy field, rice bran paddy field more than conventional paddy field. The Ilpum variety were infected seriously more than Chucheong. At the effectivity test of the environment-friendly substance for the rice-seed sterilization, 1000-times diluted brown-rice vinegar showed controlling effect against Bakanae disease, and germination rate also was good. There was no Weeds Control efficacy by cultivating of hairy vetch in rice paddy field. However, extract of hairy vetch Leaf and root repressed the germinating of lettuce seed.

Key words : duck rising, rice bran, rice leaf blast, bakanae disease, hairy vetch

I. 서 론

현대농업기술은 기술집약형 농업으로 비약적인 생산성 증가를 가져와 식량의 안정적 공급에는 크게 기여하였으나 다른 한편으로 자연생태계의 질서를 파괴하고 심각한 환경문제

* 대표저자, 농업과학기술원 농산물안전성부 친환경농업과
** 농업과학기술원 농산물안전성부 친환경농업과

를 야기 시키는 결과를 초래했다. 즉 화학비료와 농약의 과도한 사용으로 토양의 유기물함량을 감소시키며, 토양의 물리적 구조도 악화시켜 지속가능한 농업을 저해할 뿐만 아니라 토양과 수질을 오염시켜 생산된 농작물의 안정성까지 위협하고 있다.

이에 친환경적 농업의 중요성이 부각되었으며 특히 WTO는 지구환경의 지속적인 보전을 위하여 환경에 부담을 주는 농업생산을 규제하고 있으며, OECD에서도 농업환경 지표 개발에 착수하여 환경과 친화적인 농업을 실행하지 않고서는 여러 가지 제약에 직면하게 되었다.

이런 농업환경에서 우리나라는 1990년대 이후 환경보존형 농업의 형태로 유기농업, 자연농업, 활성탄농업, 우렁이농업, 오리농업 등 다양하게 이루어지고 있다. 현재까지 수도에서 생물학적인 연구로 가장 많이 진행된 것이 오리농법인데 이는 벼 이앙 후 10~15일경에 오리를 방사하여 잡초를 방제하고 배설물로 비료자원으로 활용하는 재배방식으로 친환경농법으로서 타당성이 인정되고 있다(정 등, 1999; 강 과 김, 1995; 김 등, 1994; LeeSon, 1982). 그 다음으로 왕우렁이농법인데 이는 왕우렁이의 초식습성을 이용하여 제초효율을 높이고(최 등, 1999; 정, 1999; 김, 1998; 김 과 최, 1994; 문 등, 1998), 안전한 유기 벼를 생산하는 재배방식으로 앞으로 유기농업 농가에 점차 활용될 것으로 판단되나 만약 이상기온으로 인해 월동이 가능하게 되면 타 작물에 피해를 줄 수 있는 단점을 지니고 있다. 특히 이런 친환경농업에 있어서 가장 문제시 되는 것은 병해충 방제에 있다.

따라서 벼 유기농재배 기술에 가장 적합한 병해충 및 잡초 제어기술을 정립하고자 현재 우리나라의 유기농업 재배지에서 문제가 되고 있는 주요 병해충 및 잡초의 발생 실태와 민간에서 사용하고 있는 방제실태를 강화도 등 전국 5개 지역의 유기농업재배지역에서 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 벼 유기농 재배지의 병해발생 및 방제실태 조사

1) 병해발생조사

강화, 화성, 홍성, 홍천, 여주 지역의 유기농 재배지와 관행재배지에서 벼도열병, 잎집무늬마름병, 벼흰빛잎마름병의 병 발생정도를 조사하였다. 조사 시기는 본답 초기(6월 16~7월 6일)와 중기(7월 29일)에 실시하였고 조사 방법은 농촌진흥청 시험연구조사 기준에 의하여 발병도, 발병주율 등을 조사하였다.

2) 친환경자재의 병해방제효과

친환경자재를 이용하여 키다리병균을 접종한 종자의 발병률을 조하였다. 키다리병균이 접종된 종자를 친환경자재에 24시간 침종 후 냉수에 48시간 침종하여 벼키다리병 선택배지인 고마다 배지에 치상한 후 25°C 항온기에 보관하면서 72시간 후에 벼씨의 발아와 균사 형성여부를 조사하였다.

도열병 방제효과는 도열병균을 $9.2\sim 9.7\times 10^5/\text{ml}$ 농도로 분무처리 24시간 후 자재처리와 자재처리 24시간 후 도열병균 처리 두 가지 방법으로 처리한 후 24시간 동안 25°C 항온기에 보관하여 발병을 조장한 후에 온실조건에서 7일간 보관한 후에 병반면적율을 조사하였다.

2. 벼 유기농 재배지의 잡초발생 실태 및 알레로파시 녹비작물을 이용한 잡초방제 효과 평가

1) 유기벼 재배지 잡초 발생실태 및 토양이화학성 조사

유기벼 재배포장에서 헤어리베치에 의한 잡초억제 양상을 조사하기 위하여 2004년 3월 23일에 경기도 김포의 유기벼 재배포장에 헤어리베치 종자(10kg/10a)를 파종하고 이양전인 2004년 5월 24일에 헤어리베치 처리구와 비처리구에서 각각 0.25m²의 면적에서 5반복씩 잡초를 채취하여 m²당 종수, 본수 및 건물중을 조사하였다. 헤어리베치 재배에 의한 토양의 이화학성 변화를 조사하기 위하여 동일한 포장에서 헤어리베치 파종 전과 재배 후에 각각 토양을 채취하여 조사하였다. 헤어리베치 재배포장의 토양 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원의 토양 및 식물체 분석법에 준하였다(RDA, 2000). pH는 풍건토양과 증류수를 1:5의 비율로 1시간 방치 후 유리전극으로 측정하였고, 총질소는 Kjeldahl법으로 조사하였고, 유기물함량은 Tyurin법으로 조사하였으며, 유효인산은 Lancaster법으로 조사하였다. 치환성 양이온은 1N NH₄OAc로 침출하여 원자흡광분석기(GBC Integra XMP)로 측정하였고, K, Ca, Mg는 원자흡광광도계로 측정하였다.

2) 헤어리베치 추출물질의 종자발아억제 효과 조사

헤어리베치 추출물에 의한 allelopathy 효과를 조사하기 위하여 물 500ml 당 헤어리베치 잎과 뿌리 100g씩을 정량하여 항온수조에서 37°C로 24시간, 50°C에서 24시간 동안 진탕하여 물질을 추출하였다. 이후 24시간 동안 냉장 보관하여 냉각 침전시킨 후, 5,000rpm에서 45분간 원심분리하여 상등액을 모아 4°C에서 보관하였다.

추출액에 의한 발아시험을 하기위해, 멸균된 페트리디쉬에 filter paper 2장을 깔고, 균일한 상추 종자를 50립씩 파종한 후, 30°C/25°C(주/야) 성장상에 넣어 각 농도별로 24시간 간격으로 14일간 발아율을 조사하였다. 추출액의 농도는 잎과 뿌리 추출액을 각각 100% 원액과 50% 희석액으로 조절하여 실험에 사용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 벼 유기농 재배지의 병해발생 및 방제실태 조사

1) 병해발생조사

유기농 재배지와 관행 재배지에서 벼 품종별 잎도열병의 발생 정도를 조사한 결과는 <표 1>과 같다. 6월 중순부터 7월 초순까지 조사 시에는 강화 등 5개 지역에서 잎도열병의 발생이 전혀 없었으나 장마가 끝난 후인 7월 하순에는 강화지역에서 잎도열병의 발생이 발견되기 시작하였고 농법별로는 관행농법이나 쌀겨농법보다 오리농법에서 잎도열병의 병반면적율이 높았다. 품종별로는 추청벼보다 일품벼에서 잎도열병의 병반면적율이 높았다. 따라서 벼를 오리농법으로 재배할 시에는 일품벼와 같이 도열병에 저항성이 낮은 품종을 재배할 경우에는 잎도열병에 대한 주의를 해야 할 것이며 가급적이면 추청벼와 같이 잎도열병에 저항성인 품종을 선택하는 것이 좋을 것이다.

Table 1. Disease rate of rice leaf blast at different methods in rice paddy field

| Month | Location | Disease rate (%) | | |
|----------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Duck | Rice bran | Practice |
| 16 June~6 July | Gang-Hwa etc. 5 locations | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 29 July | Gang-Hwa | Ilpum : 0.5 Chuchong : 0.2 | Ilpum : 0.2 Chuchong : 0.1 | Ilpum : 0.1 Chuchong : 0.1 |

유기농 재배지와 관행 재배지에서 벼 품종별 흰빛잎마름병의 발생 정도를 조사한 결과는 <표 2>와 같다. 7월 하순에 강화지역의 오리농법, 쌀겨농법, 관행재배지에서 흰빛잎마름병 발병율을 조사한 결과 관행재배지보다 오리농법 재배지와 쌀겨농법 재배지에서 발병율이 높았고 품종별로는 3가지 농법 재배지에서 모두 추청벼보다 일품벼가 흰빛잎마름병의 발병율이 높았다. 따라서 벼를 오리농법이나 쌀겨농법으로 재배할 시에는 일품벼와 같이 흰빛잎마름병에 저항성이 낮은 품종을 재배할 경우에는 흰빛잎마름병에 대한 주의를 해야 할 것이며 가급적이면 추청벼와 같이 저항성인 품종을 선택하는 것이 좋을 것이다.

Table 2. Disease rate of bacterial leaf blight at organic and practice rice cultivation

| Date | Location | Disease rate (%) | | |
|---------|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Duck | Rice bran | Conventional |
| 29 July | Gang-Hwa | Ilpum : 2.4 Chuchong : 1.6 | Ilpum : 2.5 Chuchong : 1.6 | Ilpum : 1.0 Chuchong : 0.6 |

유기농 재배지와 관행 재배지에서 벼 품종별 잎집무늬마름병의 발생 정도를 조사한 결과는 <표 3>과 같다. 6월 중순에서 7월 초순까지 강화 등 5개 지역에서 조사한 결과 잎집무늬마름병의 발병이 없었으나 7월 중순 강화지역에서 조사한 결과 관행재배지의 잎집무늬마름병의 발병이 오리농법이나 쌀겨농법에 비해 적었고, 유기농법 중에서 쌀겨농법보다 오리농법에서 잎집무늬마름병의 발생이 많았다. 이런 결과는 오리의 방사로 인한 토양 유기물의 증가가 잎집무늬마름병의 주요인으로 작용한 것으로 생각된다. 손 등(2001)은 오리가 논에서 잡초를 주둥이와 발을 이용하여 억제시키는 효과가 크고, 멸구류와 벼물바구미 등 해충방제 효과도 일부 인정되나 잎집무늬마름병이 가장 취약한 것으로 알려져 있어 본 연구결과와 일치하고 있다. 따라서 오리를 이용한 수도 재배시 병해 예찰이 무엇보다 중요하기 때문에 발생 예찰에 주의를 기울여야 할 것이며 적절한 예방이나 방제 자재가 없기에 대한 연구 개발이 시급하게 요구된다.

Table 3. Disease rate of sheath blight at organic and conventional rice cultivation

| Date | Location | Disease rate (%) | | |
|------------------|-----------------|------------------|-----------|--------------|
| | | Duck | Rice bran | Conventional |
| 16. June~6. July | Gang-Hwa etc. 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 29. July | Gang-Hwa | 12.0 | 7.0 | 5.1 |

2) 친환경자재의 병해방제효과

친환경자재로 이용 가능한 현미식초와 유통 친환경자재의 벼 종자소독효과를 조사한 결과는 <표 4>와 같다. 현미식초 및 일반유통 종자소독용 친환경자재와 종자소독약을 이용하여 키다리병원균에 오염된 벼씨를 종자소독하고 발아율 및 방제가를 조사한 결과 종자소독약인 베노밀과 프로크라츠의 방제가는 각각 100%와 84.2%로 양호한 반면 친환경자재인 A의 방제가는 8.7%로 거의 방제효과가 없었으며 현미식초는 1,000배 희석액에서도 88.7%

Table 4. Effect of rice seed sterilization

| Substance | Dilution rate | Treatment time(h) | No. of treatment seed(EA) | Bakanae disease | | Germinate rate (%) |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | | | | Disease rate (%) | Control value (%) | |
| Brown rice vinegar | 10 | 24 | 300 | 0.0 | 100 | 0.0 |
| | 100 | 24 | 300 | 23.7 | 76.3 | 0.0 |
| | 1000 | 24 | 300 | 11.3 | 88.7 | 70.0 |

| Substance | Dilution rate | Treatment time(h) | No. of treatment seed(EA) | Bakanae disease | | Germinate rate (%) |
|------------|---------------|-------------------|---------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | | | | Disease rate (%) | Control value (%) | |
| Benomyl | 200 | 24 | 300 | 0.0 | 100 | 72.3 |
| Control | - | - | 300 | 100 | - | 61.0 |
| A | 500 | 24 | 171 | 78.9 | 8.7 | - |
| Prochloraz | 2,000 | 24 | 169 | 13.6 | 84.2 | - |
| Control | - | - | 170 | 86.5 | - | - |

의 방제가로 우수한 방제효과를 보였고 발아율도 70%로 무처리보다 양호하였다. 현미식초 10배 희석액에서는 방제가가 아주 높았으나 발아가 전혀 안되었으며 100배 희석액에서는 발아가 전혀 되지 않으면서 다른 잡균에 의한 오염으로 인하여 방제가가 떨어지는 경향이 있었다.

친환경농자재에 의한 벼 잎도열병 방제효과 조사 결과는 <표 5>와 같다. 도열병 포자 ($9.2 \times 10^5/\text{ml} \sim 9.7 \times 10^5/\text{ml}$)를 접종하기 24시간 전과 접종한 후 24시간 뒤에 잎도열병 방제약제인 카프로파미드(15%) 액상수화제와 친환경자재인 A를 살포한 결과 균집중 24시간 후에 살포하였을 경우에는 카프로파미드(15%) 액상수화제와 친환경자재 A 모두 방제효과가 거의 없었고, 약제처리 24시간 후에 균을 접종하였을 경우에 75%의 우수한 방제효과를 나타낸 반면 친환경자재인 A는 25%의 저조한 방제효과를 보여 카프로파미드(15%) 액상수화제는 치료효과는 없었으나 예방효과가 우수한 반면 친환경자재인 A는 예방효과나 치료효과

Table 5. Control effect of rice leaf blast at different substance in 25°C incubator for 24 hrs

| Treatment method | Substance | Dilution rate | Disease rate(%) | Control value(%) | cfu |
|---|--------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| Substance treatment after 24 hours infected | A | 500 | 0.40 | 0.0 | $9.2 \times 10^5/\text{ml}$ |
| | Carpropamid 15% SC | 1,500 | 0.26 | 7.1 | |
| | Control | - | 0.28 | - | |
| Infection after 24 hours substance treated | A | 500 | 0.18 | 25.0 | $9.7 \times 10^5/\text{ml}$ |
| | Carpropamid 15% SC | 1,500 | 0.06 | 75.0 | |
| | Control | - | 0.24 | - | |
| Untreated (Control) | | - | 0.0 | - | - |

가 거의 없었다. 현재 농가에서 사용하고 있는 각종 환경자재들은 정확한 사용법이나 효과에 대한 검정이 미흡하며, 현미식초, 목초액, 키토산 등을 미생물제를 혼용하여 병해충 방제에 사용하고 있으나 직접적인 방제보다 생육상태를 강화하여 내병성을 높이는 것으로(박 등 2001)보아 자재들의 보다 과학적인 효과검정이 요구된다.

2. 벼 유기농 재배지의 잡초발생 실태 및 알레로파시 녹비작물을 이용한 잡초방제 효과 평가

1) 유기벼 재배지 잡초 발생실태 및 토양이화학성 조사

헤어리벤티치 재배구와 관행재배구의 식물상 및 건물중 조사결과는 <표 6>에서 보는바와 같다. 식물의 종수는 헤어리벤티치 재배구에서 개갓냉이 등 8종이 서식하였고 관행재배구에서는 개갓냉이 등 6종이 서식하였으며 따라서 풍부도도 헤어리벤티치 재배구에서 높게 나타났다. 그러나 건물 중은 관행방제구에서 높게 나타나 헤어리벤티치 재배에 의해서 어느 정도 잡초발생억제효과가 있었던 것으로 추정할 수 있으나 헤어리벤티치의 파종시기가 늦어 헤어리벤티치 재배구의 생산량이 일반적으로 잡초발생억제효과를 나타내기 위한 추천량이 250g/m²인데 비하여 6.152g/m²로 추천량의 1/40에 불과 하여 정확한 효과를 판단하기는 곤란하였다.

Table 6. Hairy vetch and practice cultivate of flora and dry weight in Kim-Po

| Cultivation | Hairy vetch | Conventional | Note |
|---|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| No. of weed species | Yellow cress etc. 8 species | Yellow cress etc. 6 species | 24th May |
| Diversity value | 0.67 | 0.30 | |
| Dry weight(g/m ²) | 13.447 | 14.081 | |
| Hairy vetch dry weight(g/m ²) | 6.152 | 0 | |

헤어리벤티치 재배에 의한 토양의 이화학성 조사결과는 <표 7>에서 보는바와 같다. 토양의 이화학성 조사결과도 헤어리벤티치 재배 전후 또는 관행재배구와 큰 차이가 없었다. 또한 잡초제어효과와 마찬가지로 헤어리벤티치의 파종시기가 늦어 헤어리벤티치 재배구의 생산량이 추천량의 1/40에 불과 하여 정확한 효과를 판단하기는 곤란하였다.

Table 7. Alternate soil physicochemical at cultivation of hairy vetch in Kim-Po

| Parameter | pH (1:5) | EC (dS/m) | T-N (%) | OM (g/kg) | P2O5 (mg/kg) | Exchangeable cation(cmol+/kg) | | | | |
|------------------|-------------|--------------|------------|--------------|-----------------|-------------------------------|------|------|------|------|
| | | | | | | K | Ca | Mg | Na | |
| Before treatment | 5.4 | 0.8 | 1.0 | 11.1 | 358.9 | 0.30 | 3.50 | 0.23 | 1.02 | |
| After treatment | Hairy vetch | 5.1 | 0.9 | 1.0 | 10.0 | 451.8 | 0.31 | 3.36 | 0.22 | 1.05 |
| | Control | 5.3 | 0.9 | 1.1 | 12.7 | 461.7 | 0.28 | 2.95 | 0.22 | 0.88 |

2) 헤어리벤티 추출물질의 종자발아억제 효과 조사

헤어리벤티 추출물질에 의한 상추종자의 발아억제효과 조사 결과는 <그림 1>에서 보는 바와 같다. 헤어리벤티 추출물질에 의한 알레로파시 효과를 검정하기 위해 상추 종자를 대상으로 발아시험을 진행한 결과, 헤어리벤티 잎과 뿌리 추출물은 상추 종자의 발아를 완전히 억제하여 고도의 알레로파시 효과가 인정되었다. 추출물의 농도를 50%로 조절하여 실험한 결과, 잎 1/2 추출물은 완전 억제가 이루어진 것에 비하여, 뿌리 1/2 추출물은 69%의 억제 효과가 인정되었는데, 이는 뿌리보다 잎에 더 많은 억제물질이 존재하는 것으로 판단되며 이는 뿌리보다는 잎에 더 많은 알레로파시 물질이 존재한다는 기존 연구 결과와 동일한 경향을 보였다.

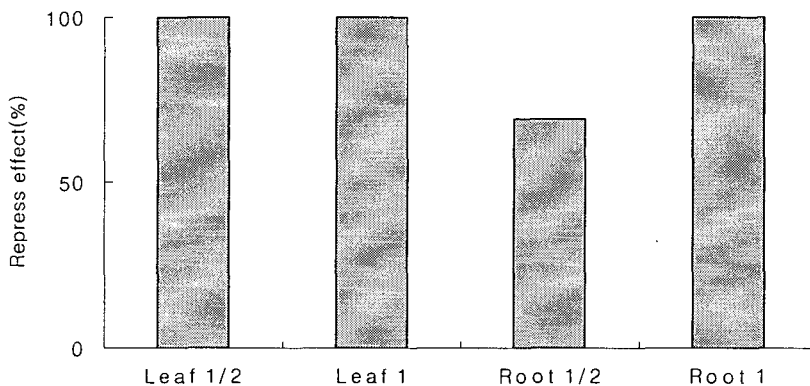


Fig. 1. Extract materials effects on lettuce seed on germination repress in greenhouse condition

IV. 적 요

우리나라 벼 유기농업 실천농가의 가장 큰 애로사항은 알려져 있는 병해 및 잡초 제어기술을 정립하기 위하여 강화 등 5개 지역의 벼 유기농재배지와 관행재배지에서 병해충의 발생 실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 병해 발생조사결과 도열병은 관행재배지보다 오리농법 재배지에서 발병이 많았고 품종별로는 추청벼 보다 일품벼에서 발병이 많았으며, 잎집무늬마름병은 오리농법과 쌀겨농법재배지에서 발병이 많았고 품종별로는 추청벼 보다 일품벼에서 발병이 많았으며, 문고병도 관행재배지보다 오리농법과 쌀겨농법에서 발병이 많은 경향이였다.
2. 친환경 자재의 벼 종자소독 효과시험 결과 현미식초 1,000배액이 키다리병 방제에 효과가 있었으며 발아율도 양호하였고, 시중에 종자소독용으로 유통되고 있는 친환경자재의 도열병에 대한 예방 및 치료효과는 미미하였다.
3. 헤어리벤티치 재배구의 헤어리벤티치 건물 중이 이앙시기에 추천량의 1/40에 불과하여 헤어리벤티치 재배에 의한 토양물리성의 변화는 없었다.
4. 헤어리벤티치 잎과 뿌리의 추출물질은 상추종자의 발아 억제효과를 보였다.

[논문접수일 : 2005. 6. 10. 최종논문접수일 : 2005. 9. 12.]

참 고 문 헌

1. 김광은·최재명. 1994. 벼 자연의 실제. 도서출판 서원.
2. 김양순·김정만. 1995. 벼 논 오리 방사가 쌀 수량 및 품질에 미치는 경향. 한작지. 40: 467-541.
3. 김 호. 1993. 유기농사물의 생산 및 소비실태와 유통계열화에 관한 연구. 고려대학교. 박사학위논문.
4. 김희동·박중수·방관호·조영철·박경렬·권규철, 노영덕. 1994. 벼 논 오리 사육방법에 따른 벼 생육 및 수량 반응. 한작지 39: 339-347.
5. 김희동. 1998. 우렁이 방사에 의한 논잡초 방제효과. 한국유기농업학회. 1998년 상반기 심포지엄. pp. 83-90.
6. 문영훈·오동훈·최정식·나종성·한성수. 1998. 벼 재배 시 유기농업 활용자재의 특성 및 효과. 한국환경농학회지 17: 319-323.
7. 박주섭·이상용·강충관. 2001. 친환경농업기술을 이용한 벼 재배의 기술체계 및 경제성.

한국유기농업학회지 9(2): 69-82.

8. 손상목·임경수·김영호. 2001. 오리제초 수도작의 벼 수량, 경제성 및 환경친화성 평가. 한국유기농학회지 9(3): 45-70.
9. 정순재·박홍식·오규성·최성관·최봉출. 1999. 우렁이의 섭식 생태 및 논 잡초 방제효과에 관한 연구. 한국유기농업학회지. 7(2): 169-178.
10. 정순재. 1999. 왕우렁이(*Ampullarius insularus*)의 섭식, 생태 및 논 잡초 방제효과에 관한 연구. 한국유기농업학회지 7: 169-176.
11. 최정식·문영훈·한수곤·김갑철·엄미정·문병영. 1999. 수도에 대한 환경농업 농가실증 실험. 전북기술원 농사시험연구보고. 383-396.
12. Leeson, S., J. D. Summers and J. Proulx. 1982. Production and Carcass characteristics of the duck. *Polutry Sci.* 61: 2456-2464.