

마늘 추출액과 솔잎 가루를 이용한 크라프트지의 쌀벌레 방제 효과

신태기 · 김철환[†] · 김경윤 · 정호경 · 허정수
(2007년 5월 11일 접수: 2007년 8월 24일 채택)

Extermination of Rice Weevils of Kraft Paper Containing Garlic Extractives and Pine Leaf Powder

Tae-Gi Sin, Chul-Hwan Kim[†], Gyeong-Yun Kim, Ho-Gyeong Jung, and Jeong-Soo Huh
(Received May 11, 2007; Accepted August 24, 2007)

ABSTRACT

This study developed rice packaging paper with exterminating performance against rice weevils such as *Tenebroides mauritanicus* and *Sitophilus oryzae*. The exterminating performance of packaging paper was given by treatment of garlic extractives and pine-leaf powder, respectively. For the exterminating test, rice weevils were put in petri dish containing non-treated packaging paper and functional packaging paper for twenty days. Right after being put in the petri dish, the rice weevils moved fast toward the area in the non-treated paper escaping from that in the functional paper. The lethality of the rice weevils on the functional paper reached over 50 per cent. The physical properties of the functional packaging paper were rarely changed in spite of treatment of the exterminating agents.

Keywords : rice weevils, rice packaging paper, exterminating performance, garlic extractives, pine-leaf powder

1. 서론

오늘날 국제 쌀 생산량은 연평균 3%씩 증가하고 있고, 2006년도 생산량은 약 4억1천6백만 톤에 달하였다. 그리고 세계적으로 인구 및 소득 증가에 따른 쌀 소비량

역시 매년 증가추세에 있는데 지난 30년 동안 연평균 2.9%씩 증가하고 있다.¹⁾ 따라서 쌀 생산량 및 소비량의 증가에 힘입어 쌀을 포장하기 위한 용지의 수요 또한 쌀 생산량 및 소비량의 증가와 함께 지속적으로 증가할 것으로 예상 되고 있다.

• 경상대학교 임산공학과/농업생명과학연구원(Dept. of Forest Sciences/IALS, Gyeongsang National Univ., Jinju, 660-701, Korea)
[†] 주저자(Corresponding author) : E-mail: jameskim@gnu.ac.kr

그러나 현재 우리나라의 경우 소득의 증대에 따라 서구식 식생활이 일반화됨에 따라 쌀 소비량이 오히려 감소하는 추세에 있고,²⁾ 계속된 풍작과 쌀 수입의 증가 등으로 인하여 쌀 재배면적은 줄었지만 1999년도부터 지금까지 재고량은 적정수준을 넘어서고 있다.³⁾ 이로 인하여 누중된 재고의 보관 및 관리를 위한 재고 비용이 늘어나고 있고 보관 중 습기나 균, 벌레 등과 같이 쌀의 품질을 떨어뜨리는 여러 가지 요인들에 의해 쌀의 판매 가격은 떨어지게 되는데, 특히 고온 다습한 환경에 노출 되었을 때 발생하는 쌀바구미(*Sitophilus oryzae*), 쌀도적(*Tenebroides mauritanicus*), 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*)과 같은 해충의 증식은 저장미의 수분 함량을 높이며⁴⁾ 곰팡이와 세균의 성장을 유도하여 미질(米質)을 떨어지게 한다.^{5,6)} 또한 육안으로 쉽게 식별이 되기 때문에 보관 중인 쌀에 대한 심리적 거부감을 높여 쌀을 폐기하는 경우도 종종 있어서 재고의 보관 및 관리비용의 상승과 판매 가격을 하락시켜 쌀 생산자들의 이익을 감소시키는 요인이 된다. 따라서 적절히 조절된 온·습도 조건 하에서 쌀을 보관하는 것이 쌀벌레 방제할 수 있는 최상의 방법이지만 쌀벌레 발생을 방지하기 위하여 너무 건조한 조건(수분 9% 이하) 하에서 쌀을 보관하게 되면 쌀 자체의 수분 함량이 지나치게 감소하여 밥맛이 떨어지는 원인이 된다.⁷⁾ 따라서 쌀벌레를 방제하기 위해서는 온·습도가 제어된 조건 하에서 쌀을 보관하는 것이 중요하지만 일반 가정집에서는 그러한 조건을 조절하기 어렵기 때문에 쌀벌레가 쉽게 서식할 수 환경에 노출되게 된다.

일반 가정에서 쌀을 보관하는 동안 해충이 발생 및 서식하는 것을 방지하기 위해서 온·습도를 조절할 수 있는 전자식 쌀통을 사용하기도 하지만 이러한 방법은 이차적인 접근 방법이기 때문에 일차적인 접근 방법의 적용이 필요하다. 그것은 쌀을 포장하는 크라프트 지대 용지에 쌀벌레를 방제할 수 있는 기능성 제재를 처리하는 것이다. 보통 쌀을 포장하는데 사용되는 포장재는

약 0.1 mm 두께의 삼겹 크라프트지가 많이 사용되는데 이는 공기 유통이 잘되므로 주변의 온도와 습도에 영향을 받기 쉬운 단점이 있으나 수분함량이 높은 쌀의 경우 외부기온에 의해 쌀알로부터 증발되어 발생하는 수분을 흡수하여 발산하는 작용이 있어서 급격한 습도변화에 대한 완충작용을 할 수 있다. 두 번째로 많이 사용되는 PE 포장(두께 약 0.05 mm)은 공기투과력이 약하여 수분함량이 낮은 쌀의 경우 외부로부터 수분의 침투를 차단하는 장점이 있으나, 쌀 자체가 수분이 높을 경우에는 하절기중 고온에 의해 쌀로부터 증발되어 발생하는 수분을 밖으로 배출시키지 못하고 비닐 내부면에 응축수를 형성함으로써 오히려 쌀의 저장성을 크게 떨어뜨린다.⁸⁾ 따라서 비닐포장의 경우 쌀 포장 후 일정크기의 구멍을 뚫어 준다. 진공포장지는 공기투과가 되지 않으므로 15℃이하의 저장에서 유리하나 쌀 내부의 수분 함량이 높고 온도가 높을 경우 PE 포장에서와 같이 변질 가능성이 높다.

이러한 포장재들 중에서 크라프트지로 제조된 포장지에 쌀벌레를 방제할 수 있는 기능성 제재의 처리가 가장 용이할 것으로 판단하여 크라프트지 제조 단계에서 방충 성분이 함유되어 있는 마늘 추출액과 솔잎 가루를 적용하여 쌀벌레의 발생 및 서식을 차단할 수 있는 기능성 포장지를 제조하였다. 마늘의 대표적인 성분 중에 매운 맛을 내는 알리신(allicin)은 마늘을 마쇄하였을 때 생성되는 알린(allin)이 알리나제(alliinase)에 의해 분해되어 생성되는데 실온에서 에탄올에 녹으며, 공기 중의 산소와 결합하면 자극성의 다른 30여종의 유황화합물로 변한다(Fig. 1 참조).^{9,10)} 이러한 알리신 성분은 매우 강한 살균력을 발현한다.^{11,12)} 솔잎에는 불포화 탄화수소인 테르펜(terpene) 성분이 7-12%까지 함유되어 있는데 이들 성분 중 특히 두 개의 이소프렌으로 이루어진 화합물인 모노테르펜계(monoterpenoids)는 살충성, 기피성, 살선충성 및 먹이기피성(antifeedant) 물질로 연구가 많이 되고 있으며¹³⁾ 항균 및 살균 작용을 하

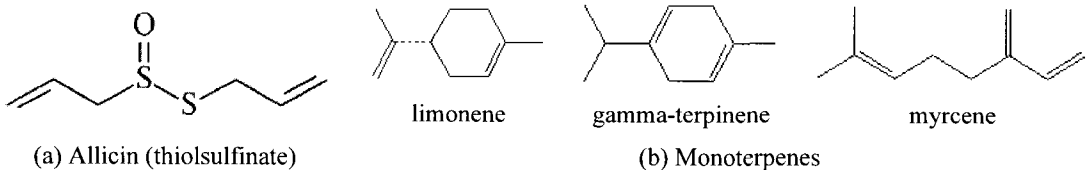


Fig. 1. Structure of (a) Allicin and (b) monoterpenes.^{10,13)}

는 것으로도 알려져 있다 (Fig.1 참조).^{14,15)} 지금도 일부에서는 마늘과 솔잎이 갖는 고유 특성들을 이용하여 쌀독이나 쌀이 들어 있는 보관 통에 마늘과 솔잎 등을 넣어 쌀벌레 발생을 방지하고 있다. 본 연구에서도 크라프트 지대 원지에 마늘 추출액과 솔잎 분말을 직접 처리하여 이들 원지가 갖는 쌀벌레 방제 효과를 확인하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

쌀벌레 방제용 제재의 원료로 사용된 마늘(*Allium sativum* L.)은 시중에 유통되는 남해산 마늘이 사용되었고 솔잎은 경상대학교 덕산(지리산) 학술림에서 채취한 소나무(*Pinus densiflora*) 솔잎을 사용하였다. 쌀 포장용 포장원지 제조를 위해 미표백 크라프트 펄프를 350 mL CSF까지 고해한 후 실험실용 수초지기를 이용하여 초지하였고, 초지된 포장원지의 평량은 80 g/m² 이었다.

2.2 기능성 포장지의 제조

마늘 추출액은 식품용 믹서기에서 마늘을 분쇄한 후 No.2 여과지를 통하여 고형분을 걸러내고 액상의 마늘 성분만을 수거하여 포장용지 제조에 이용하였다. 마늘 추출액은 Table 1에 나타난 비율로 증류수와 혼합한 후 분무기를 이용하여 쌀지대용 포장원지(25×25 cm) 상에 5 g씩 분무하였다. 최종적으로 마늘 추출액이 분무된 포장용지는 105±3 °C의 드럼 건조기를 통과시켜 건조하였다.

솔잎 분말은 소나무의 솔잎을 채취하여 동결 건조기에서 동결 건조시킨 후 분쇄기를 이용하여 분말 상태로 제조하였다. 분쇄된 솔잎 분말은 100 mesh 스크린을 통과시켜 균일한 입자 크기의 분말만을 수거하

여 포장용지 제조에 이용하였다. 이들 분말은 cationic polyacrylamide 0.02%와 함께 Table 1의 조건으로 지료 현탁액에 첨가한 후 800 rpm의 속도로 균일하게 분산시킨 후 수초지기를 이용하여 포장원지를 제조하였다. 솔잎 분말이 처리된 포장원지 상에는 쌀벌레 방제 효과의 극대화를 위해서 마늘 추출액을 5 g 분무하여 건조시킨 후 쌀벌레 방제 성능을 시험하였다.

2.3 기능성 포장원지의 구성

쌀 포장용 지대는 보통 미표백 크라프트지로 제조된 세 층의 종이로 구성되어 있다. 특히 내지의 경우는 포장되는 쌀과 직접 접촉이 되기 때문에 쌀의 변성을 초래하거나 사람의 미각 혹은 후각에 영향을 미쳐서는 안 된다. 따라서 본 연구에서도 개발한 쌀벌레 방제용 기능성 포장용지도 전체 세 층의 크라프트지 중에서 중앙에 위치한 용지의 역할을 대신하거나 별도로 매우 얇은 박엽지(tissue paper, 평량 20 g/m²)를 외지와 내지 사이에 끼워 넣는 방법을 사용하였다 (Fig. 2 참조). 이는 마늘 추출액에서 발산되는 sulfide 계통의 알리신(allicin) 성분이 사람의 후각 및 시각을 자극할 우려가 있기 때문에 sulfide 계통의 성분이 미질이나 사람의 후각에 영향을 미치는 정도를 최소화하기 위한 방법이다.

2.3 쌀벌레

제조된 포장원지의 쌀벌레 방제 성능을 시험하기 위해서 사용된 쌀벌레는 쌀바구미(*Sitophilus oryzae*)와 쌀도적(*Tenebroides mauritanicus*)을 선정하였다. 쌀바구미는 콩류와 같이 지방이 많은 곡물에는 생기지 않고, 쌀, 보리 등과 같이 탄수화물 함량이 높은 곡물에 주로 생긴다. 쌀바구미는 모든 곡류에 심한 피해를 주는 크기가 3 mm 정도 되는 갈색 또는 검은색 딱정벌레이다. 여름에는 1개월 내에 알에서 성충으로 발육하며, 성충은 비산 능력이 가지고 있으며, 창고에서 농장으로 이동하여 가해를 하다가 수확할 때 다시 창고로 잠입하

Table 1. Application ratio of galic juice and pine needle powder

	Application ratio (%)					
Galic juice conc. (%) ¹⁾	0	5	10	20	40	100
Coated weight (g/m ²)	(0)	(4)	(8)	(16)	(32)	(80)
Pine needle powder (%) ²⁾	0	2	4	6	8	

¹⁾ Volume percent (v/v) mixed with distilled water and garlic juice. ²⁾ based on oven-dried weight of pulp fibers.

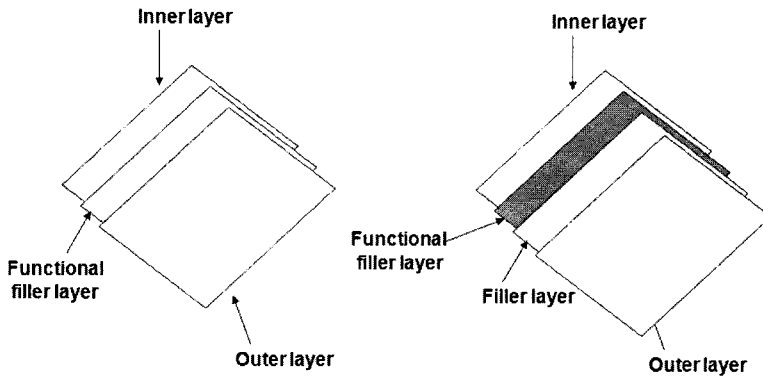


Fig. 2. Design of packaging paper for rice treated with garlic extractives and pine needle powder.

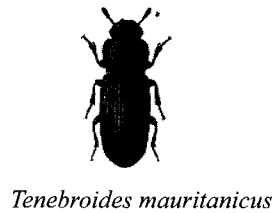


Fig. 3. Rice vermin used for the extermination test of functional rice-packing paper.

여 피해를 준다. 바구미는 수확기에 침입하여 월동 후 다음 세대를 기다리는데, 난방 시설이 잘된 저장 공간에서는 간혹 겨울에도 발견되기도 한다. 현미와 백미를 포장해서 둘 때 현미에서 훨씬 많이 발생한다.¹⁶⁾ 그리고 쌀도적은 잡식으로 성충의 몸길이가 6-11 mm 정도이고 긴 타원형이며 납작하고 가는 몸은 광택이 있는 암갈색 혹은 흑갈색 계통이다. 쌀도적은 연 1회 발생하고 성충 또는 유충으로 월동하며 암컷은 수개월 내지 1년에 한 번씩 곡류에 500-1,000 개의 알을 덩어리로 낳는다.

성충과 유충이 저장 곡물 및 그 가공품을 가해하며 성충은 쌀바구미나 그 밖의 곤충을 잡아먹기도 한다.¹⁷⁾

2.5 방제 성능 실험

방제 성능 시험을 위해 사용된 방법은 Fig. 4와 같다. 페트리 디시(petri dish)에 쌀벌레 방제용 제재가 처리된 것과 처리되지 않은 포장용지를 반씩 잘라 넣고, 그 위에 미세하게 분쇄시킨 쌀가루를 올려놓았다. 이 페트리 디시 안에 쌀바구미나 쌀도적을 20마리 넣어두고,

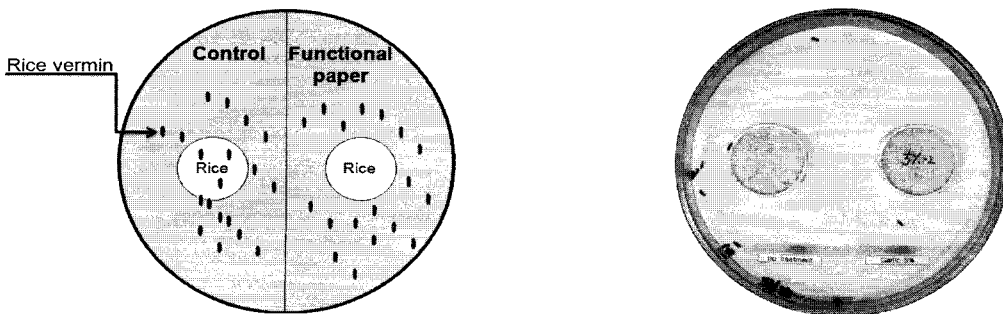


Fig. 4. Petri Dish for the extermination test of rice vermin.

25±5°C의 조건에서 20일 동안 방치한 후 쌀벌레의 거동을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 포장원지의 쌀벌레 방제 성능

포장원지의 쌀벌레 방제 성능에 대한 실험 결과를 Figs. 5-9에 나타내었다. 이는 동일한 처리 조건에 대하여 쌀도적과 쌀바구미에 대한 방제 효과 실험을 동시에

실시한 결과이다.

Fig. 5와 Fig. 6은 일반 쌀 포장지대용 원지와 솔잎 분말과 마늘 추출액을 각각 처리한 종이에 놓여진 쌀도적(좌)과 쌀바구미(우)의 거동을 하루가 경과한 후 관찰한 결과이다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 대부분의 쌀도적은 마늘 추출액의 농도와 관계없이 매우 강한 거부 반응을 나타내어 무처리 포장원지 쪽에서 발견되었다. 그러나 쌀바구미는 상당수가 무처리 포장원지 쪽에서 발견되었지만 일부는 마늘 추출액이 처리된 포장원지 쪽에서도 발견되었다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 솔잎 분

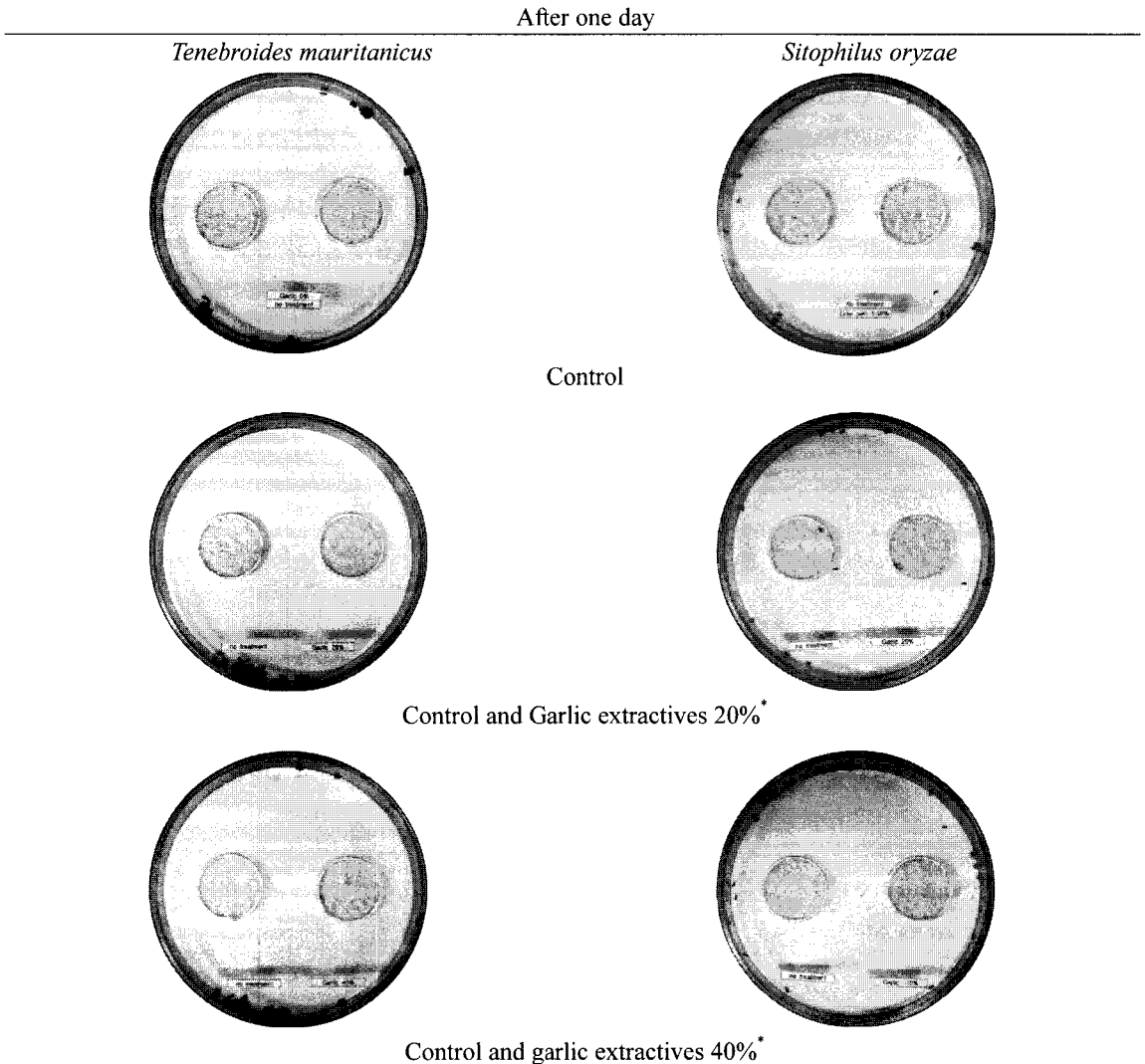


Fig. 5. Exterminating effect of packaging paper treated with garlic extractives on rice vermin after one day (*: concentration of garlic extractives).

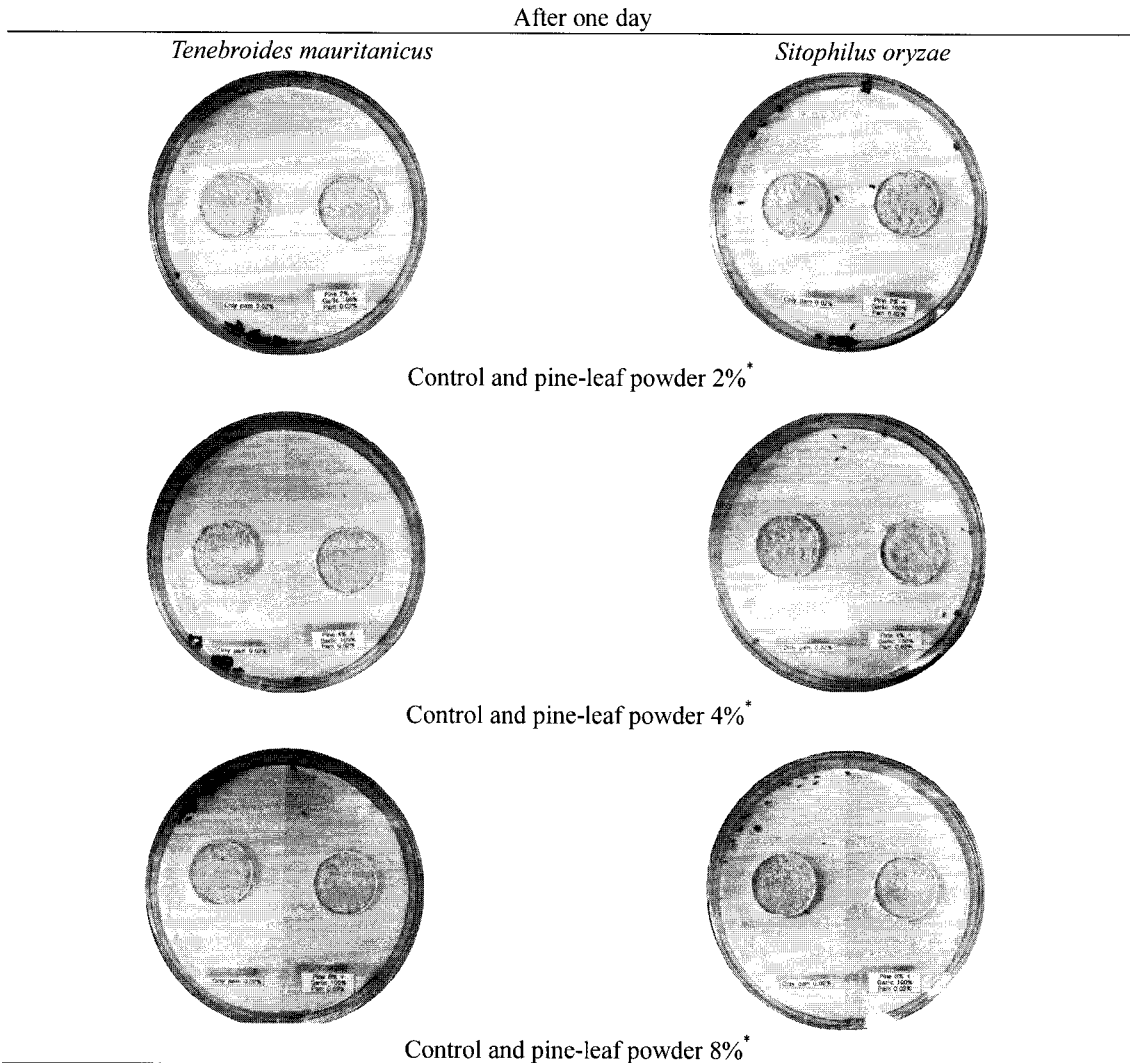


Fig. 6. Exterminating effect of packaging paper treated with pine-leaf powder and diluted garlic extractives on rice vermin after one day (*: based on OD pulp fibers weight).

말과 5 g의 마늘 추출액 희석액이 동시에 처리된 포장 용지에 방치된 쌀도적과 쌀바구미들은 1일이 지나면서 급격한 행동 이상을 나타내기 시작하여 활동성이 급격히 줄어들었다. 쌀벌레들은 마늘 추출액과 솔잎 분말이 처리된 포장원지가 들어 있는 페트리 디시 내부로 투여되자마자 무처리 포장용지 쪽으로 무리를 지어 빠르게 이동하면서 방제 제재가 처리된 포장용지를 기피하는 매우 강한 경향을 나타내었다. 특히 쌀바구미에 비하여 쌀도적이 마늘추출액이나 솔잎 분말과 마늘 추출액이 처리된 포장용지에 대하여 더욱 더 민감한 반응을

나타내었고, 쌀바구미는 운동 능력이 다소 상실되기는 하였지만 이들 중 일부가 방제제재가 처리된 포장원지에서도 발견되었다. 그러나 일정 시간이 지나면서 마늘 추출액이나 솔잎 분말의 방제 효과를 피하기 위하여 쌀벌레들이 무처리구 상에 놓아둔 쌀가루 안으로 파고들어가면서 방제 제재가 처리된 포장원지를 기피하려는 강한 경향을 나타내어 페트리 디시에서 발견되는 쌀벌레들의 숫자가 급격히 줄어들기 시작하였다. 특히 Fig. 5에서 보는 바와 같이 솔잎 분말이 펄프의 전진 중량에 대하여 8%가 첨가되었을 때 쌀바구미가 거의 발견되

지 않은 것으로 보아 쌀바구미에 대한 방제 능력은 마늘 추출액의 알리신 성분이 주는 단독 효과에 비하여 솔잎 분말이 방출하는 테르펜 성분과 마늘의 알리신 성분이 동시에 처리되었을 때 쌀바구미에 대해 더 강한 방제 성능을 보이는 것으로 알 수 있었다.

Fig. 7은 마늘 추출액이 처리된 포장원지와 무처리 포장원지에 놓여진 쌀도적과 쌀바구미를 20일이 경과한 후에 관찰한 사진들을 보여준다. 무처리지의 경우 쌀도적이나 쌀바구미 모두 쌀가루 속으로 파고들어 포장원지 위에서 돌아다니는 것은 일부에 불과하였다.

즉, 무처리지가 놓여진 시험구에서는 20일이 경과한 후에도 쌀도적과 쌀바구미 모두 페트리 디시의 전 영역에서 활동함으로써 무처리지는 해충의 운동 능력 감소에 전혀 영향을 미치지 못함을 의미한다. 농도 20%인 마늘 추출액을 처리한 포장원지에서는 쌀도적이 거의 발견되지 않았고 무처리지에서만 발견되었다. 농도 40%인 마늘 추출액을 처리한 포장원지에서는 활동성을 잃어버린 쌀도적 두 마리만 발견되었고, 대부분의 쌀도적은 무처리 포장원지에 놓여진 쌀가루 속으로 모두 숨어 버렸다. 쌀바구미도 농도 20%인 마늘 추출액

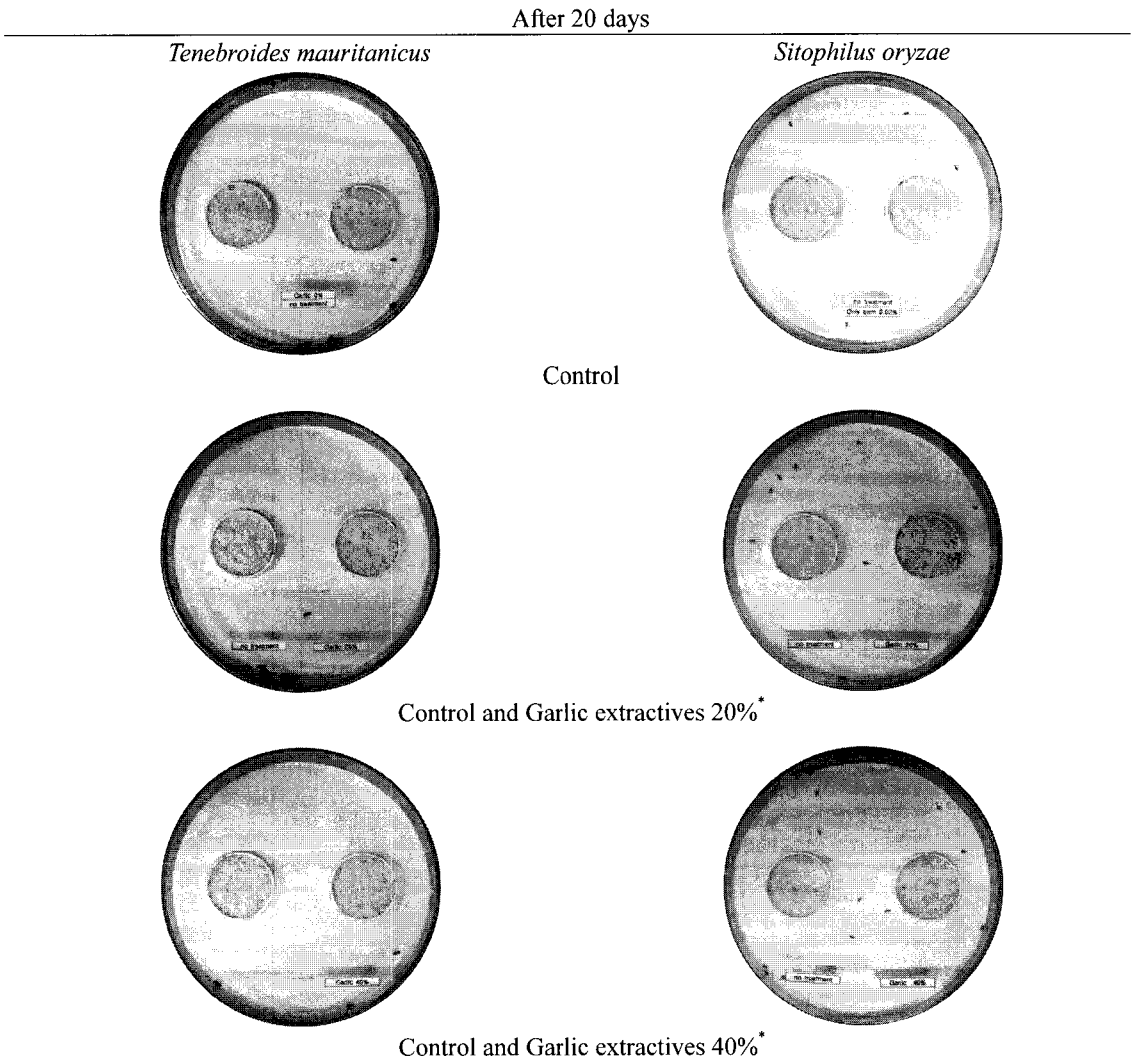


Fig. 7. Exterminating effect of packaging paper treated with garlic extractives on rice vermin after twenty days (*: concentration of garlic extractives).

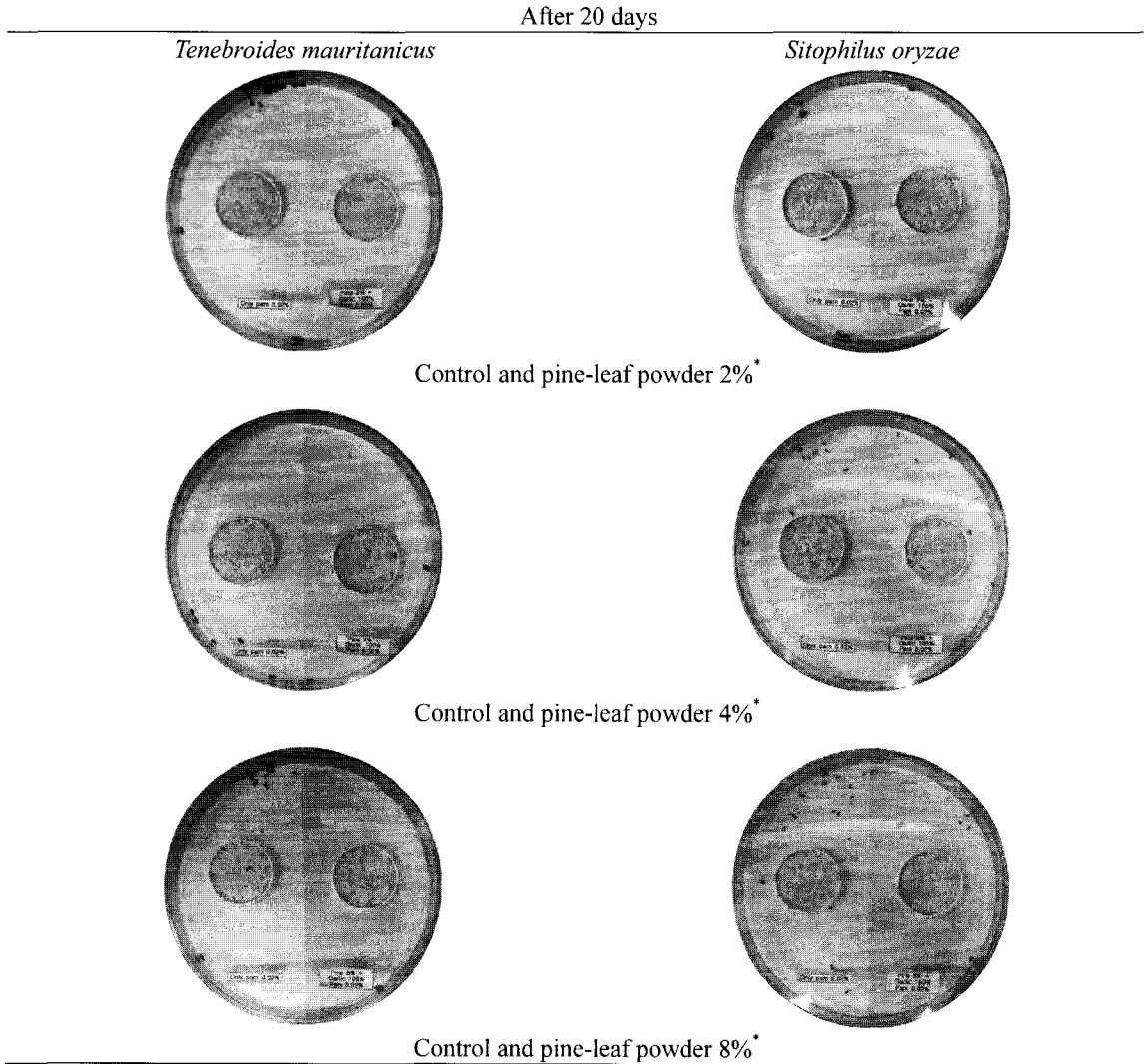


Fig. 8. Exterminating effect of packaging paper treated with pine-leaf powder and diluted garlic extractives on rice vermin after twenty days (*: based on OD pulp fibers weight).

이 처리된 포장원지 상에는 죽은 상태의 벌레 두 마리만 발견되었고, 나머지 쌀바구미는 무처리 포장원지 상에 놓여진 쌀가루 속이나 그 주변에서 발견되었다. 농도 40%인 마늘 추출액이 처리된 포장원지에서도 네 마리의 죽은 쌀바구미가 발견되었고, 나머지는 무처리 포장원지 쪽에서 관찰되었다.

Fig. 8은 솔잎 분말과 5g의 마늘 추출액 희석액이 첨가된 포장원지와 무처리 포장원지에 놓여진 쌀도적과 쌀바구미를 20일이 경과한 후에 관찰한 사진들을 보여 준다. 무처리 포장원지 쪽에서는 쌀도적과 쌀바구미의

활동성이 매우 좋아 페트리 디시 내부에서 자유롭게 활동할 뿐만 아니라 쌀가루 내부로 파고들어가 있는 것들을 관찰할 수 있었다. 그러나 솔잎 분말 2%와 마늘 추출 희석액 5g이 동시 처리된 포장원지 쪽에서는 한두 마리 정도의 쌀도적과 쌀바구미만 발견되었을 뿐 쌀가루 내부나 쌀가루가 처리된 포장원지 쪽에서는 이들 해충이 발견되지 않았다. 마늘 추출액과 함께 솔잎 분말이 4%와 8%가 첨가된 포장원지에서는 쌀도적이 더 민감한 반응을 나타내어 대부분이 무처리 포장원지에 있는 쌀가루 내부나 무처리 포장원지 쪽에서 발견되었다. 쌀

바구미는 솔잎 분말이 방출하는 테르펜 향과 마늘 추출액의 알리신 성분에 지속적으로 노출되어 20일이 경과한 시점에서 솔잎 분말이 첨가된 포장원지 상에서 일부 죽은 상태로 발견되었다.

마늘 추출액과 솔잎 분말을 각각 처리한 포장용지의 효능 비교에서는 솔잎 분말과 마늘 추출액을 동시에 처리한 포장용지의 쌀벌레 방제 효과가 훨씬 큰 것을 발견할 수 있었다. 이는 솔잎 분말이 갖는 테르펜과 마늘 추출액 중에 함유된 *allicin*의 효과가 동시에 나타내면서 방제 효능을 더욱 극대화한 것으로 추정된다. 이는 쌀 바구미의 치사율에서도 쉽게 알 수 있는데 솔잎 분말이 4% 처리된 포장용지에 있는 쌀바구미가 5일이 경과하면서 쌀바구미의 행동반경이 급속히 줄어들었고, 8일이 경과하면서 약 50% 이상의 쌀바구미가 죽는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 쌀바구미에 비하여 쌀도적은 생존율이 높아 20일이 지난 후에도 0.5% 이하만이 죽고 나머지는 살아 있었지만, 생존한 대부분의 쌀도적은 미처리 포장용지 쪽에만 분포해 있었다.

결론적으로 마늘 추출액과 솔잎 분말을 사용하여 제조한 포장용지의 효능 시험에서 솔잎 분말과 마늘 추출액을 함께 처리한 포장원지가 훨씬 우수한 방제 효과를 나타내었고, 쌀의 장기 보관 시 쌀바구미의 경우 50% 이상의 치사율을 나타낼 정도로 우수한 방제 효과를 나타내었다. 따라서 본 연구를 통하여 개발된 기능성 포장용지를 이용하여 쌀을 포장하면 쌀의 품질에 영향을 미칠 수 있는 해충의 발생을 원천적으로 차단시킬 뿐만 아니라 외부에서 쌀포장지 내부로 유입된 해충의 생육도 방해하여 수확 및 도정된 쌀의 원천적 품질을 유지하

는데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대되었다.

3.2 쌀벌레 방제용 포장원지의 물성

쌀벌레 방제용 제재의 처리로 인하여 포장용지의 물리적 성질이 저하된다면 포장된 쌀의 저장 및 유통 과정에서 치명적 손실을 입게 된다. 따라서 외부적 처리로 인하여 포장용지의 물리적 성질에 어떠한 변화가 일어나는지를 알아볼 필요가 있다.

Table 2는 마늘 추출액과 솔잎 분말을 처리한 포장원지의 물성 변화를 보여준다. 표에서 보는 바와 같이 마늘 추출액을 처리한 포장용지의 경우에는 강성을 제외하고는 마늘 추출액의 농도가 증가하면서 인장강도, 인열강도, 파열강도 모두 거의 변화가 없거나 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 따라서 마늘 추출액의 처리가 포장지의 물리적 성질 감소에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

또한 솔잎 분말과 마늘 추출액을 동시에 처리한 포장원지의 경우에는 솔잎 분말의 양을 증가시키에 따라 인열강도는 다소 감소하는 경향을 보였지만, 인장강도, 파열강도 및 강성은 큰 변화를 보이지 않거나 조금 증가하였다. 그러나 인열강도의 경우 감소의 폭이 그렇게 크지 않았기 때문에 솔잎 분말의 첨가가 포장용지의 물리적 성질에 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다.

4. 결론

마늘에서 추출한 추출액과 솔잎 분말을 이용하여 쌀

Table 2. Physical properties of rice packaging paper treated with garlic extractives and pine-leaf powder

		Conc. (%) ¹⁾	0	5	10	20	40	100
Garlic extractives	Stiffness (mN)		688.20	843.60	614.20	577.20	562.40	555.00
	Tensile Index(Nm/g)		34.02	45.98	33.93	41.71	41.83	38.52
	Burst Index(kPa · m ² /g)		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	Tear Index(mN · m ² /g)		1040.81	1056.50	1040.81	1040.81	1066.96	1155.88
		Addition ratio (%) ²⁾	0	2	4	6	8	-
Pine-leaf powder	Stiffness (mN)		695.6	873.20	806.60	902.80	907.20	
	Tensile Index(Nm/g)		31.80	29.80	33.20	35.20	32.60	
	Burst Index(kPa · m ² /g)		0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	
	Tear Index(mN · m ² /g)		957.13	993.74	883.91	894.37	883.91	

¹⁾ Concentration of garlic extractives (v/v) ²⁾ Based on OD pulp weight

벌레 방제용 포장원지를 만들었고, 포장용지의 쌀벌레 방제 성능을 시험하기 위해 페트리디시에 쌀벌레 방제용 제제가 처리된 것과 처리되지 않은 포장용지를 넣고 쌀도적과 쌀바구미를 넣어 25±5℃의 조건에서 20일 동안 방치한 후 쌀벌레의 거동을 관찰하였다. 무처리구의 경우 20일이 경과한 후에도 쌀벌레들의 활동에 이상 없었다. 그러나 마늘 추출액이나 솔잎분말을 처리한 포장용지에서는 포장원지로부터 벗어나 무처리 포장용지 쪽으로 이동하려는 행동을 보였고, 마늘 추출액이나 솔잎 분말의 방제 효과를 피하기 위하여 쌀벌레들이 무처리구상에 놓아둔 쌀가루 안으로 숨는 모습이 관찰되어 페트리디시에서 발견되는 해충의 숫자가 급격히 줄어들기 시작했다. 특히 마늘 추출액과 솔잎 분말을 함께 사용하여 제조한 포장원지에서는 쌀바구미의 경우 50% 이상의 치사율을 나타내는 우수한 방제 효과를 가지적으로 확인 할 수 있었다. 또한 포장용지의 물성에 있어서 마늘 추출액을 첨가한 포장원지와 솔잎 분말을 첨가한 포장원지의 모두 강도에 있어서 변화가 나타났지만 포장용지로 사용하는데 필요한 인열, 인장, 파열강도 등의 물리적 성질에 부정적인 영향은 미치지 않는 것으로 나타났다.

인용문헌

1. 한국농촌경제연구원, 농업관측.쌀, 2007년 봄: 1-12 (2007).
2. Kim, B. H., Lee, J-W., and Lee, H. S., Food and Nutrient Consumption Patterns of the Korean Adult Population by Income Level-2001 National Health and Nutrition Survey, Korean J Community Nutrition, 10(6):952-962 (2005).
3. 김명환, 농업전망 2007(II), 한국농촌경제연구원, pp.461 ~ 481.
4. Kim, Y. B., and Yu, M. I., Activities of Molds and Insects during Rice Storage, J. Korean Agricultural Chemical Society 25(4):252-256 (1982).
5. Choi, H. S., and Kim, K. J., Kim, S. G., An Investigation of Insect Pest and Maximum Occurrence Period of Key Pest Insect on Stored Rice Grains, Korean Jr. Entomol. 27(2):117-124 (1988).
6. Hyun, J. S. and Ryu M. I., A study on the effects of the storage molds on the biology of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L., Korean Jr. Plant Prot. 13:71 (1974).
7. 최윤희, 정응기, 정진일, 김덕수, 김선림, 김정태, 이춘기, 손종록, 정조 함수울 및 저장온도에 따른 쌀 품질 특성변화, 한국작물학회지 51(1):12-20 (2006).
8. 윤두현, 김의웅, 김훈, 백도 및 포장조건별 쌀의 저장 중 품질 특성, 한국식품저장유통학회지 14(1):18-23 (2007).
9. Josling, P., The complete garlic handbook, Carnell plc., London, Great Britain (1994).
10. Block, E., The chemistry of garlic and onions. Sci. Am., 252, 94-99 (1985).
11. Kwon, S. K., Organosulfur Compounds from *Allium sativum* and physiological activities, Jr. of Appl. Pharm., 11(1):8-32 (2003).
12. Byun, P. H., Kim, W. J., and Yoon, S. K., Effects of Extraction Conditions on the functional Properties of Garlic Extracts, Korean J. Food SCI Technol. 33(5):507-513 (2001).
13. Kyung, S. H., Lee, Y. K. and Song, C., Insecticidal Activity of Some Monoterpenoids, J. Korean Soc Agric Chem Biotechnol, 45(1):37-41 (2002).
14. Sung, K. C., Characteristic and Analysis of Natural Pine-Needles Extract, Journal of The Korean Oil Chemists Society, 21(4):320-326 (2004).
15. Oh, S. R., Studies on the Physiological Functionally of Pine-needles and Mugwort Extracts, Korean Jr. Food Sci. Technol. 27(6):978 (1985).
16. 류문일, 조기종, 백미에서의 쌀바구미 개체군의 생활사 및 내적자연 증가율, 한국곤충학회지 16(1):1-5 (1986).
17. 전환구, 홍영석, 류문일, 현미에서의 거짓 쌀도둑 (*Tribolium castaneum*)의 발육, 한국응용곤충학회지 30(2):130-137 (1991).