

어젠다코드	1 - 2 - 6		구 분	과제완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	E05	작목구분코드	IN-03-42WA
과제종류	기관고유		세세부사업		
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
축산분뇨의 친환경 자원화 연구			'11~'13	환경농업연구과	정태성
곤충을 이용한 축산분뇨 자원화 연구			'11~'13	환경농업연구과	정태성
색인용어	축산분뇨, 집파리, 자연순환, 친환경처리				

ABSTRACT

This study was conducted to develop eco-friendly processing technology of livestock waste using house fly. The characteristics of house fly, development of breeding method, degradation effect of livestock waste, technical development of pretreatment, and effect testing of decomposed compost were investigated and the results are follows:

Four house flies collected from Chuncheon and Hongcheon and received from National Academy of Agricultural Science(NAAS) were categorized as the same species. Two house flies which were received from NAAS and collected from Hongcheon were superior and one of them was selected as a experimental fly by culture breeding.

It was put 650g of pupae in a Large cage(100x70x80cm) to gain egg laying and mixed food of four was fed to adult fly. The best conditions were accepted when the cage was controlled by 16 : 8 photoperiod, $\pm 25^{\circ}\text{C}$ of temperature, and 60~80% of humidity. It was economical to collect eggs for two weeks and store the eggs for 24hour at 10°C .

The best degradation conditions of livestock waste by house fly were $\pm 25^{\circ}\text{C}$ of temperature, 60~80% of humidity and $\pm 80\%$ of water when 0.3g/kg of eggs was inserted. The degradation period at this condition was 5~7 days. The degradation efficiency of swine and cattle manure was high, but swine and chicken manure was low.

The decomposed compost of pig manure was suitable for processing standard of fertilizer except the decomposed degree, so some amount of decomposing period is necessary. The decomposed compost by house fly had the same growth efficiency as commercial compost in lettuce and chinese cabbage field. Pathogen of *Rhizoctonia solani* kuhn and *Botrytis cinerea* pers. in lettuce was also suppressed by treated the decomposed compost.

1. 연구목표

강원도내 축산분뇨 발생량은 연간 250만 톤에 달하며 2012년부터 해양투기가 전면 금지되고 국민들의 환경에 대한 인식 고조, 환경법규 강화 등의 사회적 추세에 따라 축산분뇨를

자원화 할 수 있는 새로운 처리기술에 대한 요구가 증가하고 있다. 기존의 축산분뇨처리 방법은 퇴비화 및 액비로의 활용이 대부분으로 제조 시 운영단가의 상승, 농민들의 액비살포 기피, 액비 처리시 악취발생 등 여러 문제점이 발생되고 있어 좀 더 다양한 방법으로 축산분뇨를 처리하기 위한 연구가 모색되고 있다. 집파리 등 곤충분해에 의한 축산분뇨 및 음식물쓰레기 등의 처리는 1970년대부터 러시아, 카자흐스탄, 미국, 일본 등지에서 다양한 연구가 추진되어져 왔으며 국내에서도 국립농업과학원에서 집파리와 동애등애를 이용한 연구가 수행되었다. 집파리를 이용한 축산분뇨의 처리는 자원순환형 처리방법으로 기존의 가축분뇨 처리방법보다 단기간에 분해가 가능하며 분해시 악취발생을 저감할 수 있고 온실가스 발생량을 50% 이상 줄일 수 있으며 고급 유기질 퇴비와 집파리 유충 및 번데기를 이용한 사료생산이 동시에 가능할 것으로 판단되어 집파리에 대한 생태특성 규명, 산란을 위한 대량사육 기술의 개발, 집파리의 축분 분해효과 및 축분 전처리 기술개발, 분해퇴비의 효과구명 등의 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

<시험 1> 집파리 특성조사 및 사육방법 개발

집파리의 특성조사는 춘천, 홍천, 화천지역의 돼지사육 축산농가 주변에서 플라스틱 상자(16x16x11cm)에 파리 유인용 돈분을 담아 24시간 설치후 수거하여 개별 사육상에 치상하여 계대 사육하였고, 이것을 국립농업과학원으로부터 분양받은 종과 비교하여 생태학적 특성을 관찰하였다. 집파리의 사육방법을 개발하기 위해서 사육상은 나무와 알루미늄 등의 기본재질에 밀면을 제외한 각 면에 금속망을 설치하여 환기가 원활하도록 하였으며, 사육상의 크기도 실험용 소형사육상(60×60×60cm)과 대량으로 사육하기 위한 대형사육상(100×70×80cm)의 두가지 크기로 자체 제작하여 사용하였다. 산란을 위해 사육상 안에 넣어주는 파리 번데기는 24×30×3cm 정도의 용기를 이용하였으며 먹이급여 용기(16×22×2cm, 16×18×2cm)와 수분급여 용기(24×30×3cm, 23×16×2cm)는 두가지의 크기로 선택하여 실험에 따라 사용하는 사육상의 크기에 맞게 활용하였다. 특히 수분을 공급할 때에는 성충의 익사를 막기 위해 용기위에 별도의 망을 설치하였으며 산란배지용기는 23×16×3cm의 크기를 이용하였다. 파리의 생물특성조사와 산란효과를 높이기 위한 성충의 먹이선발, 온도 등 환경조건 구명실험과 대량사육을 위한 적정 사육밀도 구명실험 등은 실내 사육실에서 온도 25℃, 습도 60~80%의 조건을 유지하며 수행하였다.



사육실



대형사육상(알루미늄)



소형사육상(알루미늄)



소형사육상(나무)

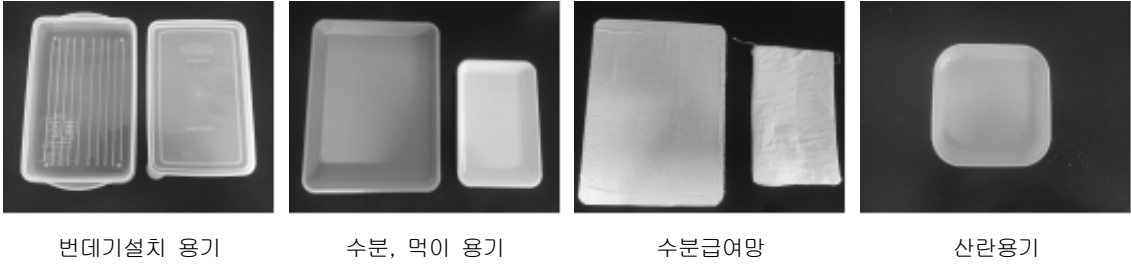


그림 1. 집파리 사육시설 및 기구

<시험 2> 집파리의 축분분해 효과 및 축분의 전처리 기술개발

집파리의 유충에 의한 축분의 분해효과와 축분의 전처리 기술 개발을 위해 환경조절이 가능한 컨테이너(6.0x3.0x2.5m)를 제작하여 활용하였으며 컨테이너 내의 환경조건은 온도 25℃, 습도 60~80%, 광조건은 조명 12시간, 암조건 12시간으로 조절하였다. 돈분 분해 후 집파리 유충을 기생봉으로부터 보호하고 유충 수거가 용이하도록 철재로 정사각형 형태의 구조로 밀면을 제외한 모든 면에 금속망을 설치하여 환기가 원활하도록 하고 밀면 부분은 서랍형태로 유충을 수거할 수 있게 분해상(60x60x60cm)을 제작하여 활용하였다. 또한 축분을 담아 집파리 유충이 축분을 분해하고 쉽게 이탈할 수 있도록 소형(48x25x3.0~5.5cm)과 대형(120x80x10~35cm) 크기의 용기를 제작하여 사용하였다.

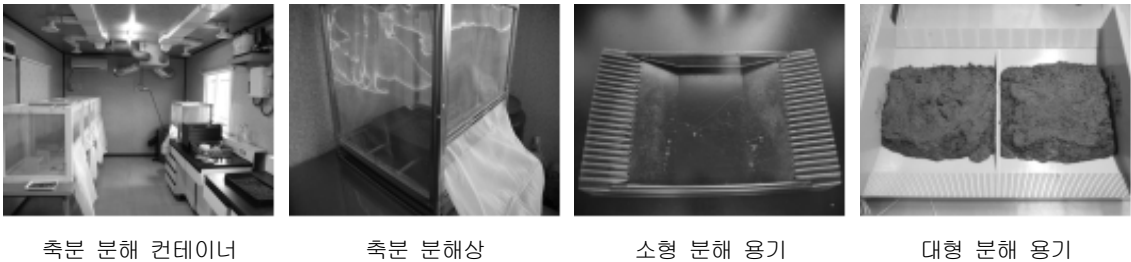


그림 2. 축분 분해시설 및 기구

<시험 3> 집파리 분해퇴비의 효과검정

집파리의 유충에 의해 분해가 완료된 돈분은 건조기를 이용하여 85℃에서 3~4시간 건조 후 퇴비로서의 효과검정을 수행하였다. 분해퇴비의 품질분석은 분해 전과 분해완료 후로 나누어 비료분석시험기준(농촌진흥청)에 준하여 수분을 포함한 일반성분과 유해 중금속 등을 분석하였으며, 퇴비로서의 효과를 검정하기위해 상추와 배추를 시험작물로 온실에서 포트시험을 실시하였다. 또한 분해퇴비의 작물 병해에 대한 병원균 억제효과 시험은 상추의 주요 병해인 갈록병(*Rhizoctonia solani*)과 잿빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*) 잿빛곰팡이병(*Botrytis cinera*)을 대상으로 하였으며 병원균은 국립농업과학원에서 분양받아 배양하여 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

<시험 1> 집파리 특성조사 및 사육방법 개발

춘천, 홍천, 화천 등지에서 수집한 집파리와 국립농업과학원에서 분양받은 집파리는 동일한 종으로 분류되었다. 분류학적 특성을 살펴보면 동물계(Animalia), 절족동물문(Arthropoda), 곤충강(Insecta), 쌍시목(Diptera), 집파리과(Muscidae), 파리속(Musca), 집파리종(domestica)에 속하며, 난, 유충, 번데기, 성충의 모든 단계를 거치는 완전변태 곤충이다(표 1).

표 1. 집파리의 분류학적 위치 및 주요특성

분류학적 위치: <i>Musca domestica</i>	- 동물계(Animalia), 절족동물문(Arthropoda), 곤충강(Insecta), 쌍시목(Diptera), 집파리과(Muscidae), 파리속(Musca), 집파리종(domestica)
주요 특성 : 완전변태 (난-유충-용-성충)	- 성충 : 체장 8~12mm, 회색~암갈색, 2개의 날개, 복안, 3체구(두부, 흉부, 복부), 자웅이체, 교미 3~4일후 산란개시, 1~수개의 난피(100~150알/피), 암컷당 4~6회 산란, 수명 20~30일 - 난(알) : 백색, 타원형, 길이 약 1mm, 폭 0.26mm, 6~12시간 이내 부화 - 유충 : 유백색, 1~3령으로 2회 탈피, 성숙체장 10mm, 원통형 12절로 구성, 복부돌기로 이동, 1령 배광성, 3령 향광성, 5~10일후 용(번데기)화 - 용(번데기) : 길이 6~7mm, 타원형, 용각(번데기 껍질) 암갈색, 5~8일후 성충화

수집 집파리 중 춘천과 홍천 수집종의 생활주기가 비교적 짧아 분양종과 비슷한 특성을 갖고 있었으며, 특히 홍천 수집종이 거의 유사한 특성을 보였다. 화천 수집종은 유충과 번데기 크기가 다른 수집종에 비해 크나 생활주기가 길고 산란력이 약하여 부적합한 것으로 판단되었으며, 특성이 우수한 종은 계속 계대사육하며 시험에 활용하였다(표 2). 또한 집파리의 경시적 산란량은 산란배지 투입 후 3~4일째 가장 높았고, 이후 감소하는 경향을 보이는데, 산란량의 감소는 산란배지의 건조에 의해 산란환경이 불량해지기 때문으로 판단된다(표 3).

표 2. 수집된 집파리의 주요 특성비교

구 분	생활주기 (일)	유충기간 (일)	번데기기간 (일)	유충크기	번데기 크기	산란정도
분양종	8~11	5~7	2~3	중	중	++++
춘천 수집종	9~12	5~7	3~4	중	중	++
홍천 수집종	8~11	5~7	2~3	중	중	+++
화천 수집종	27<	7~10	20<	대	대	+

표 3. 집파리 산란량의 경시적 변화

(단위 : g)

구 분	1일째	2일째	3일째	4일째	5일째	6일째	계
1회	혼적	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	7.0
2회	혼적	1.0	4.0	6.0	2.0	1.0	14.0
3회	혼적	1.0	1.0	3.0	2.0	1.5	8.5

자연조건이 아닌 실내에서 집파리를 사육하면서 많은 산란량을 얻기 위해서는 무엇보다 파리 성충의 먹이가 가장 중요한 것으로 판단되어 기존의 먹이(분유+설탕)조건에 집파리 산란에 유익할 것으로 생각되는 2~3 종의 영양원을 추가적으로 가미하여 산란효율 및 산란알을 이용한 돈분의 분해효율도 조사하여 본 결과 표 4와 같이 분유 등 4종 혼합 먹이와 5종 혼합 먹이 조건이 총 산란량에 있어서 기존의 분유+설탕의 먹이조건 보다 상당한 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. 그림 3에서와 같이 대량으로 사육한 조건에서도 분유 등 4종의 혼합먹이가 약 19배 정도의 우수한 산란량을 보였다. 또한 먹이 조건별로 산란된 알을 이용한 돈분 분해효율 조사에서는 먹이 3종류 모두 유충무게, 번데기 생산량, 유기물 잔존량에 있어서 큰 차이가 없었다(표 4).

표 4. 먹이별 집파리의 산란량 및 돈분 분해효율

먹이조건	번데기투입(50g)	산란알 이용 돈분분해 ⇒	알 2.0g/돈분 1kg		
	총 산란량(g)		유충무게 (g/50마리)	번데기 생산량(g)	유기물 잔존량(g)
분유 등 4종 혼합	52.1		0.57	109	206
분유 등 5종 혼합	54.2		0.57	114	207
분유+설탕(대조)	4.9		0.58	117	209

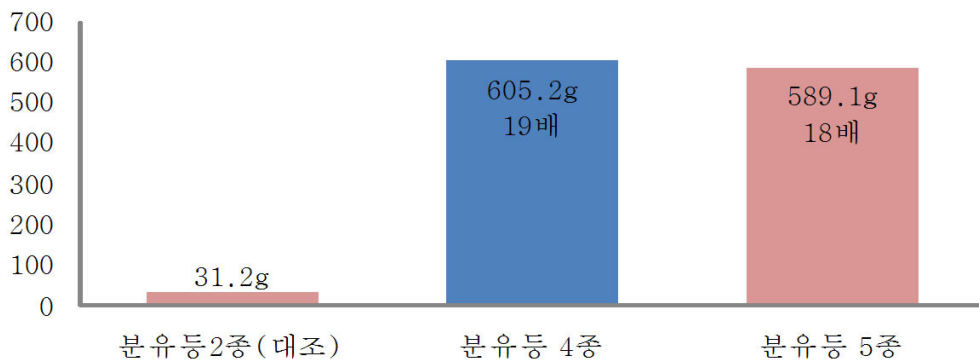


그림 3. 먹이조성에 따른 산란량 비교(번데기 650g/상자, 채란기간 15일)

분유 등 4종 혼합먹이의 단점인 파리의 비행으로 인한 먹이 분산과 날림을 보완하기 위해 생우유를 이용하여 먹이 급여의 효율을 높이기 위한 시험에서는 생우유 먹이의 경우 먹이가루 날림의 문제는 없었으나, 먹이 급여 횟수가 증가되는 번거로움과 파리의 익사 등의 문제가 있었으며, 또한 산란량에서도 분유 등 4종 혼합먹이보다 떨어짐을 볼 수 있었다(표 5).

표 5. 먹이 급여의 효율화 시험

먹이조건	산란일수 (일)	산란량(g)			비 고
		오전	오후	계	
생우유	21	261	441	702	번데기 투입량 : 650g
분유 등 4종+수분	21	253	619	873	

* 사육상 : 100×70×80cm

집파리의 먹이습성과 교미 및 산란 등 생리, 생태를 고려한다면 낮과 밤의 조건에 따라 산란의 형태가 달라질 것으로 생각되어 명·암 조건을 12 : 12 조건에서 20 : 4의 조건까지 산란량을 비교 시험한 결과 명의 길이가 길어질수록 산란량이 늘어남을 확인할 수 있었다. 이는 암조건에서는 교미를 하지 않고 교미 횟수가 적어짐에 따라 산란량에도 차이가 있었으며 경제성을 고려한다면 18 : 6의 조건이 적당한 것으로 판단되었다(표 6).

표 6. 광조건에 의한 산란량 시험

광조건 (명:암)	산란일수 (일)	산란량(g)			비 고
		오전	오후	계	
12 : 12시간	15	190	364	554	번데기 투입량 : 650g
18 : 6시간	15	371	257	628	
20 : 4시간	15	364	305	669	

집파리는 난 기간이 짧기 때문에 산란알의 수거와 축분의 분해 과정이 다소 길어지면 알이 부화하여 죽기 때문에 분해효율이 떨어질 수 있다. 따라서 짧은 난 기간을 보완하고자 알의 저장온도를 낮추어 8℃와 10℃에서 24시간, 48시간 동안 저장시험을 실시하였다. 저장시험의 효율성은 저장 후 돈분(1kg)에 산란알(0.5g)을 접종하여 분해되어 남은 퇴비의 잔존량을 조사하였다. 온도조건에서는 10℃의 저장조건이 8℃ 보다는 대조처리와 유사한 좋은 결과를 보였으며 10℃에서 24시간 저장이 가장 효과적이었으며 약 40시간 까지도 저장이 가능한 것으로 예측되었다(그림 4, 5).

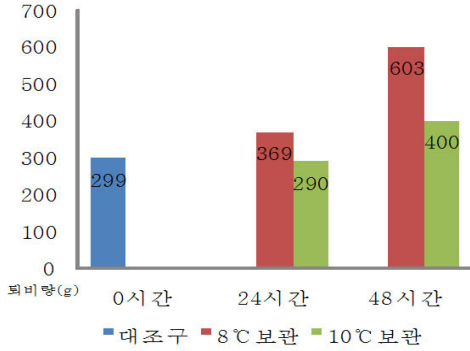


그림 4. 파리알 보관온도(10°C, 8°C)별 돈분 분해 후 퇴비잔존량

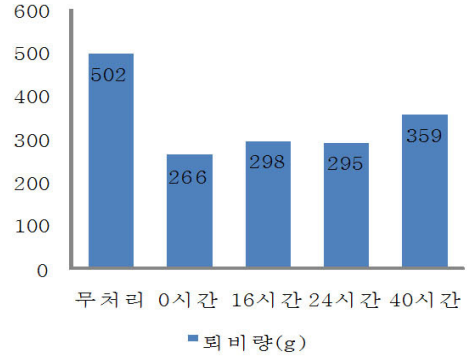


그림 5. 파리알 보관(10°C) 시간별 돈분 분해 후 퇴비잔존량

집파리 산란체계의 규모화를 위해 산란량을 최대로 확보할 수 있고 인위적으로 매일 산란알의 수거와 먹이공급, 청소 등 다양한 수작업을 수월하게 할 수 있는 파리 사육상자의 크기가 반복된 실험결과 100×70×80cm의 사육상자가 적정하였다. 이에 따른 사육량을 결정하고자 번데기를 250g~650g까지 투입하여 산란량을 측정한 결과 650g을 투입한 처리구에서 873g(평균값)으로 가장 많은 산란량을 나타내 사육이 가능한 밀도임을 확인했다(표 7). 또한 산란 개시일부터 약 2주까지의 산란량이 비교적 우수한 것으로 보여 산업화를 위한 경제성을 고려한다면 산란 개시 2주까지를 적정 산란일수로 결정하는 것이 바람직한 것으로 판단된다(그림 6).

표 7. 대형 사육상 적정 사육밀도

번데기투입량	산란일수 (일)	산란량(g)			비 고
		오전	오후	계	
250g	21	107	170	277	먹이 : 분유 등 4종 + 수분 공급
400	21	183	245	429	
650	21	253	619	873	

※ 사육상 규격 : 100×70×80cm

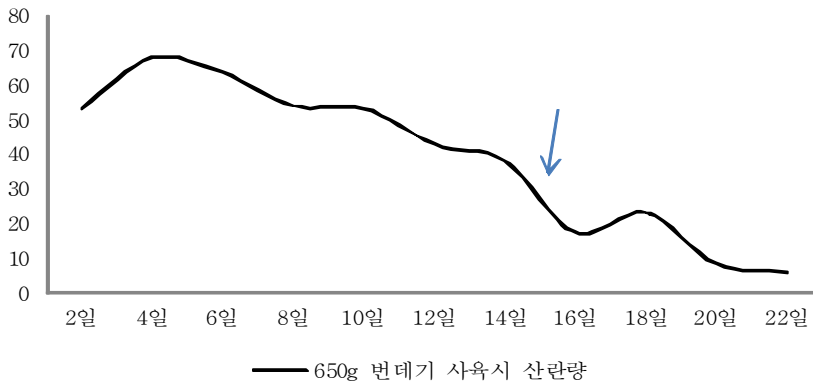
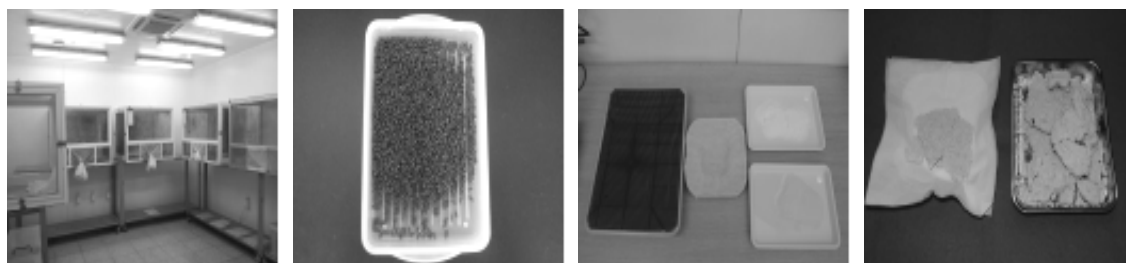


그림 6. 집파리 산란량 변화추이



사육상 설치 ⇒ 번데기 투입 ⇒ 먹이·산란상 투입 ⇒ 산란알 수거

그림 7. 집파리 산란체계

<시험 2> 집파리의 축분 분해효과 및 축분의 전처리기술 개발

실내 사육상 내에서 집파리 성충을 방사하여 성충의 산란부터 유충의 축분 분해 후 유충의 이탈까지의 전 과정은 축분의 상태에 따라 약간의 차이를 보이기는 하나 대략 5~7일 정도가 소요된다. 그 중 집파리의 산란에서 부화까지 1~2일, 유충(1~3령)의 축분섭식 및 분해에는 3~4일이 소요된다. 4령충이 되면 번데기가 되려고 축분 밖으로 나오기 시작하며 축분은 거의 분해가 완료되어 퇴비로 사용이 가능하다(표 8).

표 8. 집파리에 의한 축분 분해의 경시적 과정

축분종류	산란·알 부화	유충 축분섭식 및 분해	유충 이탈	잔류 유기물
돈분	1~2일	3~4일	5~7일	퇴비로 사용

집파리에 의한 축분의 분해과정은 축분의 수분함량에 따라 커다란 변화가 있을 것으로 판단되어 돈분을 이용 수분함량별 분해에 따른 유충 생산정도를 비교 시험한 결과 돈분의 수분이 80%정도 일 때 유충의 생산량이 가장 많았으며, 80% 이상의 조건에서는 유리수분이 생겨 탈출 전에 익사하는 경우가 있었다. 수분이 80% 이상 되는 돈분은 왕겨나 콩비지 등을 첨가하여 수분함량을 80%로 보정시 분해효율이 우수하였다(표 9).

표 9. 돈분의 수분함량별 집파리 유충의 생산량

수분함량(%)	40	60	80	100	비고
유충생산량(%)	4.6	8.2	12.5	2.2	유리수분 존재시 탈출전 익사

집파리의 돈분(0.8~1kg)분해에 의한 유충생산과 퇴비잔존에 대한 효율성을 3회에 걸쳐 시험한 결과 돈분의 섭식으로 생산된 집파리의 유충은 100~270g으로 최초 돈분량의 평균18.8%가 생산되었다. 유충 섭식후의 부산 유기물인 퇴비의 잔존량은 300~440g으로 최초 돈분량의 평균 38.2%가 남는 것으로 나타나 최종적으로 43.0%가 유충의 섭식에 의한 분해와 수분 및 가스의 증발 등에 의해 감소되는 것으로 판단된다(표 10).

표 10. 집파리의 돈분 분해에 의한 유충생산 및 퇴비 잔존량

구 분	돈분량(g)	유충 생산량		퇴비 잔존량	
		무게(g)	효율(%)	무게(g)	효율(%)
1회	800	100	12.5	300	37.5
2회	1,000	170	17.0	440	44.0
3회	1,000	270	27.0	330	33.0
평균	-	-	18.8	-	38.2

축분 중 활용도에 있어서 가장 문제시 되는 돈분을 중심으로 돈분 단독으로의 분해효율과 우분 및 계분을 일대일로 섞었을 경우의 분해효율을 조사하여 본 결과 돈분의 분해율은 70%, 잔존유기물인 퇴비량은 37.7%로 나타났다. 돈분과 우분을 일대일로 섞었을 경우 분해율은 80%로 높아지고 잔존퇴비량도 31.2%로 효율이 증가되는 반면, 돈분과 계분을 일대일로 섞었을 경우 오히려 분해율은 40%로 낮아지고 잔존퇴비량은 52.5%로 많아지는 것으로 나타나 필요시에는 계분에 대한 분해력을 높일 수 있는 방법이 강구되어야 할 것으로 판단되었다. 유충생산량은 돈분이 가장 양호한 것으로 나타났다(표 11).

표 11. 축분 종류별 집파리의 분해효율

축분 종류	분해율(%)	유충생산량(%)	잔존퇴비량(%)
돈분	70	12.3	37.7
돈분+우분(1:1)	80	9.4	31.2
돈분+계분(1:1)	40	2.2	52.5

※ 축분 1kg 분해시 유충 생산량 및 퇴비 잔존량

집파리에 의한 축분분해 상용화를 위해 분해용기를 30kg용으로 제작하여 시험을 수행하였다. 시험은 돈분 20kg에 산란알을 6g, 8g, 10g을 투입하여 돈분 분해 후 생기는 유기물퇴비의 잔존량과 유충생산량 등을 조사하여본 결과 모든 처리에서 퇴비 잔존량이 비슷하여 6g을 투입한 처리가 가장 경제적인 것으로 판단된다. 생산된 유충의 량과 질에 있어서도 가장 우수한 것으로 나타나 대량 분해시에는 분해를 위한 집파리의 알을 0.3g/kg정도로 적게 투입하는 것도 가능하다는 결과를 확인하였다(표 12).

표 12. 돈분 대량(20kg) 분해시 집파리알 적정 투입밀도

알투입량(g)	유충량(kg)	유충무게(g/100마리)	퇴비 잔존량(kg)
6	2.23	2.4	8.75
8	1.87	2.0	8.58
10	1.89	1.7	8.76

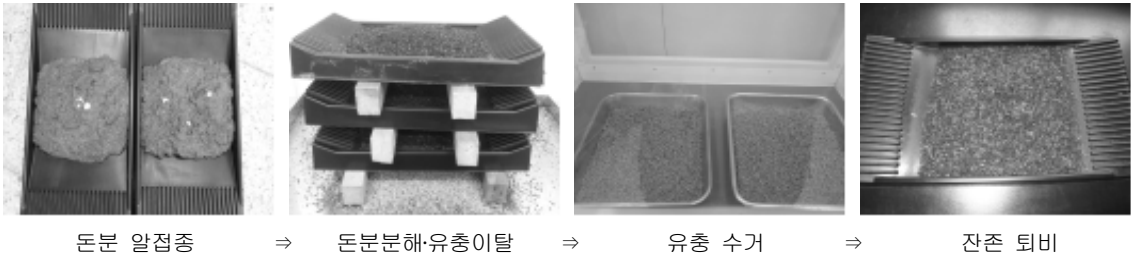


그림 8. 돈분 분해과정

<시험 3> 집파리 분해퇴비의 효과검정

집파리의 분해 후에 잔존되는 유기물성 퇴비의 품질분석은 돈분을 이용하여 분해 전과 분해 후의 수분 등 일반성분과 중금속 등 유해성분을 분석하여 비료의 공정규격에 부합되는지 확인하여 보았다. 일반성분에서 나타난 결과로는 분해 전 돈분에는 수분의 함량만 높고 유기물, 전질소, P₂O₅, K₂O 등 모든 분석성분의 함량이 분해 후보다 낮은 수치를 나타내었다. 집파리 유충에 의해 돈분이 분해되면서 수분은 증발되어 18.7%, 유기물은 41.9%, 유기물대 질소비는 11.41로 비료공정규격에 적합한 수치를 보였으며, P₂O₅, K₂O 등의 함량도 분해 전보다 높았다. 부숙도에 있어서는 솔비타 2로 조금 낮은 수치를 보여 분해 후 바로 퇴비로 사용하기 보다는 일정기간 부숙시켜 퇴비로 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다(표 13). 유해성분은 분해 전과 분해 후에 전반적으로 큰 차이를 보이지 않았으며, Zn과 Cu에서 분해 전보다 다소 높게 나타남을 볼 수 있는데 공정규격 이하의 수치로 퇴비로서의 사용이 적합하다고 판단된다(표 14).

표 13. 집파리 분해퇴비의 일반성분

구분	수분 (%)	유기물 (%)	전질소 (%)	유기물대 질소비	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	부숙도
분해전	72.6	19.3	1.51	7.47	2.18	1.69	1.55	0.72	
분해후	18.7	41.9	2.14	11.41	3.80	2.42	3.02	1.35	솔비타 2
공정규격	55이하	30이상	-	40이하	-	-	-	-	4이상

표 14. 집파리 분해퇴비의 유해성분

(단위 : mg/kg)

구분	염분	Cr	Ni	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Hg
분해전	0.34	3.74	11.46	0.30	1.76	289.56	251.72		0.03
분해후	0.24	3.96	14.96	0.10	1.94	382.52	336.50	1.21	0.01
공정규격	1.8이하	200이하	45이하	5이하	130이하	900이하	360이하	45이하	2이하

※ 현물기준(수분, 유기물, T-N, C/N) 이외는 모두 건물기준 분석

집파리 분해 돈분퇴비의 시용효과에 대한 시험은 온실 내에서 포트를 이용하여 추진하였다. 시험은 상추와 배추에 대한 재배시험과 상추의 잘록병과 잿빛곰팡이병에 대한 항균효과 시험을 추진하였다. 일반 발토양을 이용하였는데 시험전 성분분석결과 pH 6.84, EC 0.26, OM 19.18로 시험토양으로 사용하기에 적합하였다(표 15).

표 15. 시험 전 토양의 화학성

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	K	Ca	Mg	P ₂ O ₅	NO ₃
				(cmol(+)/kg)			(mg/kg)	
시험토양(밭)	6.84	0.26	19.18	0.17	2.29	0.49	588	18.73

분해 완료된 집파리퇴비를 일정기간 부숙시킨 것을 시험토양 대비 5%를 처리하여 상추묘를 정식하였으며, 시험토양과 퇴비를 혼합한 다음 1주 후에 상추묘를 정식한 처리도 시험에 추가하여 생육정도를 조사하였다. 실험 결과 집파리 분해퇴비를 넣은 처리구가 무처리구 보다 전반적으로 생육이 양호하였으며, 집파리분해 퇴비를 넣은 후 바로 정식하기 보다는 토양과 혼합 후 일정기간 후숙한 상태에서 사용하는 것이 좀 더 건실한 생육효과를 볼 수 있었다(표 16, 그림 9).

표 16. 집파리 분해퇴비의 상추 생육효과

처리구	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (cm)	생체중 (뿌리포함, g/주)	생체중 (g/주)	건중량 (g/주)	비고
집파리퇴비5%	31.6	22.2	11.3	19.6	131.9	97.2	7.0	
집파리퇴비5% (1주 후 정식)	30.2	22.4	11.4	19.6	136.9	95.3	8.0	정식 45일후 조사
무시용(대조)	27.9	19.9	10.6	21.6	129.5	89.9	7.4	

또한 상추와 배추에 현재 시판중인 S퇴비 등 3종류의 퇴비와도 시용 효과를 비교 검정하였다. 시험토양과 퇴비 10%의 조성비로 각각의 포트에 혼합된 상토를 담아 상추와 배추묘를 정식하였으며 25일후 생육을 조사하였다. 조사 결과 퇴비를 시용하지 않은 처리구 보다 모든 퇴비시용 처리구에서 생육이 월등히 양호하였으며, 집파리 분해퇴비가 시판되는 퇴비와 큰 차이가 없는 것으로 판단되었다(표 17).

표 17. 시판 퇴비와의 시용에 따른 생육비교 (g/주)

시험작물	분해퇴비	시판S퇴비	시판D퇴비	시판C퇴비	무시용(대조)	비고
상추	12.7	9.1	9.2	14.1	7.8	정식
배추	9.4	10.2	13.2	13.2	5.1	25일후조사

※ 각 처리에서 병해충, 생리장해 등은 공히 관찰되지 않았음

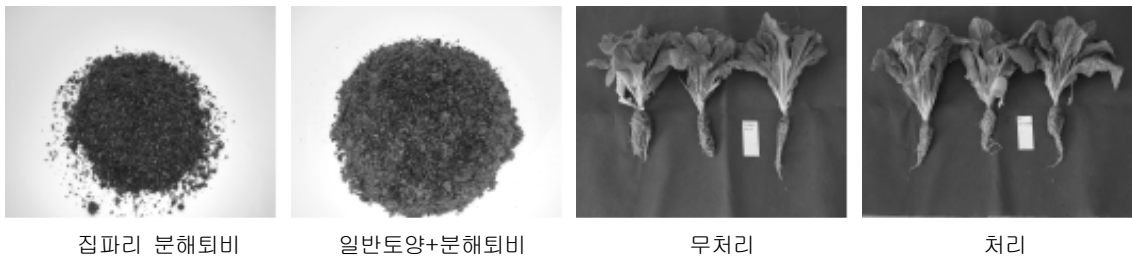


그림 9. 상추 생육효과

집파리 분해 돈분퇴비에 있는 항균능력을 검정하기 위한 시험으로 상추종자 발아시험을 하였다. 산과상자에 시판되는 일반 원예용상토를 이용하여 집파리분해 돈분퇴비를 처리한 것과 처리하지 않은 것으로 나누어 담아 모래배지를 이용하여 배양한 자록병(*Rhizoctonia*)균을 처리한 뒤 상추종자를 2일 간격으로 파종하여 조사하였다. 무처리구에서의 발아율이 82%인데 반하여 자록병균 처리구는 37%에서 파종 4일후 15% 까지 떨어졌고, 집파리분해 돈분퇴비+자록병균 처리구에서는 발아율이 42%에서 처리 2일후 파종에서는 84%의 높은 발아율을 보였으며 이는 집파리퇴비의 항균능에 대한 효과로 사료된다(표 18). 또한 상추묘를 정식한 후 생육시험에서도 집파리 분해 돈분퇴비 처리구가 가장 우수한 생육을 보였으며, 자록병균 처리시에도 집파리 분해 돈분퇴비를 넣은 처리구의 생체중이 73.9g으로 자록병균만 처리한 구보다 월등한 생육효과를 보였다(표 19).

표 18. 자록병균(*Rhizoctonia solani*) 처리에 의한 상추 발아율

처리내용	발아율 (%)			비고
	당일파종	2일후파종	4일후파종	
자록병균	37	27	15	모래배지에 병원균 배양후 접종
집파리퇴비+자록병균	42	84	59	
무처리 (대조)	82	-	-	

표 19. 잘록병균(*Rhizoctonia solani*) 처리에 의한 상추 생육특성

처리내용	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매/주)	생체중 (g/주)	건중량 (g/주)
집파리 퇴비	22.9	20.0	15.9	12.3	77.0	4.1
잘록병균	16.9	15.5	11.9	10.2	46.0	2.6
집파리퇴비+잘록병균	20.7	18.8	15.6	12.0	73.9	3.9
집파리퇴비+잘록병균 배량	21.0	18.3	13.5	10.4	65.3	3.3

갯빛곰팡이병균(*Botrytis cinerea*) 접종에 따른 상추병해 검정시험에서는 집파리 분해 돈분 퇴비를 5%사용한 포트와 처리하지 않은 포트에 상추를 정식한 뒤 갯빛곰팡이병균 현탁액을 살포한 뒤 병 발생정도를 조사한 결과 집파리분해 돈분퇴비를 처리한 포트에서 병 발생정도가 낮았으며, 이것은 집파리 분해 돈분퇴비의 항균효과로 판단된다(표 20, 그림 10).

표 20. 갯빛곰팡이병균(*Botrytis cinerea*) 접종에 따른 상추 병해검정

처리내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	평균
퇴비 5%사용	+	+++	+++	++	++	++	+	+	++	1.89
무사용	+++	++	+++	++	+++	+++ +	+++	++	++	2.67

* 병 발생정도 (0 ~ +++)



그림 10. 상추 갯빛곰팡이병 항균효과 검정

4. 적 요

집파리를 이용하여 친환경적으로 축산분뇨를 처리하는 기술을 개발하고자 집파리의 특성 조사 및 사육방법의 개발, 집파리의 축분 분해효과 및 축분 전처리 기술개발, 분해퇴비의 효과 검정에 대한 시험을 실시하였으며 그 연구결과는 다음과 같다.

- 가. 춘천, 화천지역 등에서 채집과 국립농업과학원에서 분양 등으로 수집한 4종 모두 동일한 집파리종으로 분류되었으며 주요특성을 비교한 결과 분양종과 홍천 채집종 등 2종이 우수하였으며, 연속으로 계대사육을 거쳐 시험 공시종(GH-1)을 선발하였다.
- 나. 산란알을 얻기위해 집파리를 대량사육하기 위해서는 대형 사육상(100×70×80cm)에서 번데기 650g을 투입하여 성충의 먹이로는 분유 등 4종의 혼합먹이를 제공하면서 광주기는 16 : 8의 조건으로 온도는 ±25℃, 습도는 60~80%의 조건에서 가장 효과가 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 산란 알을 약 2주간 채취하는 것이 경제적이었고 산란알은 10℃에서 24시간 이내로 저장하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.
- 다. 집파리에 의한 돈분분해는 온도는 ±25℃, 습도는 60~80%의 실내조건에서 분해 용기내에 돈분의 수분이 ±80%로 보정된 상태에서 집파리 알을 0.3g/kg투입 하였을 때 분해기간이 약 5~7일로 가장 효과가 좋았다. 돈분에 우분을 혼합시에는 분해효율이 높았으나 계분을 혼합시에는 분해효율이 낮았다.
- 라. 집파리 유충에 의해 분해된 돈분퇴비의 성분 분석결과 부숙도를 제외한 모든 성분비료 공정규격에 적합하였으며, 분해완료 후 일정기간 부숙시키는 과정이 필요한 것으로 판단된다. 분해퇴비 시용에 따른 상추와 배추의 생육특성 조사결과 시판퇴비와 대등한 효과를 얻을 수 있었으며, 상추의 잘록병(*Rhizoctonia*)과 잭빛곰팡이병(*Botrytis*)에 대한 항균효과검정 시험결과에서도 병원균을 억제하는 효과가 인정되었다.

5. 인용문헌

- 농업과학기술원. 2006. 집파리 대량생산 및 산물이용에 관한 연구. 농촌진흥청.
- 이민웅 외. 2004. 파리를 이용한 음식물쓰레기 처리기술 개발. 농촌진흥청.
- 정종원 외. 2006. 가축분뇨처리시설 지원중 부대 기계장비에 집파리이용 분변환 장치 추가. 농림부 축산국.
- 이만영, 황석조, 정진교. 2001. 집파리 축분분해 적정 사육밀도. 2001년도 잠사곤충연구소.
- 황석조, 방혜선, 권오석, 심하식, 김헌태, 양창욱. 2006. 집파리의 대량 생산 기술 개발. 집파리 대량생산 및 산물이용에 관한 연구. pp. 5-23.
- 정진교, 황석조, 이만영. 2004. 집파리 사육실 공기 정화에 관한 연구. 농촌진흥청.
- 마영일. 2000. 선발종 파리의 산란성 향상에 관한 연구. 농촌진흥청.
- 정종원. 2005. 집파리 유충에 의한 가축분뇨의 성상 변환. 축산과학원.
- 권오석, 황석조, 방혜선, 권용정. 2004. 집파리 먹이조성에 관한 연구. 농촌진흥청.
- 정종원, 유용희, 김태일, 송준익, 양창범, 황석조, 양창욱. 집파리 유충을 이용한 가축분뇨 퇴비화 연구. 농촌진흥청.
- 농업과학기술원. 2007. 축분변환용 집파리 이용기술 개발 및 계통보존. 농촌진흥청.
- 농업기술과학원. 파리를 이용한 돈,계분 처리. 농촌진흥청.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2013(3년)	기초자료	집파리를 이용한 돈분 분해처리 방법 및 부산물 이용효과

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'11	'12	'13
과제책임자	환경농업연구과	농업연구사	정태성	과제총괄	-	○	○
공동연구자	"	농업연구관	최준근	과제기획	○	○	-
"	"	농업연구사	문윤기	연구협조	○	○	○
"	"	"	이재홍	"	○	○	○
"	"	"	이남길	"	-	-	○
"	"	"	권순배	"	-	○	○
"	"	농업연구관	김재록	연구방향설정	-	○	○
"	옥수수연구소	"	김경희	"	-	○	-
"	환경농업연구과	전문위원	김충희	연구협조	○	○	○
"	"	연구원	용형준	사육관리지원	○	○	○
"	"	"	황미란	"	○	○	○