

최 종
연구보고서

농산 폐기물인 전분박을 톱밥대용 부자재로
이용한 돈분발효퇴비 제조기술 개발

Development of Pig Manure Composting
Technology Using Starch Pulp as a
Substitute of Saw Dust

연구기관
제주대학교

농림부



제 출 문

본 보고서를 “농산 폐기물인 전분박을 톱밥대용 부자재로 이용한 돈
분발효퇴비 제조기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2000. 1

주 관 기 관 명: 제주대학교

총괄연구책임자: 현 해 남

협동연구기관명: 제주감귤시험장

협동연구책임자: 임 한 철

협동연구기관명: 제주농업시험장

협동연구책임자: 고 문 석

요 약 문

I. 제 목

농산 폐기물인 전분박을 톱밥대용 부자재로 이용한 돈분발효퇴비
제조기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

WTO 체제하에서도 국제 경쟁력이 있는 사업인 제주도 양돈산업의 가장 큰 문제점은 분뇨처리 문제이다. 감자는 전국 생산의 24%를 점유하며 연간 조수익이 1,000억원 이상으로 제주도에서는 감귤 다음으로 소득 작물에 속한다. 이들 양돈산업과 감자, 고구마 재배는 주로 제주도 서부의 대정, 한경 지역에 많이 분포되어 있다.

분뇨에 의한 지하수 오염을 방지하기 위해 제주도는 분뇨처리시설 대상 농가 360여 농가 중에서 90% 이상에게 유기질비료화, 톱밥축사, 저장액비 시설을 지원했다. 그러나 양돈분뇨 처리과정 중 필수적으로 소요되는 톱밥 구입비용이 과다하게 소요되며 톱밥 공급량이 소요량인 30,200톤에 비해 현저히 부족하며 대부분 육지부로부터 유입되고 있는 실정이다. 따라서 톱밥을 대용할 수 있는 부자재의 개발이 필요하다.

전분박은 제주도에서 고구마와 감자로부터 전분을 추출한 후에 발생하는 농산폐기물로서 감자, 고구마의 작황, 비상품용의 발생량, 전분박에 함유된 수분함량 등에 따라 다르나 연 약 10,000 ~ 50,000톤이 발생한다. 이 전분박은 일반 폐기물로 분류되어 있으며, '90년대 중반까지는 중산간에 매립하

여 처리해 왔다. 그러나 지하수 오염의 위험성 때문에 매립이 법적으로 제제를 받게 되어 최근에는 해양투기 방법으로 처리하고 있다. 전분공장은 일반 업자 또는 농협 직영으로 운영하고 있는데 전분 자체의 생산보다는 감자, 고구마의 과잉 생산 또는 비상품의 출하를 방지하기 위한 수단으로 이용되어 감자의 수급 조절에 기여한다.

따라서 분뇨처리용 톱밥 대용제의 개발은 제주도의 양돈산업 발전에 크게 기여하게 되며, 전분박의 처리방법의 제시는 적정 감자 가격 유지에 크게 기여하게 될 것이다.

이에 본 연구의 목적은 첫째 일반 폐기물로 분류되어 처리에 곤란을 겪고 있는 전분박을 적절한 방법으로 탈수시켜 타용도로 사용할 수 있는 탈수 방법을 개발하고, 둘째 탈수된 전분박을 톱밥 대용으로서 사용 가능성을 검토하여 양돈분의 처리에 이용하고, 셋째 전분박을 혼합하여 제조된 부산물 퇴비의 작물재배 효과를 조사하여 실제 이용 가능성을 확인하며, 넷째 사료 용으로의 사용 가능성을 확인하여 전분박의 처리 방법을 개발하기 위한 것이다.

2. 연구개발의 중요성

1) 기술적인 측면

- 톱밥 대용으로 사용할 수 있는 전분박 탈수기술 개발함으로써 전분박의 처리 및 양돈농가의 톱밥 구입비 절약
- 셀룰로스의 함량이 높고 전분이 소량 함유되어 있으며 C/N 비가 매우 높아 자연조건하에서는 분해속도가 매우 느린 물질의 퇴비 재료 이용 기술의 개발
- 전분박을 사료 이용 가능성 검토
- 돈분발효비료의 부가가치 제고
- 일반 폐기물인 전분박을 이용한 저가의 퇴비 생산기술의 개발

2) 경제·산업적 측면

- 전분박 처리에 의한 감자, 고구마 가격 안정에 기여
- 전분박 처리방법의 개선으로 처리비용의 절약
- 저가의 양돈분뇨의 처리 방법을 제시함으로써 양돈산업의 발전에 기여
- 저가의 양돈분뇨 처리방법을 제시함으로써 주변 지하수 오염의 가속화 방지에 간접적으로 기여.
- 양돈농가에 기설치된 퇴비화 시설의 효과적인 사용
- 전분박의 사료화 기술의 개발로 사료 구입비 절약

3) 사회·문화적 측면

- 전분박 처리의 원활화로 감자, 고구마 가격 안정을 유도하고 농가 조수의 증대
- 감자, 고구마 산업의 발달로 감귤산업 의존도 낮춤
- 양돈 처리방법의 개선으로 지하수 오염위험성 감소

III. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구는 일반 폐기물로 분류되는 전분박의 톱밥 대용제로 사용하기 위한 기술을 개발하기 위한 것으로 3년간으로 계획되었으나 조기실용화를 목적으로 2년간으로 단축되었으며, IMF의 시작으로 사료가격의 폭등과 이에 따른 전분박의 사료용으로서의 사용 가능성을 확인하기 위해 최초 계획서가 수정되었으며, 이에 따른 각 세부과제별 연구개발 내용 및 범위는 다음과 같다.

1차년도

제 1 세부과제: 전분박 탈수기술 및 퇴비화 기술개발

- 1) 톱밥과 건조전분박의 적정 혼합비율 시험
- 2) 전분박 혼합후 재료의 탄소, 질소 화합물의 변화 조사
- 3) 1/10로 축소시킨 시험용 screw press의 제작
- 4) 전분박 건조조건 구명
- 5) screw press의 효율제고 방법 구명

제 2 세부과제: 토양성질과 작물생육에 미치는 영향 연구

- 1) 실험실적으로 개발된 퇴비의 이화학적 성질
- 2) 개발 퇴비의 토양의 공극률, 용적밀도, 보수력, 투수성, 뿌리신장에 미치는 효과 조사
- 3) 토양시비시 토양 및 작물에 미치는 영향조사에 관한 기초시험

제 3 세부과제: 톱밥대용재를 이용한 퇴비화 기술의 농가 실용화를 위한 연구

- 1) 퇴비화과정에서 질소, 탄소 등의 변화 조사
- 2) 퇴비화 과정에서 양이온(K, Ca, Mg, Na 등)의 조사
- 3) 퇴비화 과정에서 음이온(Cl, NO₃, PO₄, SO₄ 등)의 조사
- 4) 톱밥 혼합시와 전분박 혼합시 퇴비화 과정의 차이 조사

2차년도

제 1 세부과제: 전분박 탈수기술 및 퇴비화 기술개발

- 1) 사료배합 원료용 탈수방법 (키토산 첨가 탈수)

- 2) 적정 처리농도, 탈수효율, 탈수속도 등 조사
- 3) screw press의 현장 적용을 위한 압착탈수기의 제작 조건

제 2 세부과제: 토양성질과 작물생육에 미치는 영향 연구

- 1) 제주도 토양처리시 식물양분 성분 변화 조사
- 2) 토양시비시 토양 및 작물에 미치는 영향조사

제 3 세부과제: 톱밥대용재를 이용한 퇴비화 기술의 농가 실용화를 위한 연구

- 1) 사양시험, 전분박 혼합비율간 증체량, 사료섭취량, 사료비, 경영비 조사
- 2) 사료용으로 이용시 경제성 분석

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

1) 톱밥 대용 전분박 탈수기술 개발

탈수전 전분박의 수분함량은 90% 내외로 돈분퇴비를 제조할 때 톱밥 대용으로 사용할 수 없기 때문에 전분박의 탈수에 미치는 요인을 분석하여 최적 조건을 구하고 대정농협 전분공장 현장에서 시험용으로 제작한 screw press의 탈수 효율을 검증하였다.

전분박의 탈수효율은 pH가 낮을수록 높아졌다. 그러나 전분박의 pH를 인위적으로 낮추는데는 별도의 비용이 소요되며 탈수전분박의 pH가 낮을 경우에는 사용에 제한을 받기 때문에 pH 하강에 의한 탈수효율의 증대는 실용성이 없었다. 전분박의 저장기간이 길어질수록 탈수효율은 커졌다. 따라서, 전분박이 11월부터 익년 4월까지 발생하는데 발생 즉시 처리하는 것보

다 일정기간 보관후 탈수시키는 것이 탈수효율을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

전분박의 탈수에 가장 효과가 크며 실용성이 있는 것은 소석회 처리인 것으로 나타났다. 소석회를 처리했을 때 pH가 11 내외로 높아지기 때문에 소석회를 첨가한 탈수전분박을 돈분퇴비 제조에 이용했을 때 산성토양이 대부분인 제주도 토양에 처리했을 때 개량시키는 효과가 있을 것으로 생각된다. 소석회는 처리량이 많을수록 탈수효율은 높아졌으며, 시험용 screw press의 압축비 1/6을 감안했을 때 0.5% 처리하는 것이 효율적이었다. 소석회 0.5%, screw press 1/6로 압축했을 때 탈수전분박의 수분함량은 65% 내외를 나타내어 톱밥대용으로 사용했을 때 효과가 있을 것으로 평가되었다.

2) 탈수 전분박을 이용한 돈분퇴비 제조기술 개발

톱밥과 탈수 전분박을 돈분과 1:1:0(돈분 : 톱밥 : 전분박의 혼합비), 1:0.75:0.25, 1:0.5:0.5로 처리하여 퇴적 송풍식으로 퇴비를 제조하면서 깊이별, 온도, 수분함량, 전질소, 음이온 및 양이온의 변화를 조사하였다. 일반적으로 농가에서 쉽게 퇴비화 과정을 측정할 수 있는 온도는 1:0.5:0.5 처리구가 뚜렷하게 빠른 시간내에 높아져서 장시간 동안 높은 상태가 유지되어 톱밥 대용을 사용했을 때 발효의 문제점은 없을 것으로 예상되었다. 그러나, 수분함량은 전분박을 많이 혼합한 처리구에서 많았는데 이는 탈수전분박 중의 수분함량이 높기 때문으로 생각된다.

전질소 함량은 처리구간 큰 차이 없이 0.5~1.0%를 유지했다. NO₂ 함량은 5cm에서는 초기에 함량이 높았으나, 심층으로 내려갈수록 시간이 경과한 후에 서서히 높아졌다. 20cm와 35cm에서의 NO₂ 함량은 1:1:0 처리구가 다른 처리수에 비해 현저히 많았다. 5cm 깊이에서의 NO₃ 함량은 시간이 경과함에 따라 급격하게 높아졌으며, 심층에서는 전분이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구 및 1:0.75:0.25 처리구에서는 20일 이후에야 높아지기 시작했다. SO₄ 및 PO₄의 함량은 처리구간 큰 차이를 보이지 않았다. 반면에 Cl 함량은 톱밥만 처

리한 1:1:0 처리구가 전분을 혼합하여 처리한 1:0.75:0.25 처리구와 1:0.5:0.5 처리구에 비해 높은 수준을 유지하였다.

전분박 혼합비가 클수록 K 함량이 높았으며, 특히, 전분박 혼합비가 큰 1:0.5:0.5 처리구는 전깊이에서 톱밥 처리구에 비해 가장 높았다. 전분박이 혼합된 1:0.75:0.25 처리구에서 Ca 함량이 높게 나타났으며, 전분을 혼합하여 제조한 부산물퇴비가 산성토양에 처리했을 때 좋은 효과를 나타낼 것으로 기대된다. Mg 및 Na 함량은 처리구간 큰 차이가 없었다.

3) 작물재배에 미치는 영향

초기생육시 초장은 톱밥혼합 부산물퇴비와 전분박혼합 부산물퇴비가 화학비료 단용처리구에 비해 컸으나, 그 이후에는 통계적으로 처리구별 차이가 나타나지 않았다. SPAD reading値는 파종후 40일 조사치에서 1:1:0 처리구가 가장 높았으나 60일 이후에는 처리구간 차이를 보이지 않았다. 莖數는 톱밥 또는 전분박을 혼합하여 제조한 부산물비료를 처리한 경우에 무처리구에 비해 많았다. 그러나, 톱밥과 전분박 혼합의 차이는 나타나지 않았다. 匍枝數는 전분박이 가장 많이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구에서 10.9개로 가장 많았고, 다음으로 1:0.75:0.25, 1:1:0 순이었다. 반면에 莖直莖 및 지상부건물중은 퇴비시용구가 무비구에 비해 양호한 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다.

30g미만의 塊莖數는 퇴비시용구가 무비구에 비해 많아지는 추세를 보였으나, 처리구 간에는 차이가 없었다. 31-50g, 51-80g에서도 이와 유사한 경향을 나타내었으나 80-120g, 120g 이상의 괴경수는 1:0.75:0.25 처리구와 1:0.5:0.5 처리구가 다른 처리구에 비해 많았으며, 일반퇴비 및 무비구가 적은 것으로 나타났다. 총괄괴경수는 1:0.5:0.5 처리구가 가장 많았으며, 1:1:0 처리구, 1:0.75:0.25 처리구는 비슷하였다. 총괄 괴경수는 퇴비 무비구에 비해 톱밥 또는 전분박 혼합 퇴비처리구가 높게 나타났다. 또한, 톱밥혼합 퇴비처리구인 1:1:0 처리구와 전분박 처리구인 1:0.75:0.25 처리구의 괴경수량은 비

숫하였으며, 1:0.5:0.5 처리구는 이들 처리에 비해 많았다. 따라서, 전분박을 혼합하여 제조한 퇴비가 피경수에 미치는 효과는 톱밥혼합 퇴비에 비해 긍정적인 것으로 보인다.

80g미만의 塊莖收量은 각 처리간에 일정한 경향을 보이지 않았으나 81-120g 및 120g이상의 피경수량은 무비구에 비해 퇴비처리구의 피경수량이 현저히 높았으며, 퇴비처리구 사이에는 1,765~1,982kg/10a로 비슷하였다.

상서율은 전분박을 1:0.75:0.25 및 1:0.5:0.5 처리구에서 86% 내외로 높게 나타났다. 더랭이병 이병율 및 발병도는 전분박이 많이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구에서 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. 그러나 앞으로 전분박을 혼합하여 부산물퇴비를 제조했을 때 나타날 수 있는 문제점은 더랭이병 이병율 및 발병도를 가장 고려해야 될 것으로 생각된다.

엽중 N, P, K, Ca 등의 함량은 무처리에 비해 퇴비처리구가 많았으며 처리구 간에는 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다.

4) 사료용 전분박 탈수 기술개발

염화칼슘 첨가량이 많을수록 전분박의 탈수효율이 좋아 감자전분박의 수분제거율이 증가하였다. 염화칼슘은 고구마전분박의 0.25%만 첨가하여도 수분제거 효과가 좋았고 0.5%첨가로 25%정도의 수분제거 효과가 있었다. 고구마전분박의 pH가 염화칼슘 첨가에 따라 4.5부근까지 떨어지고 있고, 가장 좋은 수분제거율을 보여주는 0.5%농도에서 고구마 전분박의 pH는 5 정도로 조사되었다.

키토산은 산용액에서는 양이온성 전기를 띠고 있는 고분자 전해질이기 때문에 양이온성응집제로서 주로 식품공장에서 폐수처리제로서, 또 제조공정에 있어서 청징, 침강, 여과촉진제로서 이용되고 있다. 키토산 I 을 첨가하였을 때 최고의 수분제거율은 감자전분박에서 12%, 고구마 전분박에서 15.96% 로 조사되어 소석회, 염화칼슘, 키토올리고당에 비해 훨씬 탈수효과가 낮은 것으로 나타났다. 키토산 II 을 전분박에 첨가하였을 때 pH가 중성부

근까지 변화하고 있다. 감자전분박의 경우는 키토산 II를 혼합함으로써 수분제거율을 5.2%까지 높일 수 있었으나, 이는 소석회, 염화칼슘 및 키토올리고당에 비해 약 1/3~1/4 정도 낮은 수분제거율이다. 고구마전분박의 경우 원 전분박의 원심분리에 의한 수분제거율은 8.11%이나 식품용키토산을 첨가하였을 때 8.9%수분제거율을 보이고 있어 감자전분박과는 달리 키토산II에 의한 탈수효과는 없었다. 이는 키토산 I의 첨가로 고구마 전분박의 수분제거율이 약2배 정도 증가를 보이고 있는 것과는 다른 현상으로, 감자, 고구마 전분박 모두 키토산II 보다는 키토산 I이 탈수보조제로서 좋은 효과를 보이고 있다. 따라서 같은 키토산이라 할지라도 정제정도에 따라 즉 키틴에서 키토산제조공정에서 탈아세틸화 정도에 따라 전분박의 보수력에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

감자전분박의 수분제거율과 pH변화를 살펴보면 키토올리고당 첨가로 수분제거율이 0.5%까지는 급격히 증가하고 있고, 키토올리고당 1%에서 전분박의 수분제거율을 23%까지 높일 수 있었다. 고구마 전분박의 경우 수분제거율은 키토올리고당 0.5% 첨가까지는 급격히 증가하다가 그 이상의 농도에서는 더 이상 수분효과를 보이지 않고 있어 γ -키토올리고당 0.5% 첨가로도 충분한 탈수효과를 볼수 있을 것으로 생각된다. γ -키토올리고당은 키토산 I이나 키토산II를 탈수보조제로 사용하였을때와 비교해볼 때 전분박의 수분제거를 즉 탈수효과를 현저하게 증가시키고 있다. 이는 γ -키토올리고당이 키토산을 가수분해하여 저분자화하여 제조된 것으로 저분자화 처리로 인해 전분박의 수분과 작용할 수 있는 표면적이 증가로 전분박의 보수력을 더 감소시켰기 때문으로 여겨진다. γ -키토올리고당의 첨가로 인한 전분박의 pH 변화가 거의 없어 키토올리고당의 첨가는 소석회와는 달리 전분박의 pH에 영향을 주지 않으면서 소석회나 염화칼슘과 거의 동등한 탈수효과를 보이고 있어, 경제적인 문제만 해결된다면 탈수 전분박 가축의 사료로 이용을 위한 가치를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

5) 전분박 급여가 양돈 발육에 미치는 영향

전기 16일간 일반 관행법으로 사양하고 그 이후 30일간 전분박을 혼합한 사료를 사용했을 때 증체량은 일반 관행법은 50.9 ± 7.3 kg, 처리 I구는 45.6 ± 7.9 , 처리 II구는 44.2 ± 8.7 kg으로 전분박을 혼합한 사료를 투여했을 때 증체량이 가장 적었다. 또한, 일당 증체량도 전분박 대체비율이 상승함에 따라 증체량이 감소하였으며, 일일사료섭취량도 많았다.

도체중과 도체율은 처리에 관계없이 평균체중이 높은 순으로 도체중과 도체율은 높게 나타났다. 등지방 두께는 전분박 40%를 대체한 처리구가 가장 두꺼웠으며, 80%처리구와 대조구 순으로 나타나 옥수수를 전분박으로 대체한 구가 등지방두께가 높았으나 유의적인 효과는 나타나지 않았다.

도체에 대한 체중등급별 분포는 전분박 대체율이 높을수록 등급이 낮게 나타나는 경향을 보였다. 일반 관행법은 A등급 8.3%, B등급 66.7%로서 B등급 이상이 75%였으나, 처리 I구는 A등급 9.1%, B등급 27.3%로서 B등급 이상이 36.4%였다. 반면에 전분박의 혼합비율이 많은 처리 II구는 A등급은 없었으며, B등급이 27.3%로서 전분박 혼합비율이 많을수록 등급은 낮아지는 경향이였다. 총사료비와 돼지 판매금액을 가지고 처리별로 비교하여 경제성을 분석했을 때 단순경영손익 계산에서도 전분박 대체비율이 높을수록 경영소득은 떨어지는 경향을 보여 주었다.

6) 실용화 및 현장 적용

본 연구의 결과를 실용화하기 위해 1일 75톤의 전분박을 처리할 수 있는 용량의 screw press를 전분공장에 설치했을 때 기존의 투기방법으로 처리하는데 소요되는 경비에 비해 경제적이었으며, 참여업체인 (주)삼다비료와 탈수전분박을 이용한 부산물퇴비의 제조에 대한 연구를 연구종료 후에도 후속 연구로 계속 진행할 예정이다.

2. 활용에 대한 건의

본 연구를 통하여 중산간 매립 또는 해양투기 방법으로 처리하던 일반 폐기물인 전분박의 퇴비화와 사료화 재료로서의 재활용할 수 있는 방법이 제시되었다. 특히, 본 연구의 대상으로 삼은 양돈단지와 감자 주산단지는 제주의 서부지역의 대정과 환경에 분포되어 있어서 상호 이익이 되는 방향으로 실용화할 수 있을 것으로 기대된다.

특히 부산물 퇴비 제조시 돈분 혼합용으로 사용했을 때 톱밥 이용 때보다 빠른 시간 내에 온도가 높아지고 지속시간이 길어 부숙화에 긍정적인 효과가 있는 것으로 판단되며, 퇴비화 과정에서 조사한 성분들이 톱밥을 사용한 것과 큰 차이가 없어 톱밥 대용으로서의 가치가 있는 것으로 평가된다. 이와 같은 방법으로 제조된 부산물퇴비를 감자재배에 이용했을 때 초장, 괴경수, 품질 등에 있어서 톱밥을 이용한 것과 큰 차이가 없었으며, 일부 더 양호한 면도 있었다. 그러나 제주도 감자재배에서 가장 큰 문제점인 더듬이병 발병율과 이병율이 톱밥퇴비에 비해 약간 높기 때문에 이에 대한 면밀한 검토가 있어야 될 것으로 생각된다.

또한, 탈수한 전분박을 비육돈에 사료용으로 급여했을 때 등지방 두께, 일단 증체율, 도체등급이 낮았으며, 경영손익이 일반 관행 급여에 비해 낮아 경제성은 낮을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구를 활용하기 위해서는 탈수시킨 전분박을 톱밥 대용으로 사용하는 것이 가장 경제적이며 효과적으로 생각된다. 이를 실용화시키기 위해서는 전분공장에 탈수기의 설치 등에 소요되는 기본시설 설치 경비와 해양 투기 또는 매립에 소요되는 경비와 경제성을 분석했을 때 충분히 있는 것으로 평가되었다.

SUMMARY

I. Title

Development of Swine Manure Composting Technology Using Starch Pulp as a Substitute of Saw Dust

II. Objectives and Significance of the Research

Swine breeding has been considered to be one of the most competitive industries in Cheju under the WTO system. However, it has a problem in treating the waste. In addition, potato production occupies 24% of the domestic. The income is more than 100 billion won, which is next to that of the citrus orchard.

Cheju province subsidized the facilities of organic fertilizing, swine waste treatment mixing with saw dust, and liquid fertilizer storage to prevent contaminating ground water from the swine wastes. However, it requires too much cost for purchasing the saw dust that is necessary to treat the swine wastes. In many instances, the supply of saw dust is lacking, compared to 30,200 ton of the demand, of which the most comes from the main land. Therefore, alternatives for saw dust should be developed.

Starch pulp is agricultural side product which is made after extracting starch from potato and sweet potato. Depending upon the status of harvesting potato and sweet potato, and water contents in it, starch pulp amounts to 10,000 to 50,000 ton. Since being classified into non-toxic waste, starch pulp had been landfilled in the mid-mountain area until the first half in 1990's. Recently, landfilling was changed into sea-dumping due to a potential groundwater contamination.

Under these circumstances, the development of reusing the starch pulp

is expected to contribute to growing the swine industry in Cheju. In addition, a proper treatment of starch pulp is expected to contribute to maintaining a reasonable price for potato and sweet potato.

Accordingly, the objectives of this study is to develop the technology of treating starch pulp. The research is composed of four parts: 1) to find a reuse of the starch pulp by dehydrating, 2) to check the probability of alternating saw dust to starch pulp, 3) to investigate the effects of applying the starch compost on crop cultivating, and 4) to identify the probability of using for swine feed.

III. Contents and Scope of the Research

This study was scheduled to develop the technology of substituting saw dust for starch pulp that is classified into non-toxic waste for 3 years. However, it was cut to 2 years for putting the results to practical use earlier. On the other hand, the initial project was rescheduled to identify the probability of using starch pulp for swine feed, because the feed price suddenly rised from IMF crisis. The details of this study are as follows.

- Chapter 1.** Development of dehydrating technology of starch pulp as an alternative for saw dust
- Chapter 2.** Development of swine manure composting technology using the dehydrated starch pulp
- Chapter 3.** Effects of applying starch compost on crop cultivating
- Chapter 4.** Development of dehydrating technology of starch pulp for feeding
- Chapter 5.** Effects of feeding starch pulp on swine growth
- Chapter 6.** Practical using and field application

IV. Results of the Research

Chapter 1. Development of dehydrating technology of starch pulp as an alternative for saw dust

Since the water content of starch pulp was about 90% before being dehydrated, starch pulp had not been used as an alternative for saw dust while composting swine manure. Therefore, we performed to analyse the factors helping to dehydrate starch pulp, to obtain the optimum conditions, and to test the screw press that was designed by the Dae-jung agricultural association and set at the starch factory.

The efficiency of dehydrating starch pulp increased as pH decreased. However, it was not practical to enlarge the dehydrating efficiency by lowering pH value, because additional costs need lowering pH artificially, and its usage could be limited. The efficiency of dehydrating starch pulp became higher as the storage period was getting longer. Although the starch pulp is by-produced during November to April of the next year, the efficiency of dehydrating starch pulp can be higher with longer period.

The treatment of Ca(OH)_2 was most practical for dehydrating starch pulp. Because treating Ca(OH)_2 increase to about pH 11, the dehydrated starch pulp for swine manure composting could be expected to improve the soil acidity when being treated on the acid soils like in Cheju. As Ca(OH)_2 increased, the dehydrating efficiency became improved. The concentration of 0.5% treating was effective when considering 1/6 the press ratio of the screw press. When treating 0.5% slaked lime concentration, the water content of dehydrated starch pulp appeared about 65%, meaning that it was effective as a substitute for saw dust

Chapter 2. Development of swine manure composting technology using the dehydrated starch pulp

We investigated the changes in temperature, water content, total nitrogen, anion and cation with depth while treating 1:1:0, 1:0.75:0.25 and 1:0.5:0.5 the mixing ratio of swine manure, saw dust, and dehydrated starch pulp and composting by piling and blowing methods. For the temperature that can observe the process of the composting in agricultural, 1:0.5:0.5 treatment were apparently heightened within the fastest time after treatment and maintained for the longest time. The 1:0.5:0.5 treatment was expected to have no problem in composting even though starch pulp was used as an alternative for saw dust. However, the water contents were higher as starch pulp content increased, which was due to high water contents in the dehydrated starch pulp.

Total nitrogen contents ranged from 0.5% to 1.0%, irrespective of the treatment. Nitrite contents were largest for 5cm deep in the initial stage, but nitrite contents became gradually large with depth as days passed. Nitrite contents between 20cm and 35cm deep were apparently larger for 1:1:0 treatment with no starch pulp than the other two. Nitrate contents for 5cm deep were steeply large with the days passing. Those in deeper layers began to become large after 20 days for 1:0.5:0.5 and 1:0.75:0.25 treatment mixed with starch pulp. The contents of sulfate and phosphate showed no significant difference among treatments. On the other hand, chloride contents became larger for 1:1:0 treatment with saw dust than the other two treatments with starch pulp.

As the mixing ratio of starch pulp was high, potassium contents were large, especially, 1:0.5:0.5 treatment that had largest ratio of starch pulp had the highest potassium contents in all depths, compared with saw dust treatment. For the treatment of 1:0.75:0.25, calcium contents were large. Accordingly, swine manure mixed with starch pulp was expected to have good effect when treated on acid soils. The contents of magnesium and sodium showed no significant difference among treatments.

Chapter 3. Effects of starch compost treating on crop cultivating

Plant heights in first growth stage were higher for the treatment of saw dust compost and starch pulp compost than the treatment of chemical fertilizer, but after the stage, there were no significant difference among treatments. SPAD reading value appeared highest for 1:1:0 treatment after seeding, but no significant difference was found after 60 days. The number of stems were larger for the treatment of saw dust compost or starch pulp compost than no treatment. However, the difference between mixing ratios of saw dust or starch pulp was not significant. The number of tubers were most for 10.9 in 1:0.5:0.5 treatment, following 1:0.75:0.25 and 1:1:0. On the other hand, tuber diameter and top dry matter weight tended to be larger for manure treatment than no treatment but there was no significant difference.

The tubers of no more than 30g tended to be large for manure treatment, compared with no treatment, but there was no significant difference among treatments. Those between 31 and 50g and 51 and 80g tended to be similar to the former, but those of more than 120g were larger for 1:0.75:0.25 and 1:0.5:0.5 treatments than the rest. Total number of tubers were largest for 1:0.75:0.25, and those for 1:1:0 and 1:0.75:0.25 were similar. In addition, for 1:1:0 treatment with saw dust compost and 1:0.75:0.25 treatment with starch pulp compost, the number of tuber were similar and those with 1:0.5:0.5 treatment were larger than the others. Accordingly, the effects of treating starch pulp compost on the number of tubers were more affirmative than those of saw dust compost.

Tuber yield of not more than 80g tended to be different, but those of between 81 and 120g and more than 120g were apparently larger for the compost treatment than no treatment. The tuber yield between compost treatments ranged from 1,765 to 1,982 kg/10a. The ratio of marketable tuber appeared large to be about 86% for 1:0.75:0.25 and 1:0.5:0.5 treatments. Ratio of infected common scab on potato tubers tended to be highest for 1:0.5:0.5 but there were no statistical significance. However,

when compost was made by mixing starch pulp in future, the solutions to the occurrence of infected common scab must be considered. The contents of N, P, K, Ca in leaf were larger for the compost treatment than no treatment, but no significant difference was observed.

Chapter 4. Development of dehydrating technology of starch pulp for feeding

As the addition of CaCl_2 increased, the efficiency of dehydrating starch pulp became improved so that the water removing ratio of potato starch pulp increased. Although CaCl_2 was 0.25% added to sweet potatoes, the water removal was improved. When 0.5% added, the efficiency of water removal was about 25%. The pH of sweet potato starch pulp decreased to about pH 4.5 by adding CaCl_2 . The concentration of 0.5% CaCl_2 that showed the best water removing ratio was investigated to be about pH 5.

Since chitosan is a polymer electrolyte having cationic charge in acid solution, it has been used as cationic coagulant in food factory as well as stimulator for clarifying, precipitating, and filtering. Adding chitosan I, the maximum water removal was investigated to be 12% for potato starch pulp, and 15.96% for sweet potato starch pulp, which indicated much lower dehydration than lime, calcium chloride and keto-oligosaccharide. Adding chitosan II to the potato starch pulp, pH value varied to about neutral. The dehydration of potato starch pulp could be improved to be 5.2% by mixing chitosan II, which were about 1/3 to 1/4 times lower than lime, calcium chloride and keto-oligosaccharide. The dehydration of sweet potato starch pulp by centrifuging were 8.11%, but when chitosan for food was added, the dehydration was 8.9%. Unlike potato starch pulp, chitosan II showed no dehydrating effect. That was different from showing 2 times the dehydration of sweet potato starch pulp by adding chitosan I, which showed better effect on helping dehydrating than chitosan II. Accordingly, although the same chitosan

was there, the clarifying extent may appear to affect the moisture content of starch pulp.

When observing the dehydration of potato starch pulp and the pH change, adding keto-oligosaccharide steeply increased the dehydration to 0.5%, and 1% adding could increase the dehydration to 23%. For sweet potato starch pulp, the dehydrating steeply increased until adding keto-oligosaccharide to 0.5%, but in more than the concentration, the dehydrating no longer increased, from which we may conclude that 0.5% γ -keto-oligosaccharide addition could obtain enough dehydrating effect. The γ -keto-oligosaccharide apparently increased the dehydrating effect, compared with using chitosan I or chitosan II as a dehydrating helper. That was due to hydrolysing chitosan to be a lower molecule of γ -keto-oligosaccharide, which helped to enlarge the surface area to respond to the water molecules on the starch pulp and to reduce the water holding capacity of starch pulp. While adding γ -keto-oligosaccharide did not affect the pH value of starch pulp, it showed the same effect of dehydrating as lime or CaCl_2 . If the cost problem could be solved, treating γ -keto-oligosaccharide for dehydrating may be estimated to be valuable for the dehydrated starch pulp to be used for feeding

Chapter 5. Effects of feeding starch pulp on swine growth

When swines were bred for 16 days by traditional method, and feed mixed with starch pulp was used for the following 30 days, weight was $50.9 \pm 7.3\text{kg}$ for traditional method, $45.6 \pm 7.9\text{kg}$ for treatment I, and $44.2 \pm 8.7\text{kg}$ for treatment II in which feeding mixed with starch pulp was smallest in weight growth. Weight growth per day decreased as the ratio of replacement to starch pulp and the daily feed intake increased.

Carcass weight and carcass rate were proportional to the order of average weight, irrespective of treatments. Backfat was the thickest when 40% feed was replaced by starch pulp, and following 80% treatment and

no treatment. Backfat thickness was large while maize was replaced by starch pulp, however no significant difference was observed.

The distribution of weight grades for swine body tended to be lowered as ratio of replacement to starch pulp was high. Traditional method was 8.3% for A grade, 66.7% for B grade, which amounted to 75% for higher than B grade. Treatment I was 9.1% for A grade and 27.3% for B grade, which amounted to 36.4% for higher than B grade. On the other hand, treatment II that the mixing ratio with starch pulp was large had no A grade and 27.3% for B grade, which tended to be lowered as the mixing ratio with starch pulp increased. Analysing cost and benefit by comparing the treatments, the managing profit tended to be reduced by simple calculation of cost and benefit

Chapter 6. Practical using and field application

When screw press that has the capacity of 75 ton starch pulp per day was set to put this study result into practice, it was economic, compared with the costs for the existing dumping and/or landfilling. We are going to study this project with Samda fertilizer co. which is one of the participating companies.

V. Suggestion for the Application

Starch pulp was classified into non-toxic waste, being landfilled or dumped into the sea. However, through this study, reusing starch pulp for composting and feeding was suggested. Especially, since both swine complex and potato cultivating area are distributed in the western part of Cheju island, this results are expected to be used for giving benefits to each other.

Especially, starch pulp mixing with swine manure rised the

temperature more rapidly than saw dust and kept that longer, indicating that there is an affirmative effect on maturing the compost. The components investigated in the process of composting were similar to when saw dust was used, suggesting that starch pulp is enough to be alternated for saw dust. Besides, when the compost was used for cultivating potato, there was no significant difference between saw dust and starch pulp in plant height, number of stems and tubers, and the quality. But a problem should be checked that occurrence and infection of common scab were higher in using starch pulp compost than in using saw dust.

When the dehydrated starch pulp was fed for swine, backfat thickness, weight growth per day, and carcass grade was low. In addition, because management benefit was lower than conventional feed, it is expected to be less commercially-viable. Therefore, one of the most economic, effective use of starch pulp is to substitute for saw dust. When we compared the cost required to set the dehydrator in the starch factory with that of dumping and/or landfilling, it is economic enough to put the starch pulp composting into practice.

CONTENTS

Summary	i
Contents	xxiv
Chapter 1. Introduction	1
Section 1. Research purpose	1
Section 1. Research background	3
Chapter 2. Development of dehydrating technology for starch pulp	5
Section 1. Introduction	5
Section 2. Materials and methods	6
1. Materials and reagents	6
2. Dehydrating ratio by centrifuging	6
3. Changes in water contents with pressing	6
4. Investigating factors affecting the dehydration of starch pulp	7
5. Field application experiment	7
Section 3. Result and discussion	8
1. Composition of starch pulp	8
2. Dehydration ratio by centrifuging and pressing	10
3. Field dehydration effect of self-designed screw press	16
Section 4. Conclusion	19
Chapter 3. Development of swine manure composting technology using the dehydrated starch pulp	21
Section 1. Introduction	21
Section 2. Materials and methods	22
1. Swine manure, starch pulp, and saw dust	22

2. Composting conditions	22
3. Mixing ratio of swine manure, saw dust, and dehydrated starch pulp	23
4. Composition changes during the composting process	23
Section 3. Results and discussion	24
1. Temperature changes during the composting process	24
2. Water content changes with depth during the composting process	25
3. Changes in total nitrogen contents	27
4. Changes in NO ₂ contents	27
5. Cation content changes during the composting process	32
Section 4. Conclusion	37
Chapter 4. Effects of compost treating on crop cultivating	38
Section 1. Introduction	38
Section 2. Materials and methods	39
1. Materials and experimental sites	39
2. Treatment of starch pulp compost	39
3. Investigation of leaves, stems and tubers	39
4. Sampling	40
Section 3. Results and discussion	40
1. Effects on plant height	40
2. Effects on number of tubers and stem diameters	42
3. Effects on tubers	44
4. Effects on the infection and occurrence of common scab	47
5. Effects on component contents in plants	49

Section 4. Conclusion	53
Chapter 5. Development of dehydrated technology for feeding starch pulp	
Section 1. Introduction	55
Section 2. Materials and methods	56
1. Materials and reagents	56
2. Pretreatment of dehydrating helper	56
3. Water content reduce by centrifuging	56
4. Water content change to screw pressing	56
Section 3. Results and discussion	57
1. Water content decrease of starch pulp to adding CaCl ₂	57
2. Water content decrease and pH change of starch pulp to adding chitosan I	58
3. Water content decrease and pH change of starch pulp to adding chitosan II	59
4. Water content decrease of sweet potato starch pulp to adding γ -chitooligosaccharide	60
5. Water content change sweet potato starch pulp to pressing	61
6. Water content change with pressing time after adding 0.5% γ -chitooligosaccharide to sweet potato starch pulp	62
7. Water content change to pressing time after adding 0.5% CaCl ₂ to sweet potato starch pulp	63
Section 4. Conclusion	64
Chapter 6. Effects of feeding starch pulp on swine growth	66
Section 1. Introduction	66

Section 2. Materials and Methods	67
1. Experimental swine	67
2. Experimental period	67
3. Treatment	67
4. Methods	67
5. Feed mixing ratio	67
Section 3. Results and Discussion	68
1. Feeding efficiency	68
2. Carcass performance	69
3. Cost and benefit analysis	70
Section 4. Conclusion	71
Chapter 7. Practical using and field application	73
Section 1. Introduction	73
Section 2. Consideration for field application	73
Section 3. Result and Discussion	74
1. Data aquisition for putting dehydrator setting into practice	74
2. Composting using dehydrated starch pulp	80
Section 4. Conclusion	81
References	82

목 차

요약문	i
목차	xxiv
제 1 장 서론	1
제 1 절 연구개발의 목적과 범위	1
제 2 절 연구배경	3
제 2 장 전분박 탈수 기술 개발	5
제 1 절 서론	5
제 2 절 재료 및 방법	6
1. 재료 및 시약	6
2. 원심분리에 의한 수분 제거율	6
3. 압축에 따른 수분함량 변화	6
4. 전분박 수분 제거에 미치는 요인 조사	7
5. 현장 적용실험	7
제 3 절 결과 및 고찰	8
1. 전분박의 조성	8
2. 원심분리 및 압축에 의한 수분탈수율	10
3. 자체 제작한 screw press의 현장 탈수 효과	16
제 4 절 결론	19
제 3 장 탈수전분박을 이용한 돈분퇴비 제조 기술개발	21
제 1 절 서론	21
제 2 절 재료 및 방법	22
1. 돈분, 전분박 및 톱밥 재료	22
2. 퇴비 제조 조건	22
3. 돈분 톱밥 및 탈수전분박의 혼합비율	23

4. 퇴비화 과정 중 성분변화	23
제 3 절 결과 및 고찰	24
1. 퇴비화 과정중 온도변화	24
2. 퇴비화 과정중 깊이별 수분함량 변화	25
3. 전질소함량의 변화	27
4. 퇴비화 과정중 음이온함량 변화	27
5. 퇴비화 과정중 양이온함량 변화	32
제 4 절 결론	37
제 4 장 작물생육에 미치는 영향	38
제 1 절 서론	38
제 2 절 재료 및 방법	39
1. 재료 및 시험장소	39
2. 전분박 발효퇴비 처리	39
3. 생육형질 조사	39
4. 시료채취	40
제 3 절 결과 및 고찰	40
1. 초장에 미치는 영향	40
2. 莖數, 匍枝數, 莖直莖에 미치는 영향	42
3. 塊莖에 미치는 영향	44
4. 더덩이병 이병을 및 발병도에 미치는 영향	47
5. 식물체중 성분함량에 미치는 영향	49
제 4 절 결론	53
제5장 사료용 전분박 탈수 기술개발	55
제1절 서론	55
제2절 재료 및 방법	56
1. 재료 및 시약	56

2. 탈수보조제 전처리	56
3. 원심분리에 의한 수분 감소율	56
4. 압축에 따른 수분함량 변화	56
제3절 결과 및 고찰	57
1. 염화칼슘 첨가농도에 따른 전분박의 수분제거율	57
2. 키토산 I 첨가에 따른 전분박의 수분제거율과 pH 변화	58
3. 키토산 II 첨가농도에 따른 전분박의 수분제거율과 pH 변화	59
4. γ -키토올리고당 첨가농도에 따른 감자전분박의 수분제거율	60
5. 압착에 따른 고구마 전분박의 수분제거율과 수분함량	61
6. 고구마 전분박에 0.5% γ -키토올리고당 첨가후 압착시간에 따른 수 분제거율과 수분함량	62
7. 고구마 전분박에 0.5% 염화칼슘 첨가시 압착시간에 따른 수분제거 율과 수분함량	63
제4절 결 론	64
제 6 장 전분박 급여가 양돈 발육에 미치는 영향	66
제 1 절 서론	66
제 2 절 재료 및 방법	67
1. 공시 돼지	67
2. 시험기간	67
3. 처리내용	67
4. 시험방법	67
5. 시험 사료의 배합비율	67
제 3 절 결과 및 고찰	68
1. 사료효율	68
2. 도체성적	69
3. 경제성 분석	70

제 4 절 결론	71
제 7 장 실용화 및 현장 적용	73
제 1 절 서론	73
제 2 절 현장 적용 고려사항	73
제 3 절 결과 및 고찰	74
1. 탈수기 설치 실용화를 위한 기초자료	74
2. 탈수전분박을 이용한 부산물퇴비의 제조	80
제 4 절 결론	81
참고문헌	82

제1장 서론

제1절 연구개발의 목적과 범위

전분박은 고구마와 감자로부터 전분을 추출한 후에 발생하는 셀룰로스의 함량이 높은 물질로서 C/N 비가 매우 높아 자연조건하에서는 분해속도가 매우 느린 일반 폐기물에 속한다. 전분박은 유해물질이 전혀 포함되어 있지 않아 과거부터 사료와 유기질 비료로 사용되어 왔으나 현재는 적절한 처리 방법이 제시되지 않아 매년 제주도에서 문제로 대두되고 있으며, 특별한 처리 대책없이 폐기물 처리업자가 수거하여 제주도 한라산 중산간 지역에 매립에 의해 처리하고 있다. 그러나, 이와 같은 처리방법은 지하수를 오염시킬 위험성이 매우 높기 때문에 매년 문제점으로 대두되고 있으며, 연 약 25억 원의 처리비용은 전분산업의 사양화를 유도하고 감자, 고구마 가격의 불안정을 초래하고 있다. 따라서, 전분박을 톱밥대용 부자재로 이용할 경우에 구입비가 전혀 들지 않을 뿐만 아니라 전분박을 처리할 수 있고 축산분뇨의 처리의 자원으로 이용할 수 있어서 일석이조의 효과를 얻을 수 있다. 전분박은 약 90%의 수분함량을 갖고 있으며, 끈적끈적한 상태로서 취급 및 처리가 매우 어려워 다른 용도로 사용하는데 어렵다.

제주도의 축산업중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있고 대외 경쟁력이 있는 양돈산업은 육질이 연하고 조리시 냄새가 없어 제주도의 대표적인 농산물에 속한다. 현재, 제주도에서 돼지의 사육두수는 20여만두이며, 퇴비 원료로 이용될 수 있는 가능량은 약 15만톤으로 예상하고 있다. 양돈분뇨 처리 시설 대상농가는 360여 농가이며, 이중 90% 이상이 분뇨처리시설을 갖추고 있다. 제주도에서 축산분뇨 처리에 사용되는 톱밥의 소요량은 약 3만여 톤으로 제주도의 16개 제재소에서 생산하는 양과 육지부에서 유입되는 양을 합하여도 소요량에 미치지 못한다. 돈분을 자원화하는데 또 한가지 문제점

은 톱밥의 구입비가 비싸 퇴비제조에 소요되는 경비가 판매경비를 웃돌고 있다. 이와 같은 문제점으로 대부분의 양돈농가는 적절한 방법으로 돈분을 처리하지 않고 방류함으로써 매년 돈분뇨에 의한 지하수 오염의 문제점이 사회문제화 되고 있다.

이에 본 연구의 목적과 연구범위는 처리가 어려운 전분박을 적절하게 탈수시켜 돈분퇴비 제조에 필요한 톱밥 대용으로 사용하기 위한 탈수기술 및 탈수기를 개발하고 탈수전분박을 이용한 퇴비제조 방법 및 작물재배 효과를 검토하기 위한 것이다. 또한, 1차년도 연구 후 IMF에 의한 사료 가격의 폭등으로 인해 사료용으로서의 이용 가능성을 검토하기 위한 것이다.

각 세부과제별 연구 범위는 다음과 같다.

제 1 세부과제: 전분박 탈수기술 및 퇴비화 기술개발

- 1) 톱밥과 건조전분박의 적정 혼합비율 시험
- 2) 전분박 혼합후 재료의 탄소, 질소 화합물의 변화 조사
- 3) 1/10로 축소시킨 시험용 screw press의 제작
- 4) 전분박 탈수조건 구명
- 5) screw press의 효율제고 방법 구명
- 6) 사료배합 원료용 탈수방법 (키토산 첨가 탈수)
- 7) 적정 처리농도, 탈수효율, 탈수속도 등 조사
- 8) screw press의 현장 적용을 위한 압착탈수기의 제작 조건

제 2 세부과제: 토양성질과 작물생육에 미치는 영향 연구

- 1) 실험실적으로 개발된 퇴비의 이화학적 성질
- 2) 개발 퇴비의 토양의 공극률, 용적밀도, 보수력, 투수성, 뿌리신장에 미치는 효과 조사
- 3) 토양시비시 토양 및 작물에 미치는 영향조사에 관한 기초시험
- 4) 제주도 토양처리시 식물양분 성분 변화 조사

5) 토양시비시 토양 및 작물에 미치는 영향조사

제 3 세부과제: 톱밥대용제를 이용한 퇴비화 기술의 농가 실용화를 위한 연구

- 1) 퇴비화과정에서 질소, 탄소 등의 변화 조사
- 2) 퇴비화 과정에서 양이온(K, Ca, Mg, Na 등)의 조사
- 3) 퇴비화 과정에서 음이온(Cl, NO₃, PO₄, SO₄ 등)의 조사
- 4) 톱밥 혼합시와 전분박 혼합시 퇴비화 과정의 차이 조사
- 5) 사양시험, 전분박 혼합비율간 증체량, 사료섭취량, 사료비, 경영비 조사
- 6) 사료용으로 이용시 경제성 분석

제2절 연구배경

제주도에서 감자는 전국의 24%를 차지할 정도로 비중이 크며 감귤 다음으로 조수익이 높은 농산물로서 연간 약 1,000억원의 조수익을 올리고 있다. 감자의 판매가격은 상품성 및 생산량에 의해 결정되며 전분산업은 비상품 감자의 처리 및 출하량 조절을 통해 감자가격의 조정 역할을 해 왔다.

전분박은 고구마와 감자로부터 전분을 추출한 후에 발생하는 부산물로서 일반 폐기물로 분류된다. 제주도는 과거부터 감자와 고구마를 많이 생산하였으며, 이를 이용하여 도내에 각 마을별로 40여개 이상의 전분공장이 운영되었다. 11월부터 익년 4월까지 발생하는 전분박은 탄질비가 낮아 분해가 되기 어려우면 용도가 없기 때문에 '90년대 중반까지는 한라산 중산간에 매립하는 방법으로 처리해왔으며, 지하수 오염의 위험성이 대두되면서 해양투기 방법으로 처리해 왔다. 특히, 전분을 추출하기 위해서는 필수적으로 세척 과정이 필요하며 이를 위해 모든 전분공장이 해안가에 위치해 있으며, 적정

한 처리없이 전분박을 바다로 배출했을 때 해양오염의 위험성이 매우 높으며, 이로 인한 사회문제가 자주 발생하였다.

제주도의 축산업 중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있고 대외 경쟁력이 있는 양돈산업은 육질이 연하고 조리시 냄새가 없어 '96년도에 약 6만여두가 일본 등에 수출될 정도로 WTO 체제하에서도 경쟁력이 있는 분야이다. 현재, 제주도에서 돼지의 사육두수는 약 20여만 두로서 연간 약 20만 톤의 분과 30여만 톤의 뇨가 발생하고 있으며, 이 중에서 유기질 비료로 이용될 수 있는 가능량은 분 약 15만 여톤으로 예상하고 있다. 양돈분뇨 처리시설 대상농가는 36여 농가이며, 95% 이상이 분뇨처리시설을 갖추고 있다. 이 중에서 비료화, 톱밥축사, 저장액비, 정화조 등의 퇴비 및 액비 자원화 시설 농가는 300여 농가에 이르고 있다. 이들 처리시설에서 사용되는 수분조절 및 발효를 촉진시키기 위해 톱밥을 사용하고 있으며, 톱밥의 부족시 처리시설을 운영하여 분뇨를 처리하기가 매우 어려운 형편이다.

따라서 본 연구는 처리에 곤란을 겪고 있는 전분박과 돈분을 동시에 이용하기 위한 기술을 개발하기 위한 것으로 전분박을 적절하게 탈수시켜 돈분퇴비 제조시 톱밥 대용으로 사용할 수 있는 기술을 개발함으로써 전분박에서 오는 문제점과 돈분의 처리에서 발생하는 문제점을 동시에 해결하기 위한 것이다.

제2장 전분박 탈수 기술 개발

제1절 서 론

전분박의 수분함량은 90% 이상으로 매우 높으며, 지붕이 없는 상태에서 저장하기 때문에 강우에 의해 물이 유입되어 수분함량은 더 많아진다. 전분박은 주로 섬유소, 펙틴, 전분 등 고분자 탄수화물로 구성되어 있어서 현재 일반적으로 농산물 수분탈수기로는 전분박을 타용도로 이용할 수 있는 정도의 수분함량을 유지하는데 어려움이 크다. 특히, 전분박에는 완전히 추출이 되지 않은 소량의 전분이 함유되어 있어서 수분이 첨가되면서 호화상태를 이루므로 압착에 의한 수분의 제거가 매우 어렵다. 이와 같이 수분의 제거가 어려우나 전분박 전용의 탈수기가 개발된 바는 없어, 일반적인 탈수기를 이용하므로 탈수효율이 낮으며, 그 동안 전분박을 탈수시켜 다른 용도로 사용하는데 제한 요소로 작용하였다.

colloid 상태의 분산된 입자용액에 소석회, 생석회 등의 석회물질을 첨가하여 용해된 Ca가 분산된 입자를 응집시켜 aggregate 상태를 만들며, 수분의 제거가 손쉬워 지는 것이 일반적이다. 소석회, 생석회 등은 Na 등이 다량 함유되어 있어서 입자 분산효과가 큰 간척지 토양에서 투수력을 높이기 위한 수단으로 사용되기도 하며, colloid 상의 입자를 침전시키는데 이용되기도 한다.

이에 본 장에서는 전분박을 돈분발효퇴비 제조시 톱밥대용으로 이용하기 위해 실내실험에서 탈수효과를 높이기 위한 요인을 분석하고 이를 시험용으로 제작한 screw press에 적용시켜 탈수전분박을 돈분퇴비 제조시 톱밥대용으로 사용하기 위한 요인을 구명하기 위해 수행되었다.

제2절 재료 및 방법

전분박 탈수효율에 따라 탈수전분박의 이용성이 결정되므로 실내실험으로 원심분리 및 압축방법에 따라 수분감소율을 조사하여 최적 조건을 구하고 제7장에서 자체 제작한 screw press를 사용하여 현장에서 탈수효율을 높이기 위한 최적 조건을 구하였다.

1. 재료 및 시약

전분박은 대정농협 전분공장에서 감자와 고구마를 분쇄하여 전분을 제조한 후에 발생한 전분박을 사용하였다. 탈수보조제로 사용한 소석회는 공업용 소석회((주) 백광소재), 염화칼슘은 1급 시약을 사용하였다.

2. 원심분리에 의한 수분 제거율

실내실험으로 전분박 50 g을 취하여 소석회 분말을 정량 첨가하여 잘 혼합후 30분 방치하였다가 고속원심분리기(H50A-8, Hanil Co.)로 탈수시켰다. 원심분리 속도 및 시간은 예비실험을 수행하여 최적조건인 8,000 rpm에서 20분동안 원심분리하여 상등액을 제거한 후 중량감소%를 수분감소율로 계산하였다.

3. 압축에 따른 수분함량 변화

전분박에 일정한 농도의 탈수보조제를 혼합하고 30분 방치하였다가 전분박의 압축비에 따른 수분함량의 변화를 측정하기 위하여 자체 제작한 전분박 30 ml를 담을 수 있는 스텐레스강 plunger(실린더(H5.0 cm x ϕ 3.0 cm)와 압축판(ϕ 2.98 cm)으로 구성)에 27.4g넣고 압축판 위에 저울추를 안정하게 얹어 약 1 kg/cm²로 가압하였다. 일정시간 가압 탈수된 전분박의 수분함량은 적외선 수분측정계(AD-4714A, A&D Co. Ltd., Japan)로 측정하였다.

4. 전분박 수분 제거에 미치는 요인 조사

전분박의 압착탈수에 미치는 요인은 pH, 저장기간, 처리온도, 소석회 첨가량에 따라 수분 제거효율을 조사하여 최적 탈수조건을 구하였다.

가. 최적 탈수조건의 전분박 pH

pH에 따른 수분함량은 HCl과 NaOH를 적당하게 희석하여 전분박에 첨가하여 전분박의 pH를 2 ~ 12로 조절하여 실내실험에서 압착실험을 통해 수분함량의 감소를 측정하여 최적 pH 조건을 정하였다.

나. 저장기간에 따른 최적 탈수조건

전분박은 10월 중순부터 발생하여 익년 4월까지 보관 처리한다. 따라서, 대부분의 전분공장에서는 저장탱크에 보관하면서 폐기물업자를 통해 처리하고 있으며, 저장기간에 따른 탈수효과의 변화는 전분박을 처리하는데 중요한 요인으로 작용한다. 본 연구에서 저장기간에 따른 수분제거율은 전분박을 0 ~ 8주간 저장하면서 screw press로 압착탈수하여 수분함량의 감소를 조사하였다.

다. 최적 소석회 첨가량 결정

소석회 첨가량에 따른 수분함량의 감소는 소석회를 0 ~ 0.6%로 처리 후 screw press로 압착탈수하고 수분함량의 감소를 측정하여 최적 탈수조건을 정하였다.

5. 현장 적용실험

실내실험에서 최적 탈수조건을 구하여 자체 제작한 screw press를 사용하여 대정농협 전분공장 현장에서 탈수효율을 조사하였다. screw press는 길이 1,500mm로서 1일 전분박 배출량이 75톤인 전분공장을 모델로 시험용 screw press에 1회 75kg 단위로 투입하고 소석회 0.3% 및 0.5% 첨가조건

에서 탈수전분박 함량, 배출되는 전분박량, 회수율, 작업시간 등을 조사하였다.

현장에서의 탈수효율 시험은 사진 2-1과 같이 상단좌측은 대정농협 전분공장의 전경, 상단우측은 전분박 저장소, 하단우측은 시험용 screw press를 이용한 탈수시험, 하단좌측은 적외선 수분측정계(ASD-4714A, A&D Cio. Ltd., Japan)를 사용하여 현장에서 수분함량을 측정하였다.

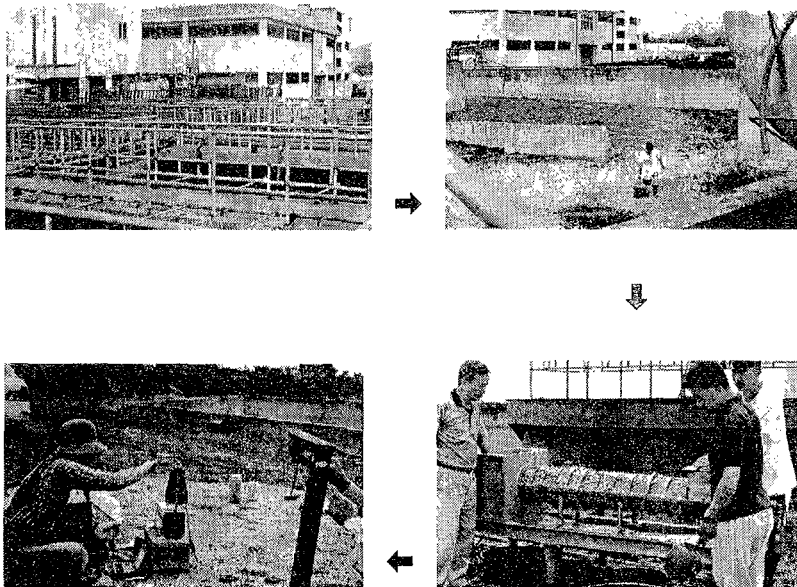


Photo 2-1. Dehydration Procedure of starch pulp using pilot plant of screw press.

제3절 결과 및 고찰

1. 전분박의 조성

본 연구의 재료로 사용한 감자, 고구마 전분박은 일반적으로 전분공장

저장탱크에 저장한다. 저장중인 전분박의 성분조성은 표2-1과 같이 수분함량은 약 92%로 매우 높으며, 소량의 전분이 함유되어 있었다. 또한, 전분박중 질소함량이 매우 낮아 탄질비가 높기 때문에 자연상태에서 분해가 어려우며, 분해가 일어난다고 하더라도 과량의 수분으로 인해 혐기적인 상태가 유지되어 심한 부패취가 발생한다.

전분박의 수분을 제외한 주요 성분은 탄수화물이었으며, 감자, 고구마 각각 건물 기준으로 95%, 93%에 달하였다. 탄수화물 중 전분박의 함수율과 관계가 깊은 성분은 섬유소, 전분, 펙틴이며 분석결과 섬유소와 전분함량은 비슷하였으나 펙틴함량이 큰 차이를 나타내는 것은 마쇄공정의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

Table 2-1. Composition of starch pulp

	water contents (%)	total protein(%)			fat (%)	ash (%)
		soluble	not soluble	total		
potato	91.91 (0)	0.041 (0.51)	0.007 (0.08)	0.048 (0.59)	0.015 (0.19)	0.298 (3.68)
sweet potato	92.0 (0)	0.008 (0.1)	0.006 (0.08)	0.014 (0.18)	0.019 (0.24)	0.28 (3.50)

carbohydrate(%)				
crude fiber	total pectin	starch	etc ¹⁾	total
1.161 (14.35)	0.45 (5.56)	2.05 (25.34)	4.068 (50.29)	7.729 (95.54)
1.31 (16.38)	3.2 (40)	2.28 (28.50)	0.897 (11.2)	7.687 (96.08)

*1) 100%에서 측정성분 값을 뺀 값임

()은 건물 기준임

2. 원심분리 및 압축에 의한 수분탈수율

가. 전분박의 pH에 따른 탈수효율

일반적으로 colloid의 응집은 pH에 의해 크게 영향을 받기 때문에 실험실내에서 전분박의 pH를 NaOH와 HCl로 변화시키면서 수분제거율을 조사하였다.

pH 변화에 따른 전분박중 수분함량변화는 그림 2-1과 같이 전분박의 처리 pH에 따라 수분제거율이 크게 변하였으며 강산성에서 잘 제거되었다. pH가 높아짐에 따라 탈수효율이 낮아지다가 pH 6.0 ~ 7.0을 기점으로 다시 높아지는 경향이였다. pH 따른 탈수효율은 고구마 전분박이 감자전분박에 비해 예민하게 변하였다.

그러나, 전분박의 탈수효율을 높이기 위해 pH 2 ~ 3의 강산성으로 만들기 위해서는 많은 양의 산을 사용하여야 하기 때문에 실용성이 부족하였다. 또한, 전분박을 산성화시켜 탈수하는 것은 퇴비제조과정 중에 미생물이 생육하기 어려운 산성조건이므로 적절한 처리방법이 아니며, 돈분발효 퇴비를 제조하고 토양에 처리했을 때 토양을 산성화시킬 가능성이 있기 때문에 전분박의 pH를 조절하여 수분제거율을 높이는 방법은 적절하지 않은 것으로 판단되었다.

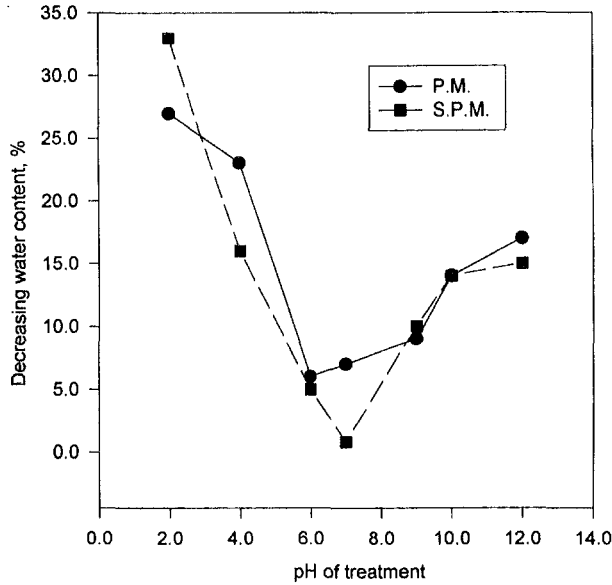


Figure 2-1. Effects of pH treatment on water content decrease of starch pulps by centrifuging at 10,000 rpm for 20 min.

나. 전분박 저장기간에 따른 수분 제거율

전분박은 11월부터 발생하여 발생 즉시 처리하지 않고 저장탱크에 저장하였다가 3 ~ 4월 경에 처리하는 것이 일반적이다. 따라서, 저장기간에 따른 탈수효율의 변화는 탈수시기를 정하는데 중요한 요인이 된다.

그림 2-2는 전분박의 저장기간에 따른 수분 제거율의 변화를 측정한 결과로서 저장기간이 길수록 수분 제거율은 높아졌다. 따라서, 돈분퇴비 제조에 사용할 전분박은 발생직 후 처리하지 않고 저장한 후에 처리하여도 가능할 것으로 생각된다. 이와 같이 저장 기간이 길수록 탈수효율이 높아지는 것은 전분박 자체에서 어느 정도의 발효가 일어나 pH가 산성으로 변하면서 수분 탈수에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

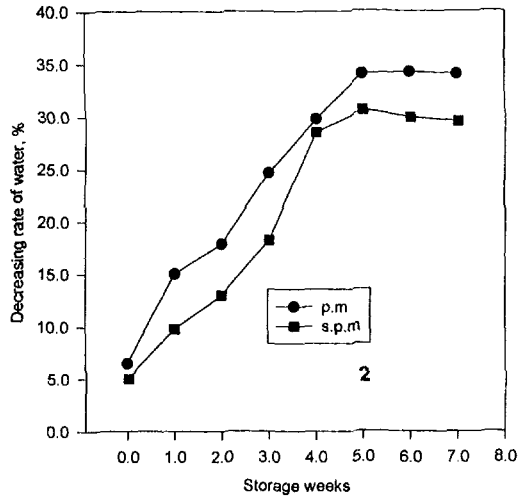


Figure 2-2. Changes in decreasing rate of water content with storage period.

다. 소석회 첨가에 의한 전분박 수분제거 효과 및 pH 변화

전분박의 탈수를 위하여 탈수제로 소석회를 사용하여 농도를 다르게 첨가하여 30분 방치후에 8000 rpm에서 20분간 원심분리 하였을 때 수분제거율을 살펴본 결과이다(그림 2-3, 2-4). 감자전분박은 원심분리에 의한 수분제거율이 0.17%로, 이는 전분박내의 수분이 탄수화물이나 단백질 등의 유기물과 강하게 결합되어 있기 때문으로 여겨진다. 따라서 감자전분박을 아무런 전처리 없이 물리적 처리로만 수분을 제거하는 일이 효율성이 낮은 것으로 판단되기 때문에 탈수보조제를 사용하였다. 감자전분박에 소석회를 첨가하였을 경우, 0.25% 첨가로도 탈수율이 현저하게 높아지고 있고, 소석회 첨가량이 0.5% 일때 수분제거율이 약 22.46%로 가장 높은 탈수율을 보이고 있다. 고구마전분박인 경우는 원심분리에 의한 수분제거율이 8.11%로 감자전분박에 비해 비교적 물리적 처리에 의한 높은 탈수효과를 나타내고 있고, 소석회를 농도를 달리하여 첨가하였을 때 원심분리 후 수분제거율은 0.25%

첨가하였을 때 24.96%로 가장 높은 탈수율을 나타내고 있다. 이는 전분박에 첨가된 소석회(石灰)가 전분박의 보수력을 저하시켜 탈수하기 쉬운상태로 만들기 때문으로 여겨진다. 그러나 소석회 첨가량이 많아질수록 수분제거율이 오히려 감소되고 있는데, 이는 고구마 전분박에 소석회를 너무 많이 혼합할 경우 고구마 전분박 입자들이 굳어져서 상당히 딱딱해지는데 아마도 이러한 현상으로 조직내에서 수분이 빠져나가는 것을 방해하는 것으로 생각되어진다.

현재 배출되고 있는 수분함량이 높은 전분박을 탈수시키기 위해 소석회의 첨가는 효과적인 방안이 될 것으로 판단되어진다. 그러나 소석회의 첨가로 전분박의 pH가 11부근까지 변화함으로써 탈수 전분박이 가축 사료로의 이용이 어려울 것으로 여겨지기 때문에 실용적인 방안이 될 수 없을 것으로 생각된다.

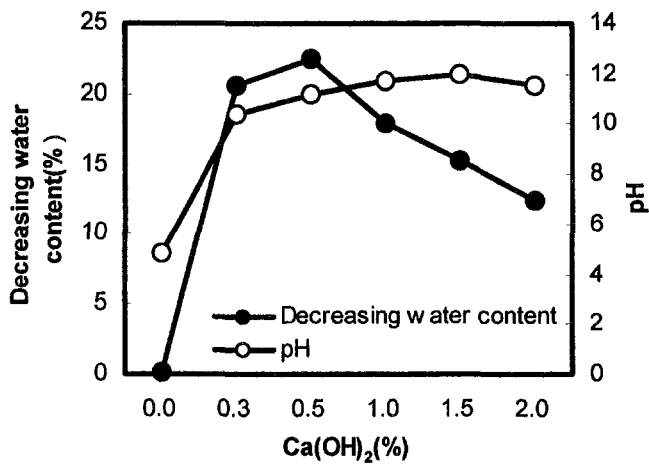


Figure 2-3. Effects of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ treatment on decreasing water contents and pH of potato starch pulps by centrifuging at 8,000rpm for 20 min.

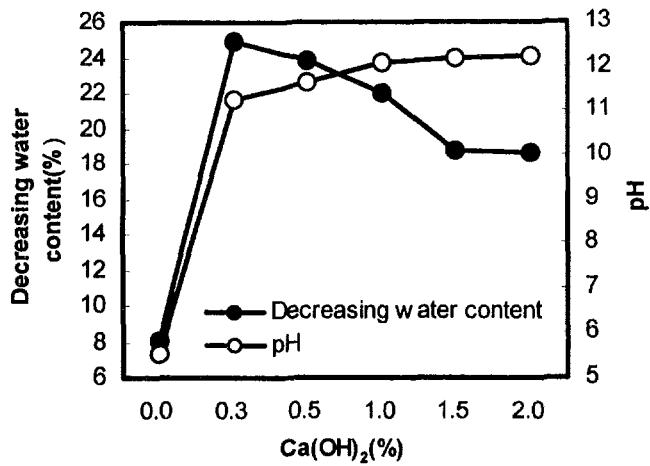


Figure 2-4. Effects of Ca(OH)₂ treatment on decreasing water contents and pH of sweet potato starch pulps by centrifuging at 8,000rpm for 20 min.

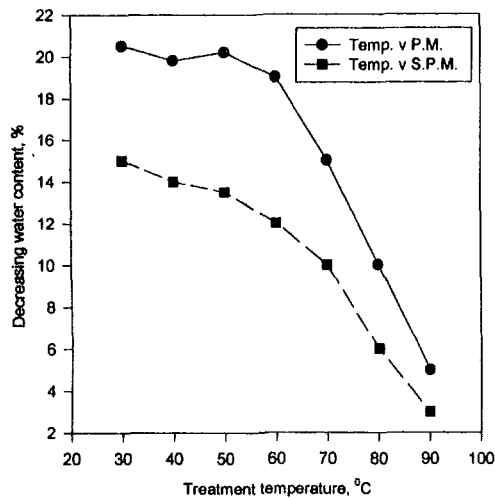


Figure 2-5. Effects of heating starch pulps on water content decrease by centrifuging at 10,000 rpm for 20 min.

라. 처리온도에 따른 수분 제거율

전분박을 가열했을 때 수분 제거율은 급격하게 감소하였다. 이는 전분박에 남아 있는 전분의 호화에 의해 탈수 효율이 떨어진 것으로 생각된다(그림 2-5).

마. 전분박 압축비에 따른 수분함량변화

전분박을 기계적으로 압착탈수하기 위한 screw press를 제작하기 위해서는 압축비에 따른 수분 제거율을 검토하여 주입구와 배출구의 압축비를 결정해야 한다. 이를 위해 실험실 조건에서 압축비에 따른 수분함량을 조사하였다.

그림 2-6은 전분박의 부피감소에 따른 수분함량 변화를 나타낸 것으로 압축비를 6 : 1로 했을 때 고구마 전분박의 수분함량은 약 78%, 감자 전분박인 경우는 73% 내외였다. 과도한 압축비 상승은 기계제작에 어려움이 많으므로 기기적인 압축비는 6 : 1로 하여 소석회 첨가 등에 의한 탈수효율을 높이고자 하였다. 또한, 이 비율에 따라 압착탈수기를 제작하였다.

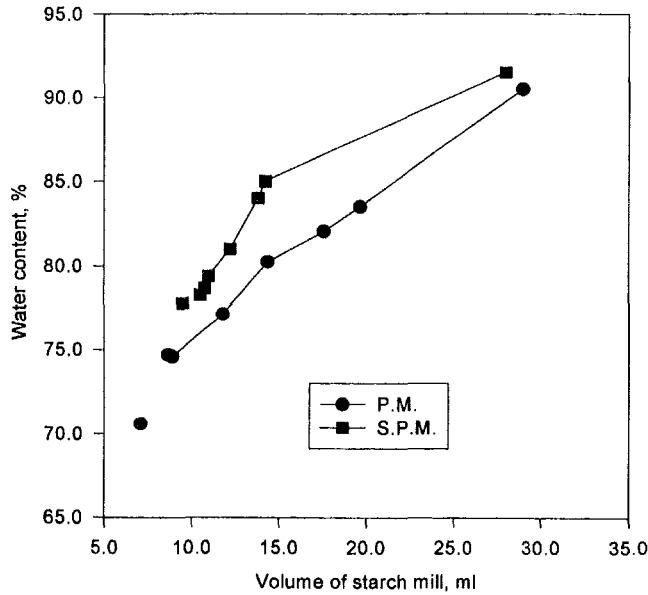


Figure. 2-6. Changes in moisture contents of starch pulps when added 0.3% slaked lime by compressing at 1kg/cm^2 for 30 min

3. 자체 제작한 screw press의 현장 탈수 효과

전분박의 수분 제거가 어려운 이유는 입자의 분산에 의한 것으로서 석회를 처리하여 colloid 입자를 응집시켜 수분 제거율을 높이고자 하였다. 소석회 첨가에 의하여 전분박의 수분 감소율은 그림 2-7과 같이 소석회 처리량이 많을수록 수분제거율이 계속적으로 증가하여 0.5%까지는 거의 직선적으로 증가하였다.

그러나, 다량의 소석회의 첨가는 탈수된 전분박의 이용성에 제한을 줄 수 있으므로 적정 소석회 첨가량을 0.5% 내외로 하였다. 특히, 탈수과정에서 첨가한 소석회로부터 용해되어 나오는 Ca는 퇴비제조과정에서도 긍정적인 효과를 나타낼 수 있으며, 생산된 퇴비를 사용하게될 제주도 토양의 대

부분이 산성화 된 것을 감안하면 산성토양 개량효과가 나타날 수 있기 때문에 소석회 처리에 의한 전분박의 탈수는 적절한 것으로 판단되었다. 이 결과를 근거로 현장에서 자체 제작한 screw press를 이용한 탈수실험에서는 소석회의 처리량을 0.3% 및 0.5%로 하여 탈수실험을 수행하였다.

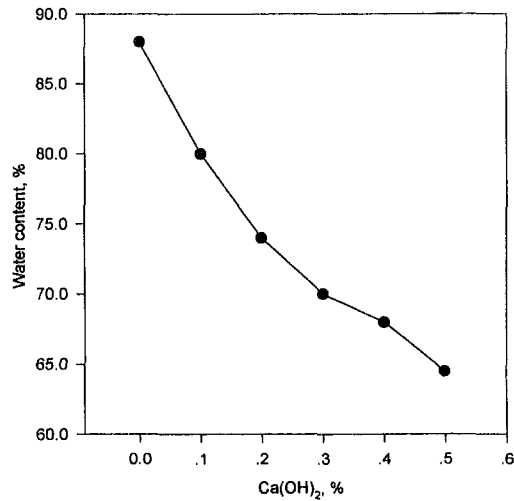


Figure 2-7. Relationship between adding percentage of slaked lime and moisture contents of starch pulps.

가. 소석회처리의 탈수효과

1일 전분박 배출량이 75톤인 대정농협 전분공장을 모델로 압착탈수 효율을 검정하기 위하여 시험용 screw press에 1회 75kg 단위로 투입하고 소석회 0.3% 및 0.5% 첨가조건에서 탈수전분박 함량, 배출되는 전분박량, 회수율, 작업시간 등을 조사하였다.

그림 2-8은 소석회를 0.3% 및 0.5%를 처리하여 수분함량을 조사한 것으로 0.3%의 소석회를 처리했을 때 배출구에서의 수분함량은 감자 73.0%, 고구마 70.1% 였으며, 0.5%의 소석회 처리시 66.0% 및 64.5%로서 실내

원심분리 및 압축에 의한 탈수효과와 비슷한 경향을 나타내었다.

특히, 소석회를 처리하지 않은 원시료 자체로는 탈수후 수분함량이 80 - 88%로서 수분함량 감소에 한계가 있으며 소석회 첨가는 경제성면에서 거의 필수적인 요소로 생각된다. 65%정도의 탈수박의 중량은 원시료의 1/4.45로 감량되고 있다. 전분박의 배출 후 경과일수에 따라 탈수율에 변화가 심하여 경과일수가 길수록 탈수가 잘되는 것은 배출 후 발효에 따른 pH 변화와 관계가 깊은 것으로 생각된다. 원시료인 경우는 감자 전분박의 탈수가 잘되나 소석회 첨가에 따른 영향은 고구마인 경우가 더 민감한 반응을 나타내었다. 연속적으로 시험용 탈수기를 작동함에 따라 같은 조건에서도 반복횟수가 증가하면 수분함량은 더 감소되고 있으나 탈수시간이 길어지는 경향을 나타내었다.

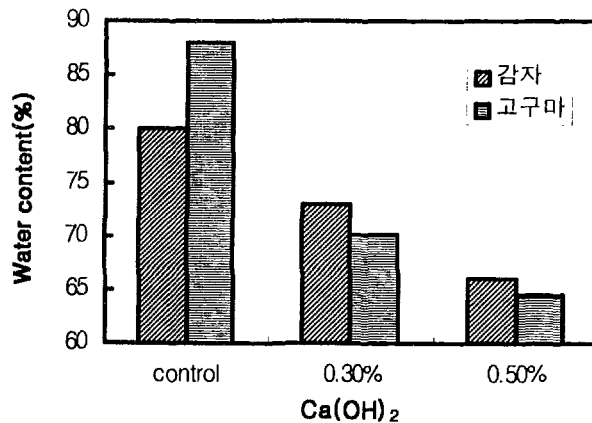


Figure. 2-8. Effects of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ treatment on water contents of starch pulp for pilot screw press in field application.

Table 2-2. Dehydration effects of pilot screw press when treated with slaked lime

sample (75kg/batch)	Output amount (kg)	Output/ input (kg/kg)	Recovery of output ¹⁾ (%)	Waste water (kg)	Operating time (min)	Total output (kg) ²⁾	
no control	potato (30) ³⁾	26	1/2.88	86.7	49	18	4
	sweet potato (50)	40	1/1.875	80	35	25	10
0.3%Ca(OH) ₂	potato (22.2)	19.5	1/3.846	87.8	55.5	14	2.7
	sweet potato (20.07)	17.8	1/4.213	88.7	57.2	22	2.27
0.5%Ca(OH) ₂	potato (17.65)	17	1/4.412	96.3	58	12	0.65
	sweet potato (16.90)	16.4	1/4.545	97.0	59.6	24	0.5

1) 이론적 배출량에 대한 실배출박량의 %

2) 이론적 배출박량에서 실배출박량을 뺀 값

3) 92% 원료에서 줄어든 수분함량에 따라 이론적으로 계산된 이론적 박량.

제4절 결 론

탈수전 전분박의 수분함량은 90% 내외로 돈분퇴비를 제조할 때 톱밥 대용으로 사용할 수 없다. 이에 본 장에서는 전분박의 탈수에 미치는 요인을 분석하여 최적 조건을 구하고 대정농협 전분공장 현장에서 시험용으로 제작한 screw press의 탈수 효율을 검증하였다.

전분박의 탈수효율은 pH가 낮을수록 높아졌다. 그러나 전분박의 pH를 인위적으로 낮추는대는 별도의 비용이 소요되며 탈수전분박의 pH가 낮을

경우에는 사용에 제한을 받기 때문에 pH 하강에 의한 탈수효율의 증대는 실용성이 없었다. 전분박의 저장기간이 길어질수록 탈수효율은 커졌다. 따라서, 전분박이 11월부터 익년 4월까지 발생하는데 발생 즉시 처리하는 것보다 일정기간 보관후 탈수시키는 것이 탈수효율을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

전분박의 탈수에 가장 효과가 크며 실용성이 있는 것은 소석회 처리인 것으로 나타났다. 소석회를 처리했을 때 pH가 11 내외로 높아지기 때문에 소석회를 첨가한 탈수전분박을 돈분퇴비 제조에 이용했을 때 산성토양이 대부분인 제주도 토양에 처리했을 때 개량시키는 효과가 있을 것으로 생각된다. 소석회는 처리량이 많을수록 탈수효율은 높아졌으며, 시험용 screw press의 압축비 1/6을 감안했을 때 0.5% 처리하는 것이 효율적이었다. 소석회 0.5%, screw press 1/6로 압축했을 때 탈수전분박의 수분함량은 65% 내외를 나타내어 톱밥대용으로 사용했을 때 효과가 있을 것으로 평가되었다.

제3장 탈수전분박을 이용한 돈분퇴비 제조 기술개발

제1절 서 론

제주도의 축산업 중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있고 대외 경쟁력이 있는 양돈산업은 육질이 연하고 조리시 냄새가 없어 '96년도에 약 6만여두가 일본 등에 수출될 정도로 WTO 체제하에서도 경쟁력이 있는 분야에 속하며 수출물량은 계속 증가하여 2001년에는 4,300만불을 수출할 것으로 전망하고 있다. 현재, 제주도에서 돼지의 사육두수는 약 20여만 두로서 연간 약 20만 톤의 돈분과 30여만 톤의 뇨가 발생하고 있으며, 이중에서 유기질 비료로 이용될 수 있는 가능량은 분 약 15만 여톤으로 예상하고 있다.

양돈분뇨 처리시설 대상농가는 36여 농가이며, 95% 이상이 분뇨처리시설을 갖추고 있다. 이중에서 비료화, 톱밥축사, 저장액비, 정화조 등의 퇴비 및 액비 자원화 시설 농가는 30여 농가에 이르고 있다. 이들 처리시설에서 사용되는 수분조절 및 발효를 촉진시키기 위해 톱밥을 사용하고 있으며, 톱밥의 부족시 처리시설을 운영하여 분뇨를 처리하기가 매우 어려운 형편이다.

제주도에서 축산분뇨 처리에 사용되는 톱밥의 소요량은 약 3만 여 톤으로 예상하고 있는데, 제주도의 16개 제재소에서 생산하는 양과 육지부에서 유입되는 양을 합하여도 소요량에 미치지 못한다. 특히, 돼지분뇨의 처리에만 일반 양돈농가에서 14,000톤, 양돈단지에서 14,700톤을 필요로 하는데 공급량이 수요량을 따르고 있지 못하고 있는 것이 현실이다.

돈분을 자원화하는데 또 한가지 문제점은 톱밥의 구입비가 비싸 퇴비를 제조해도 경제적으로 손해이기 때문에 톱밥을 대용할 수 있는 자재의 개발이 필요하다.

따라서, 제주도의 양돈산업이 경쟁력을 유지하고 현재의 양돈농가의 분

노처리시설을 충분히 활용하기 위해서는 반드시 구입비가 싸고 톱밥과 유사한 작용을 할 수 있는 톱밥 대용 발효 보조제의 개발이 시급한 실정이다.

이에 본 연구에서는 제 1장에서 탈수된 전분박을 톱밥대용으로 사용하여 탈수된 전분박의 처리 및 톱밥대용으로 사용 가능성을 확인하고 최적 퇴비 제조 조건을 구명하기 위해 수행되었다.

제2절 재료 및 방법

1. 돈분, 전분박 및 톱밥 재료

돈분은 제주농업시험장 축산과 포장에서 발생하는 것을 사용했으며, 전분박은 제5장에서 탈수시켜 수분함량이 60~65%인 탈수전분박을 사용하였다.

2. 퇴비 제조 조건

퇴비제조는 강우 등 외부 기상조건이 영향을 주는 것을 막기 위해 실내에서 수행하였다. 퇴비발효 기간 중 충분한 양의 산소를 공급하기 위해 사진 3-1과 같이 송풍발효식을 이용하였다. 예비실험 결과 송풍량이 적었을 때는 산소의 양이 부족하여 발효기간이 길었으며, 송풍량이 많았을 때는 열의 손실이 많았기 때문에 수시로 송풍량을 조절하여 최적 조건을 유지하였다.



Photo 3-1. Composting by pile and blow method

3. 돈분, 톱밥 및 탈수전분박의 혼합비율

돈분, 톱밥, 탈수전분박의 혼합비율은 용적비율로 혼합하였다. 처리구는 농가가 톱밥만을 이용하여 관행적으로 처리하는 1:1:0 처리구(돈분 500 L + 톱밥 500 L + 탈수전분박 0), 톱밥 처리량의 1/2을 탈수전분박을 혼합하는 1:0.5:0.5 처리구(돈분 500 L + 톱밥 250 L + 탈수전분박 250 L), 톱밥 처리량의 1/4을 혼합하는 1:0.75:0.25 처리구(돈분 500 L + 톱밥 375 L + 탈수전분박 125 L)로 하였다.

4. 퇴비화 과정 중 성분변화

퇴비화 과정 중 온도변화는 30 cm, 45 cm 및 90 cm 깊이에서 일일 2회 조사하였다. 전질소, NO₂, NO₃, Cl, PO₄, SO₄, Ca, Mg 및 Na 함량은 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30 및 45일이 경과된 후에 5, 20 및 35 cm 깊이에서 자체 제작한 core sampler를 사용하여 채취하였다. 분석용 시료를 채취했을 때 구멍이 생겨 온도변화 및 차기 시료채취에 영향을 줄 수 있기 때문에 채취한 지점에 처리구와 동일하게 돈분, 톱밥 및 탈수전분박을 혼합한 재료로

구멍을 메우고 표시를 하여 각기 다른 지점에서 채취할 수 있도록 하였다.

채취한 시료는 농촌진흥청 토양화학분석법 및 식물체 분석법에 따라 원자흡광광도계, 이온크로마토그래피로 정량하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 퇴비화 과정중 온도변화

제주도 양돈 농가에서 일반적으로 온도변화를 이용하여 돈분발효퇴비의 발효 여부를 판정하므로 이 기술이 농가에 이전되었을 때 적은 가격으로 온도계를 구입하여 발효 여부를 농가 스스로 판정토록 하기 위하여 퇴비화 과정중에 온도변화를 조사하였다.

전분박을 혼합한 처리구중에 1:0.75:0.25 처리구는 돈분혼합의 문제 또는 다른 요인에 의해 경향이 뚜렷하게 나타나지 않아 제외하면, 퇴적 송풍식으로 퇴비화 과정중 30 cm 깊이에서 온도는 전분박이 혼합될수록 톱밥만을 사용한 것에 비해 온도가 높아졌다(그림 3-1). 특히, 혼합 초기부터 온도가 높아져서 톱밥만을 사용한 처리에 비해 빠르게 발효가 일어나는 것으로 판단되며, 톱밥 처리구인 1:1:0 처리구가 초기에 온도가 높아졌다가 낮아지는 것에 비해 탈수전분박과 톱밥을 혼합한 1:0.5:0.5 처리구에서는 후기에도 1:1:0 처리구에 비해 10 - 20℃ 이상 높아 탈수전분박을 혼합하는 것이 톱밥만을 사용하는 것보다 돈분발효 퇴비를 제조하는데 유리할 것으로 보인다.

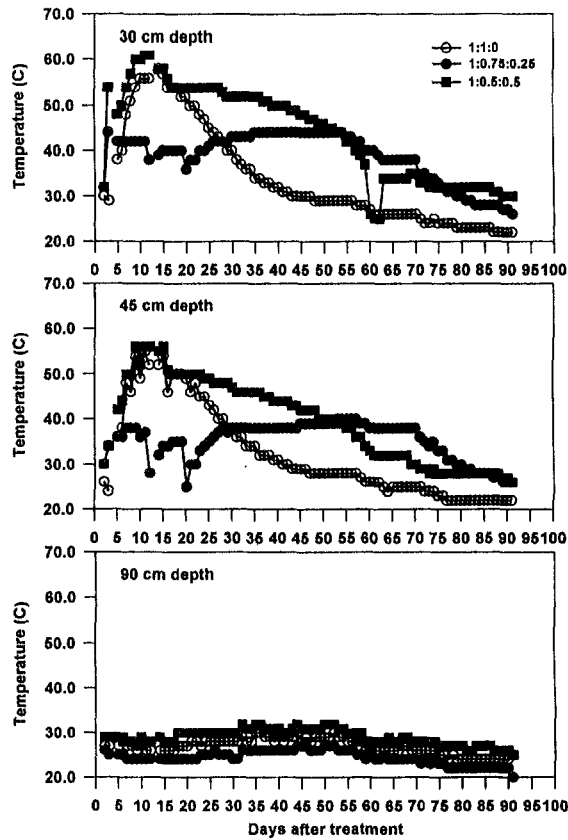


Figure 3-1. Temperature variation with depth during the composting.

2. 퇴비화과정중 깊이별 수분함량 변화

5, 20, 35 cm 깊이에서 측정한 수분함량은 1:0.75:0.25 처리구가 가장 높았으며, 톱밥만을 처리한 1:1:0 처리구와 톱밥과 전분박을 같은 양으로 처리한 1:0.5:0.5 처리구는 비슷하였다(그림 3-2).

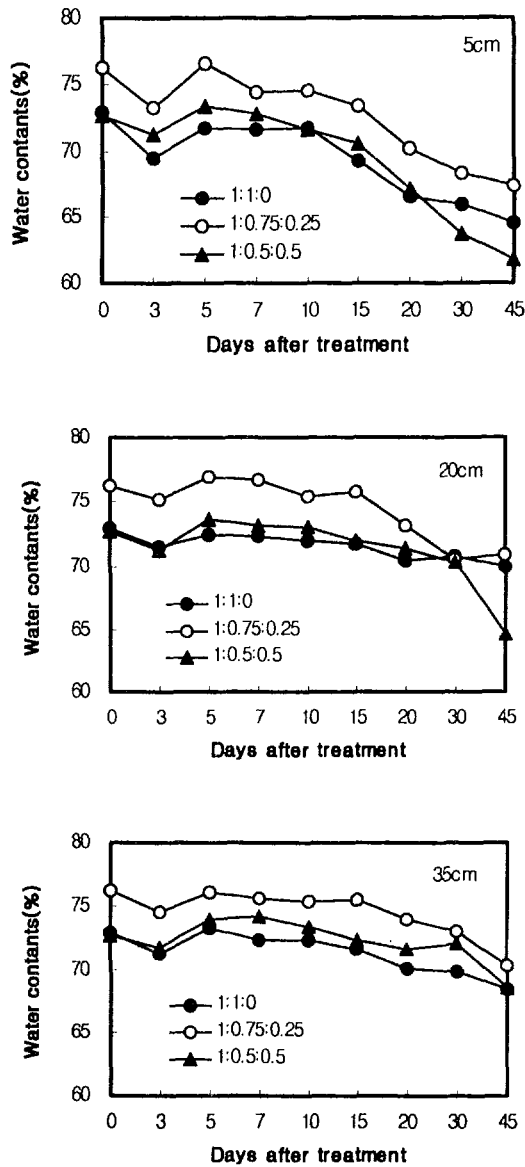


Figure 3-2. Changes in water contents with depth during the composting.

심층에 비해 표층에서의 수분감량이 빠르게 일어났으며, 발효 45일 후 표층의 수분함량은 60~65%, 심층에서의 수분함량은 65~70%의 수분함량을 나타내었다.

3. 전질소함량의 변화

처리구간 전질소함량은 큰 차이없이 0.5~1%를 나타내었다(그림 3-3). 측정 시기에 따라 변이가 큰 데 이는 시료 채취시 위치의 차이, 혼합의 적절성에 따른 데서 오는 것으로 생각된다.

4. 퇴비화과정 중 음이온함량 변화

가. NO₂ 함량변화

깊이 5cm에서는 초기에 함량이 높았으나, 하부로 갈수록 퇴비화기간이 경과한 후에 함량이 높아지기 시작했다(그림 3-4). 깊이 5cm에서 1:1:0 처리구에서 서서히 높아지기 시작하였으나 1:0.75:0.25 처리구와 1:0.5:0.5 처리구에서는 일시적으로 높아졌다가 낮아지는 경향을 보였다. 20cm와 35cm 깊이에서 NO₂의 함량은 1:1:0 처리구가 다른 처리구에 비해 높아지는 경향이 빨랐다.

톱밥을 사용한 처리구에서 NO₂ 함량은 하부와 차이없이 퇴비화 기간이 길어질수록 서서히 증가하였으나, 탈수전분박을 혼합한 처리구에서는 하층부로 갈수록 함량이 느리게 높아졌다. 이와 같은 결과는 발효과정에서 전분박중의 탄소성분과 용액중의 질소성분이 동시에 이용되기 때문으로 생각된다.

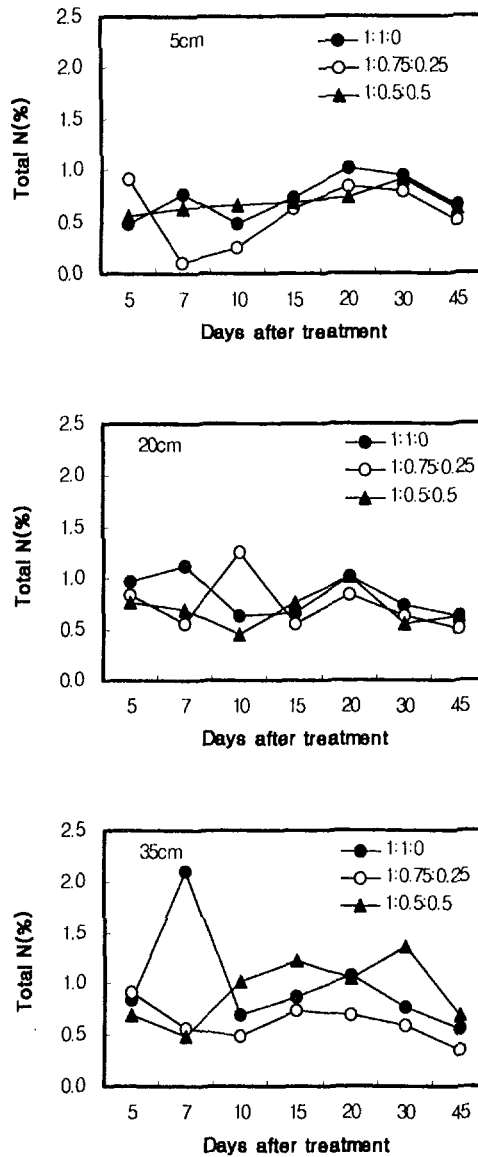


Figure 3-3. Changes in total nitrogen with depth during the composting.

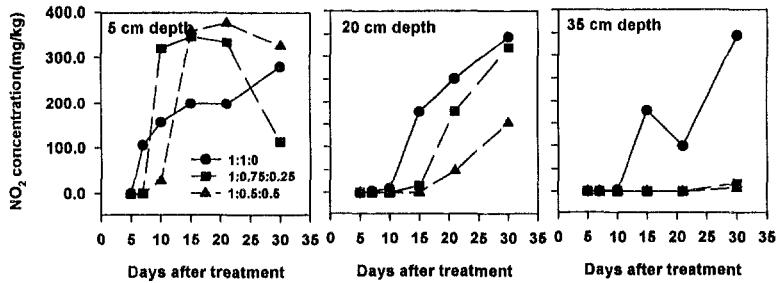


Figure 3-4. Changes in nitrite concentration with depth during the composting.

나. NO₃ 함량변화

표층에서의 NO₃ 함량은 그림 3-5와 같이 깊이 5cm에서는 모든 처리에서 시간이 경과함에 따라 서서히 높아졌다. 20cm 깊이에서 1:1:0 처리구에서 NO₃ 함량은 30일까지 높은 수준을 유지하다가 서서히 낮아지기 시작하였으며, 돈분이 혼합된 1:0.75:0.25 처리구 및 1:0.5:0.5 처리구에서는 20일 이후부터 급격히 높아지는 경향이였다. 그러나 35cm 깊이에서 1:1:0 처리구와 1:0.75:0.25 처리구에서 NO₃ 함량은 초기에 많았다가 일시적으로 적어진 후 다시 높아지는 경향이였다.

이와 같이 전분박을 혼합한 처리구에서 NO₃ 함량이 낮아지는 현상은 탈수전분박이 톱밥에 비해 분해가 용이한 섬유질로 구성되어 있기 때문에 더 빠른 속도로 분해되면서 미생물이 질소성분을 소모하기 때문으로 생각된다. 이 결과는 그림 3-4에서 표토의 NO₂가 전분박을 혼합한 처리구에서는 초기에 함량이 높아졌다가 낮아지는 현상과도 관계가 있는 것으로 보인다.

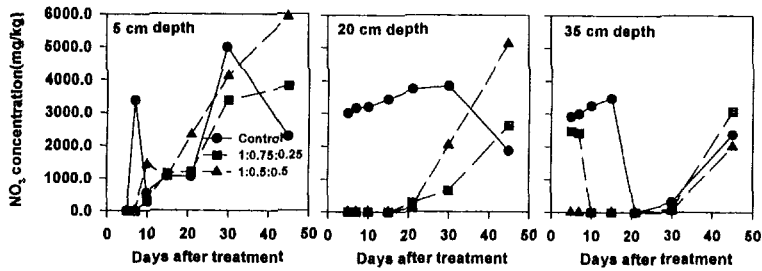


Figure 3-5. Changes in nitrate concentration during the composting.

다. PO₄ 함량변화

표층에서 1:1:0 처리구에서의 PO₄ 함량은 20일 이내에는 함량이 높아졌다가 낮아졌으며, 전분박 혼합량이 많아질수록 낮았다(그림 3-6). 반면, 깊이 20cm와 35cm에서는 1:1:0 처리구에 비해 전분박을 혼합한 1:0.75:0 처리구와 1:0.5:0.5 처리구에서 함량이 많았으며, 톱밥만을 혼합한 1:1:0 처리구에서는 후기에 함량이 많아지는 현상이 나타났다.

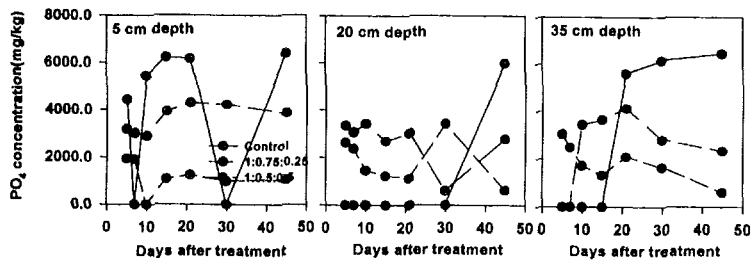


Figure 3-6. Changes in phosphate concentration during the composting.

라. SO₄ 함량변화

수용성 SO₄ 함량은 그림 3-7에서 보는 바와 같이 전층에서 전분박을 혼

합하지 않은 1:1:0 처리구에서 함량이 많았으며, 발효기간이 길어짐에 따라 많아졌다. 전분박의 혼합 처리구에서 SO_4 함량이 낮은 것은 전분박중의 탄소가 톱밥에 비해 미생물이 이용하기 쉬운 탄수화물이 많아 탄소를 이용하면서 동시에 질소와 황을 이용하기 때문에 나타난 현상이라고 생각된다. 이는 제 3세부과제에서도 전분박 처리구가 톱밥만을 사용한 1:1:0 처리구에 비해 먼저 온도가 높아지는 것으로 보아 톱밥만을 사용한 것보다 전분박을 혼합하므로써 미생물의 증식이 더 용이한 것으로 생각된다.

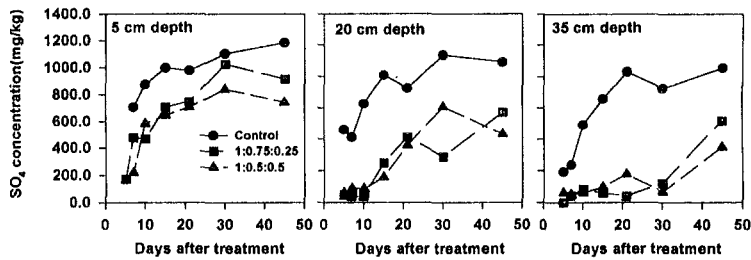


Figure 3-7. Changes in sulfate concentration during the composting period with measuring depth and mixing ratio of swine manure, saw dust and starch pulp

마. Cl 함량변화

퇴비화 기간중 수용성 Cl 이온의 변화는 그림 3-8에서 보는 바와 같이 깊이 5 cm에서는 기간이 경과함에 따라 약간 높아지며, 하부에서는 경과기간에 따라 큰 차이가 없었다. 또한, Cl의 농도는 표층 부분을 제외하고 전분박을 첨가하지 않은 처리구에서 높았다. 일반적으로 전분을 추출할 때 바닷물로 세척하는 것을 감안하면 전분박을 톱밥대용으로 사용했을 때 Cl 이온의 농도가 높을 것이라는 예상과는 차이가 있었으며, 톱밥 대용재로 사용하여 토양에 처리했을 때의 염류집적에 의한 문제점은 크지 않을 것으로 판단된다.

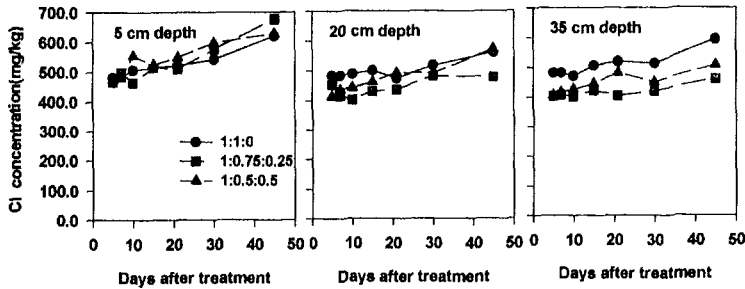


Figure 3-8. Changes in chloride concentration with depth during the composting.

5. 퇴비화과정 중 양이온함량 변화

가. K 함량변화

전분박 혼합비가 클수록 K 함량이 높은 것으로 나타났다(그림 3-9). 특히, 전분박 혼합비가 큰 1:0.5:0.5 처리구는 전깊이에서 톱밥 처리구에 비해 높았으며, 시간이 경과함에 따라 점차 증가하는 추세였다.

나. Ca 함량변화

전분박 혼합비가 클수록 Ca 함량이 높은 것으로 나타났다(그림 3-10). 특히, 전분박 혼합비가 큰 1:0.5:0.5 처리구는 전깊이에서 현저히 높은 것으로 나타났는데 표토에서는 후기에 3% 이상까지 높아졌다. 이는 전분박 탈수에 처리한 소식회의 영향으로 생각된다. 그러나 1:0.75:0.25 처리구에서는 무처리구와 거의 유사한 경향을 나타내었다.

제주도 농경지의 평균 pH는 5.0 내외로 매우 낮으며, 토양 pH 개량이 가장 큰 문제점으로 보고되고 있다. 따라서, 전분박을 이용하여 제조한 부산물 퇴비는 산성토양을 개량하는데 긍정적인 효과가 있을 것으로 생각된다.

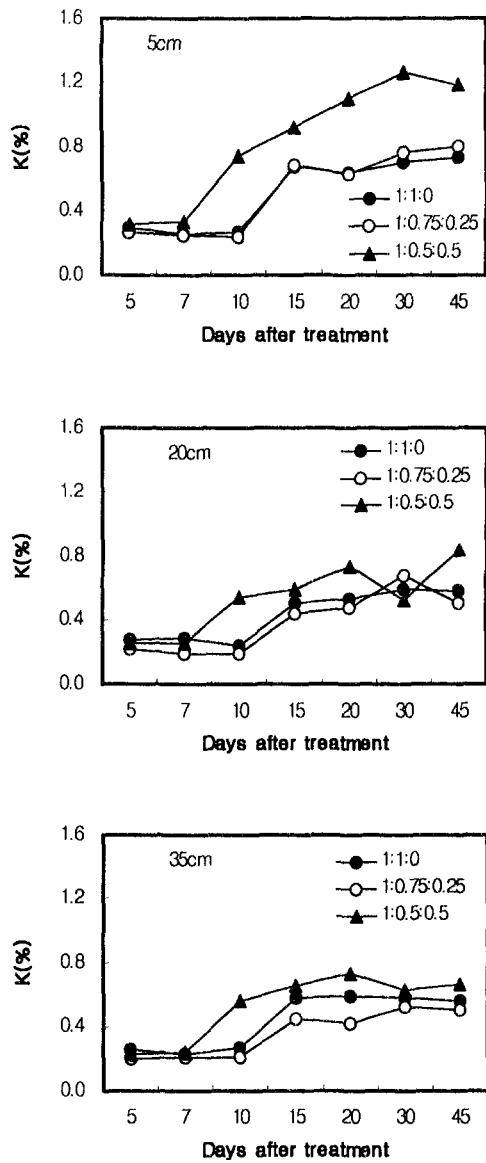


Figure 3-9. Changes in potassium contents with depth during the composting.

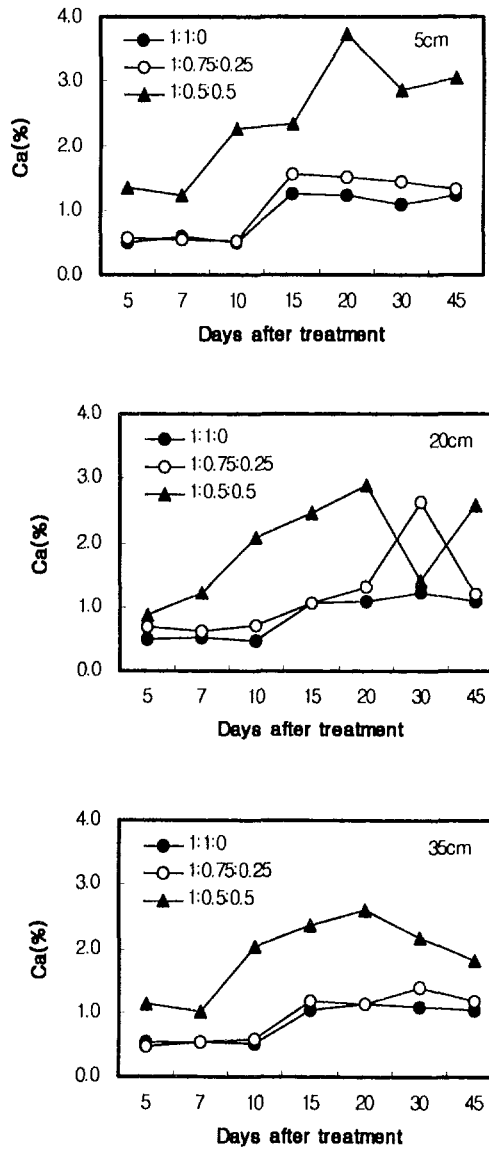


Figure 3-10. Changes in calcium content during the composting period with measuring depth and mixing ratio of swine manure, saw dust and starch pulp with treatment during the composting

다. Mg 함량 변화

Mg 함량은 초기에는 0.25% 내외로 낮았다가 10일 후부터 서서히 높아지기 시작했는데 전분박이 많이 함유된 1:0.5:0.5 처리구에서의 함량이 높은 편이었다(그림 3-11). 전체적으로 1:0.5:0.5 처리구에서 Mg 함량이 높은 편이었으며, 1:1:0 처리구와 1:0.75:0.25 처리구 사이에는 뚜렷한 차이가 없었다.

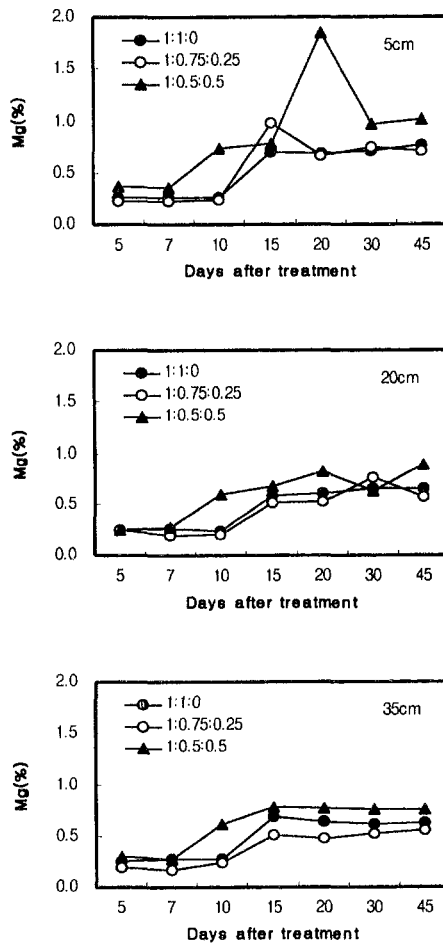


Figure 3-11. Changes in magnesium content with depth during the composting.

다. Na 함량 변화

감자와 고구마로부터 전분을 추출하기 전에 반드시 바닷물로 씻어낸다. 따라서, 전분박을 톱밥대용으로 사용했을 때 문제점으로 나타날 수 있는 것이 Na 함량이 높아질 수 있는 것인데, 그림 3-12에서 보는 바와 같이 처리 간 차이가 없는 것으로 보아 전분박을 톱밥 대용으로 사용했을 때 Na에 의한 문제점은 없을 것으로 생각된다.

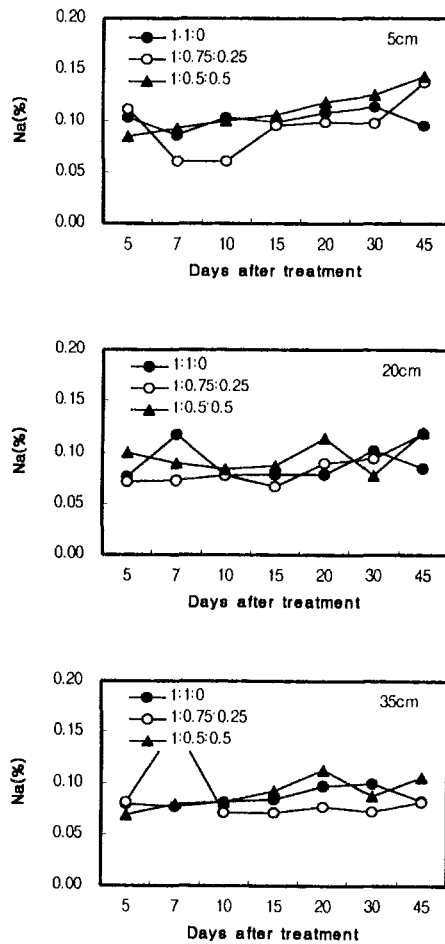


Figure 3-12. Changes in sodium contents with depth during the composting.

제4절 결 론

톱밥과 제2장에서 탈수시킨 전분박을 돈분과 1:1:0(돈분 : 톱밥 : 전분박의 혼합비), 1:0.75:0.25, 1:0.5:0.5로 처리하여 퇴적 송풍식으로 퇴비를 제조하면서 깊이별, 온도, 수분함량, 전질소, 음이온 및 양이온의 변화를 조사하였다. 일반적으로 농가에서 쉽게 퇴비화 과정을 측정할 수 있는 온도는 1:0.5:0.5 처리구가 뚜렷하게 빠른 시간내에 높아져서 장시간 동안 높은 상태가 유지되어 톱밥 대용을 사용했을 때 발효의 문제점은 없을 것으로 예상되었다. 그러나, 수분함량은 전분박을 많이 혼합한 처리구에서 많았는데 이는 탈수전분박 중의 수분함량이 높기 때문으로 생각된다.

전질소 함량은 처리구간 큰 차이 없이 0.5~1.0%를 유지했다. NO₂ 함량은 5cm에서는 초기에 함량이 높았으나, 심층으로 내려갈수록 퇴비화기간이 경과한 후에 서서히 높아졌다. 20cm와 35cm에서의 NO₂ 함량은 1:1:0 처리구가 다른 처리구에 비해 현저히 많았다. 5cm 깊이에서의 NO₃ 함량은 기간이 경과함에 따라 급격하게 높아졌으며, 심층에서는 전분이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구 및 1:0.75:0.25 처리구에서는 20일 이후에야 높아지기 시작했다. SO₄ 및 PO₄의 함량은 처리구간 큰 차이를 보이지 않았다. 반면에 Cl 함량은 톱밥만 처리한 1:1:0 처리구가 전분을 혼합하여 처리한 1:0.75:0.25 처리구와 1:0.5:0.5 처리구에 비해 높은 수준을 유지하였다.

전분박 혼합비가 클수록 K 함량이 높았으며, 특히, 전분박 혼합비가 큰 1:0.5:0.5 처리구는 전깊이에서 톱밥 처리구에 비해 가장 높았다. 전분박이 혼합된 1:0.75:0.25 처리구에서 Ca 함량이 높게 나타났으며, 전분을 혼합하여 제조한 부산물퇴비가 산성토양에 처리했을 때 좋은 효과를 나타낼 것으로 기대된다. Mg 및 Na 함량은 처리구간 큰 차이가 없었다.

제4장 작물생육에 미치는 영향

제1절 서 론

제주도의 감자는 최근 재배면적이 크게 증가하여 10a당 수확량이 2,047 kg으로 총 124,000톤이 생산되며 조수익이 1,045억원에 이른다.

전분산업은 제주도에서 재배되는 감자와 고구마 중에서 상품성이 없는 것을 이용하거나 과다생산시 출하량을 조정하기 위해 유지되는 경우가 대부분이다. 특히 본 연구의 대상으로 한 대정지역은 우리 나라 감자 주생산단지로서 대정농협이 상품성이 없는 감자, 고구마의 출하 조절용으로 전분공장을 운영하고 있다.

또한, 대정 및 대정지역과 인근한 한경지역은 양돈단지가 형성되어 있으며, 양돈폐수에 의한 지하수 오염이 심각한 실정이다. 이에 제주도에서는 각 양돈농가에 처리시설을 보조해주고 있으나 톱밥 비용의 과다지출로 유지가 어려운 실정이다.

감자는 토양의 고상 비율이 적고 투수성이 클수록 생육에 양호한 환경을 조성하며 이를 위해 매년 다량의 부산물퇴비를 사용하고 있다. 따라서 전분박을 톱밥대용으로 혼합하여 제조한 부산물퇴비가 감자의 생육에 긍정적인 효과가 있으면 지역 내 전분공장에서 발생한 전분박과 돈분을 이용하여 부산물퇴비를 제조함으로써 돈분 처리와 전분박 처리에 효과적인 방법을 제시할 수 있다.

이에 본 연구에서는 제2장에서 제조된 전분박을 이용한 퇴비를 감자재배에 적용시켜 지상부 생육에 미치는 영향과 제주도 감자재배에서 가장 큰 문제점인 더듬이병 이병을 및 발병율을 조사하여 감자용 퇴비로서의 가능성을 확인하기 위해 수행되었다.

제2절 재료 및 방법

1. 재료 및 시험장소

전분박 부산물 퇴비 시용에 따른 가을감자의 생육형질을 조사하기 위하여 수행한 시험의 공시품종은 남제주군 농업기술센터에서 분양받은 대지마 (Dejima) 감자(*Solanum tuberosum* L.)를 재료로 이용하여 비가림 비닐하우스에서 수행하였다.

2. 전분박 발효퇴비 처리

처리내용은 대조구(퇴비무비구), 1:1:0 처리구(제2장에서 제조된 돈분 1 : 톱밥 1 : 전분 0의 비율로 혼합하여 퇴적 송풍식으로 제조된 퇴비), 1:0.75:0.25 처리구 및 1:0.5:0.5 처리구로 수행하였다. 퇴비 처리량은 각각 2,000kg/10a씩 5수준으로 하였고, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 재식거리는 휴폭 70cm, 주간 20cm로 하였고, 화학비료시비는 감자전용복비 N-P-K: 10-9-12를 150 kg / 10a기준 전량 기비로 골에 뿌린후 전분박 부산물퇴비를 처리하여 복토후, 공시감자를 파종하였다.

3. 생육형질 조사

생육형질 조사는 파종후 40, 60, 80 및 100일후에, 초장은 지상부 가장 선단까지의 길이를 측정하였고, 엽록소측정치(SPAD reading)는 Chlorophyll-meter (Minolta Japan, SPAD-502)를 이용 10회 반복 측정하였다. 수확후 莖直莖, 莖數, 지상부건물중, 匍枝數, 塊莖數, 塊莖重 등을 농촌진흥청 조사기준에 의거 조사하였다. 上薯率은 50g 이상인 감자 무게 비율을 환산하였으며, 더덩이병 이병율(%)은 (병반형성괴경수/조사총괴경수)×100로 계산하였고, 더덩이병 발병도(%)는 [(0n)+(1n)+(2n)+(3n)+(4n)/조사괴경수×4] ×100 로 계산하였다(n:발생괴경수, 0: 괴경에 더덩이 병반 없음, 1:병반면적율 5%미만, 2: 5.1-10%, 3: 10.1-20%, 4: 20.1%이상).

4. 시료채취

식물체중의 분석용 시료는 엽은 파종 40일, 60일, 80일 및 100일후 시료를 채취하였고, 피경은 수확후 시료를 채취, 분석에 이용하였다. 토양시료는 처리전, 처리 40일, 60일, 80일, 수확후 등 4회에 걸쳐 채취 분석하였다. 식물체중의 T-N(%)는 질소자동분석장치(Buchi 339, Germany)를, K, Ca, Mg, Na 등의 무기성분은 原子放出分光器(Inductively-coupled plasma atomic emission spectrometer; model JY 138-Ultrace, Jobin-yvon 社, France)를 이용하여 측정하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 초장에 미치는 영향

전분박을 첨가하여 제조한 부산물퇴비와 일반적으로 제조하는 방법인 톱밥을 혼합하여 제조한 부산물퇴비의 시용이 가을감자의 초장에 미치는 효과에 대한 비교는 그림 4-1과 같다. control구는 부산물퇴비를 처리하지 않고 화학비료만 농진청 권장치를 처리한 구이며, 1:1:0은 돈분과 톱밥을 용적비로 1:1로 처리하여 제조한 비료이다. 또한, 1:0.75:0.25 처리구는 부산물퇴비 제조시 돈분:톱밥:전분박의 혼합비를 1:0.75:0.25로 혼합하여 제조했으며, 1:0.5:0.5는 돈분:톱밥:전분박의 혼합비를 1:0.5:0.5의 비율로 혼합하여 제조한 것이다.

초기생육시 초장은 톱밥혼합 부산물퇴비와 전분박혼합 부산물퇴비가 화학비료 단용처리구에 비해 컸으나, 그 이후에는 통계적으로 처리구별 차이가 나타나지 않았다.

SPAD reading値는 파종후 40일 조사치에서 1:1:0 처리구가 가장 높았으나 60일 이후에는 처리간 차이를 보이지 않았다(그림 4-2).

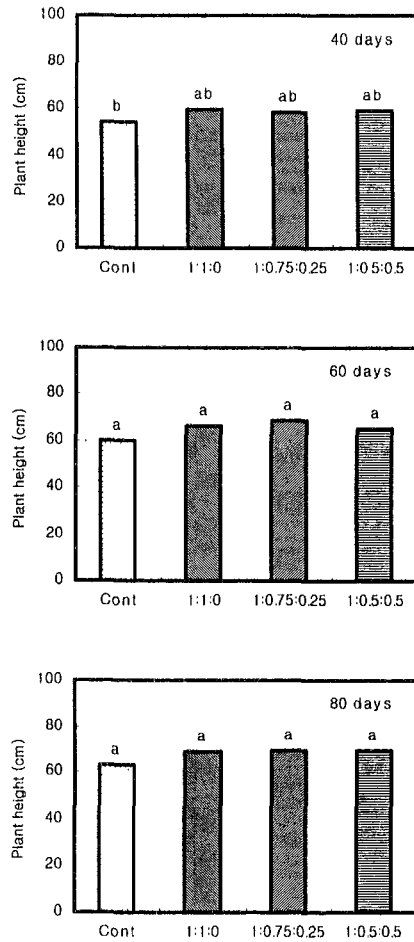


Figure 4-1. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on plant height after 40, 60, and 80 days

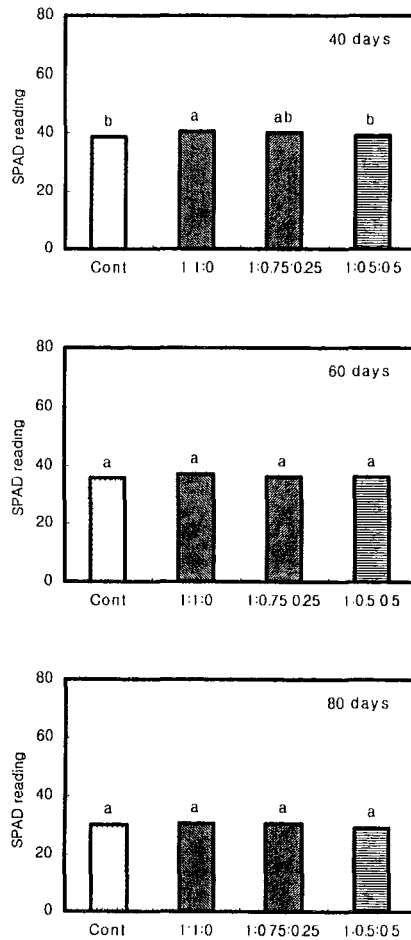


Figure 4-2. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on SPAD reading value after 40, 60, and 80 days.

2. 莖數, 匍枝數, 莖直莖에 미치는 영향

莖數는 톱밥 또는 전분박을 혼합하여 제조한 부산물비료를 처리한 경우에 무처리구에 비해 많았다(그림 4-3). 그러나, 톱밥과 전분박 혼합의 차이는 나타나지 않았다. 따라서, 돈분을 이용한 부산물퇴비 제조할 때 톱밥 대신에 전분박을 혼합하는 것은 莖數에 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다.

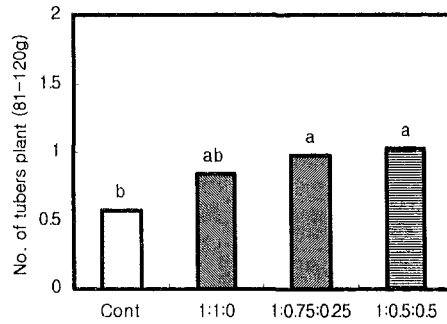


Figure 4-3. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on number of tubes.

복지수는 전분박이 가장 많이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구에서 10.9개로 가장 많았고, 다음으로 1:0.75:0.25, 1:1:0 순이었다(그림 4-4).

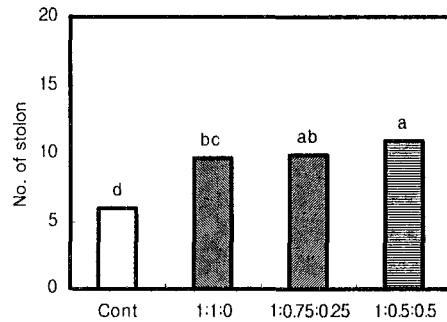


Figure 4-4. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on number of stem.

반면에 莖直莖 및 지상부건물중은 퇴비시용구가 무비구에 비해 양호한 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다(그림 4-5, 4-6).

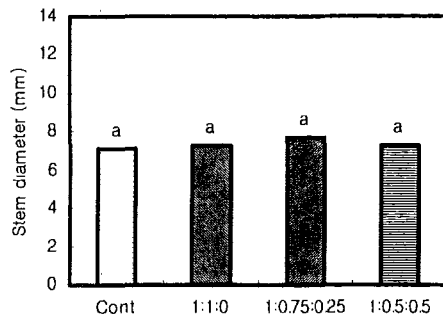


Figure 4-5. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on stem diameter.

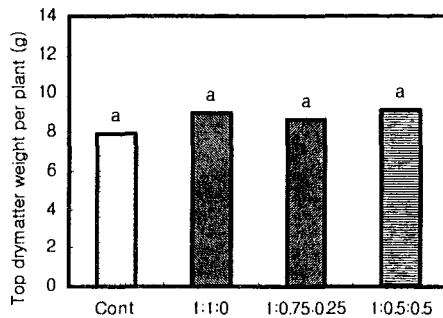


Figure 4-6. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on top dry matter weight.

3. 塊莖에 미치는 영향

30g미만의 塊莖數는 퇴비시용구가 무비구에 비해 많아지는 추세를 보였으나, 퇴비종류에서는 차이가 없었다(그림 4-7). 31-50g, 51-80g에서도 이와 유사한 경향을 나타내었다. 반면 80-120g, 120g 이상의 괴경수는 1:0.75:0.25 처리구와 1:0.5:0.5 처리구가 다른 처리구에 비해 많았으며, 일반퇴비 및 무비구가 적은 것으로 나타났다. 총괄괴경수는 Compost 1:0.5:0.5 처리구가 가

장 많았으며, 1:1:0 처리구, 1:0.75:0.25 처리구는 비슷하였다. 총괄 괴경수는 퇴비 무비구에 비해 톱밥 또는 전분박 혼합 퇴비처리구가 높게 나타났다. 또한, 톱밥혼합 퇴비처리구인 1:1:0 처리구와 전분박 처리구인 1:0.75:0.25 처리구의 괴경수량은 비슷하였으며, 1:0.5:0.5 처리구는 이들 처리에 비해 많았다. 따라서, 전분박을 혼합하여 제조한 퇴비가 괴경수에 미치는 효과는 톱밥혼합 퇴비에 비해 긍정적인 것으로 보인다.

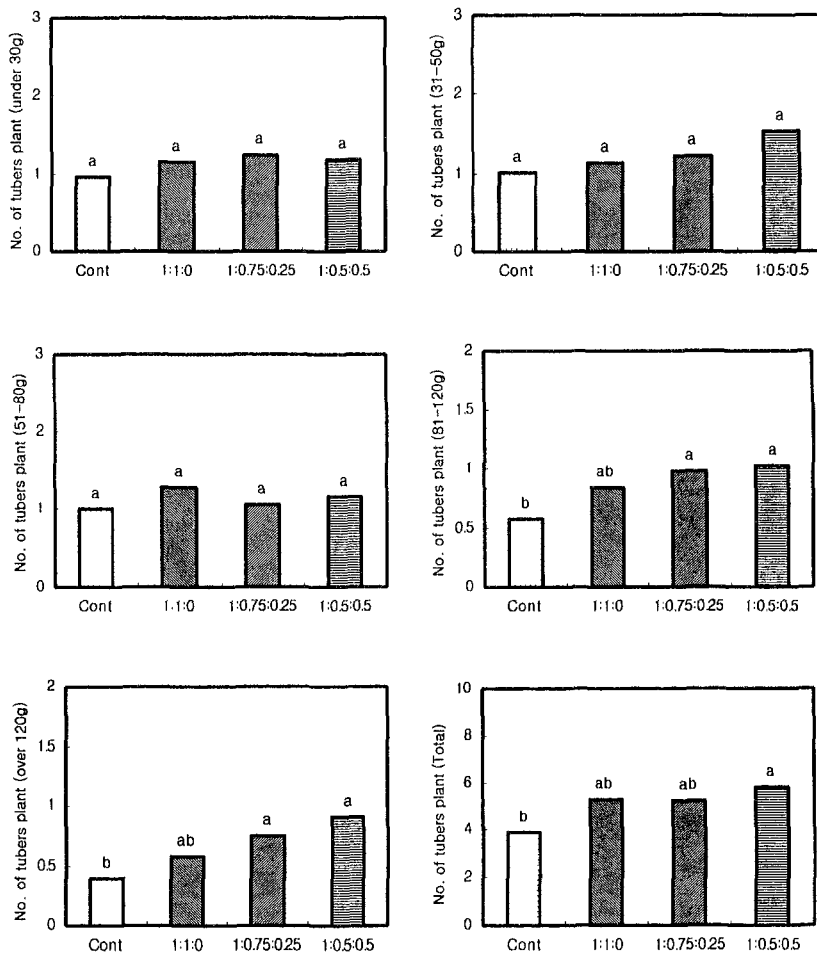


Figure 4-7. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on number of tubes.

80g미만의 塊莖收量은 각 처리간에 일정한 경향을 보이지 않았다(그림 4-8). 81-120g 및 120g이상의 괴경수량은 무비구에 비해 퇴비처리구의 괴경 수량이 현저히 높았으며, 퇴비처리구 사이에는 1,765~1,982kg/10a로 비슷하였다.

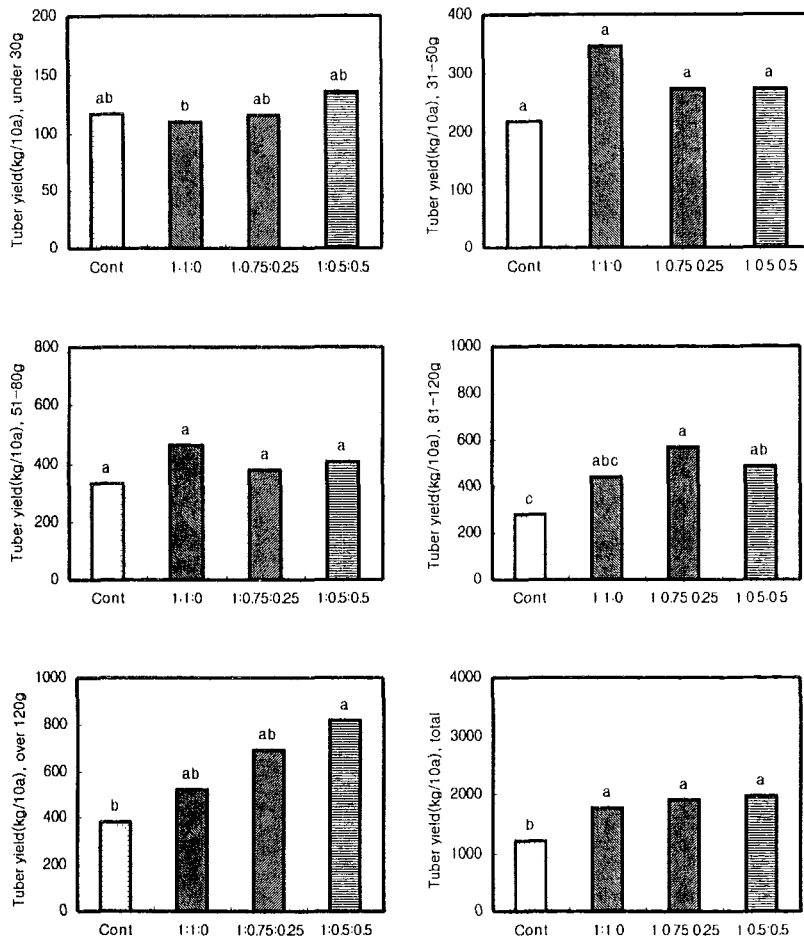


Figure 4-8. Comparison of effects of saw dust compost and starch pulp compost treatment on tuber yield.

4. 더텡이병 이병을 및 발병도에 미치는 영향

상서울은 전분박을 1:0.75:0.25 및 1:0.5:0.5 처리구에서 86% 내외로 높게 나타났다. 더텡이병 이병을 및 발병도는 전분박이 많이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구에서 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다(표 4-2). 그러나 앞으로 전분박을 혼합하여 부산물퇴비를 제조했을 때 나타날 수 있는 문제점은 더텡이병 이병을 및 발병도를 가장 고려해야 될 것으로 생각된다.

Table 4-1. Effect of compost application on ratio of marketable tuber and ratio of infected common scab.

Control	Marketable tuber ratio (%)	Ratio of infected common scab on potato tubers (%)	Mean infection of common scab area per tuber
no compost	82.16 ^{ab}	17.79 ^a	6.48 ^a
1:1:0	80.97 ^{ab}	21.81 ^a	7.59 ^a
1:0.75:0.25	85.55 ^a	17.83 ^a	6.45 ^a
1:0.5:0.5	86.42 ^a	37.61 ^a	14.00 ^a

생육중 엽 중의 질소함량은 그림 4-9와 같다. 파종 40일 및 60일후의 질소함량은 일정한 경향을 보이지 않았고, 100일후에는 퇴비시용구가 무비구에 비해 높아지는 것으로 나타났으나, 퇴비시용구간에는 차이가 없었다.

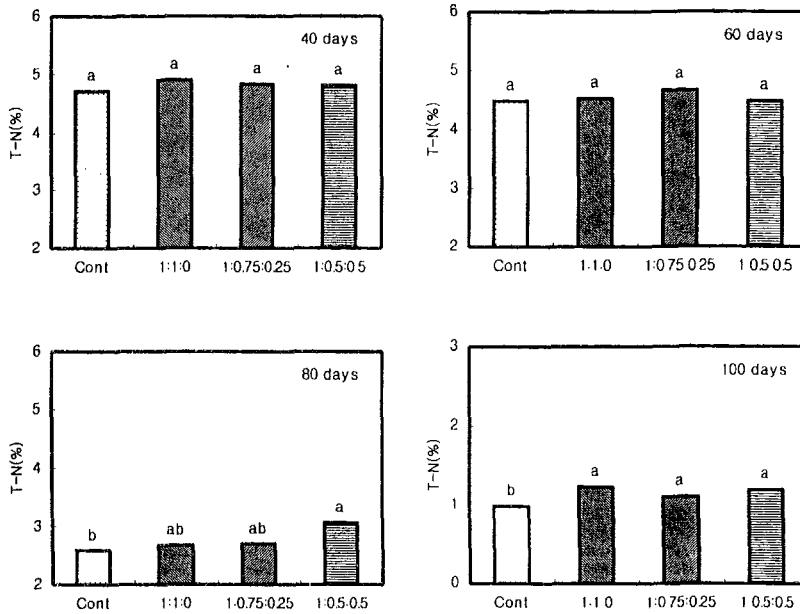


Figure 4-9. Effect of compost application on total nitrogen content in leaves after 40, 60, 80, and 100 days.

생육시기별로 파종 60일에는 엽중 질소함량이 4.5%내외였으나, 80일후에는 2.6%내외로 낮아졌으며, 100일후에는 1.0%내외가 되었다.

엽 중 인산함량은 처리구간 차이가 거의 없었다(그림 4-10).

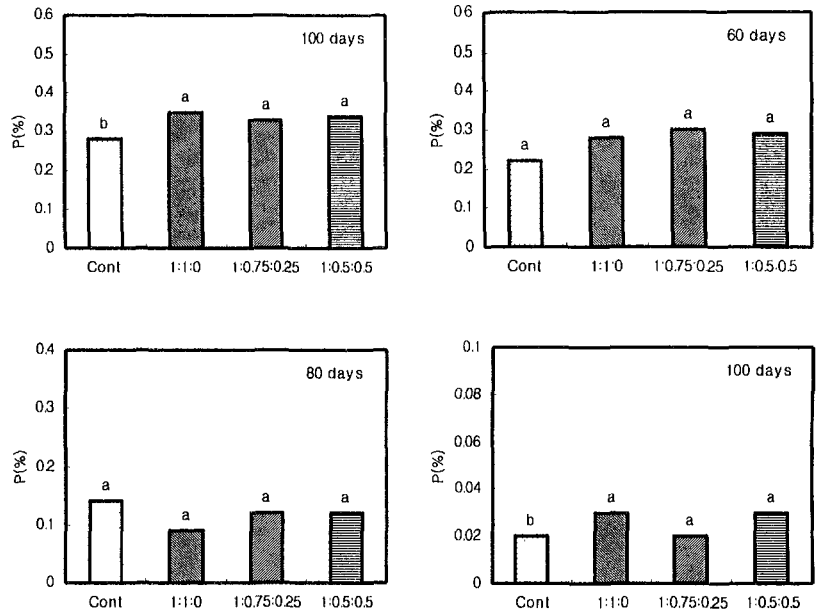


Figure 4-10. Effect of compost application on phosphorus content in leaves after 40, 60, 80, and 100 days.

5. 식물체중 성분함량에 미치는 영향

엽중 K 및 Ca함량은 무처리구에 비해서 퇴비시용구가 약간 높은 경향은 보였으나, 퇴비시용구간에는 차이를 보이지 않았다(그림 4-11, 4-12). 생육시기별 엽중 K 함량은 파종 40일후 2.7%내외에서 60일부터 100일후까지는 2.8-3.3%정도로 높게 유지되었다.

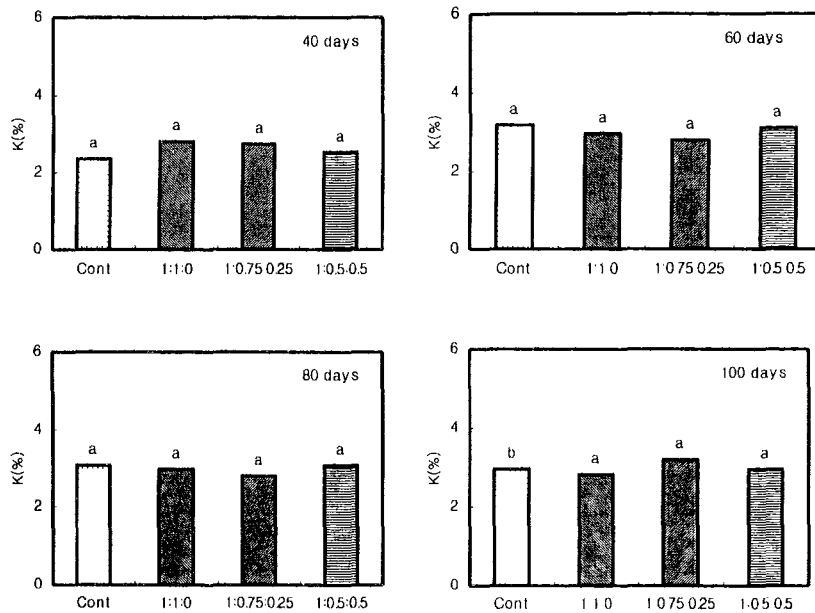


Figure 4-11. Effect of compost application on potassium content in leaves after 40, 60, 80, and 100 days.

엽중 Mg, Na 함량은 처리간에 일정한 경향이 없었으며, 생육시기별로도 차이를 보이지 않았다. 엽중 Mn함량은 파종 40, 60일후에는 1:0.75:0.25 처리구가 높게 나타났으며, 생육후반에 함량이 높아지는 추세를 보였다. 엽중 B 함량은 생육시기별로 볼 때 파종 100일후 함량이 현저하게 높아지는 것으로 나타났다.

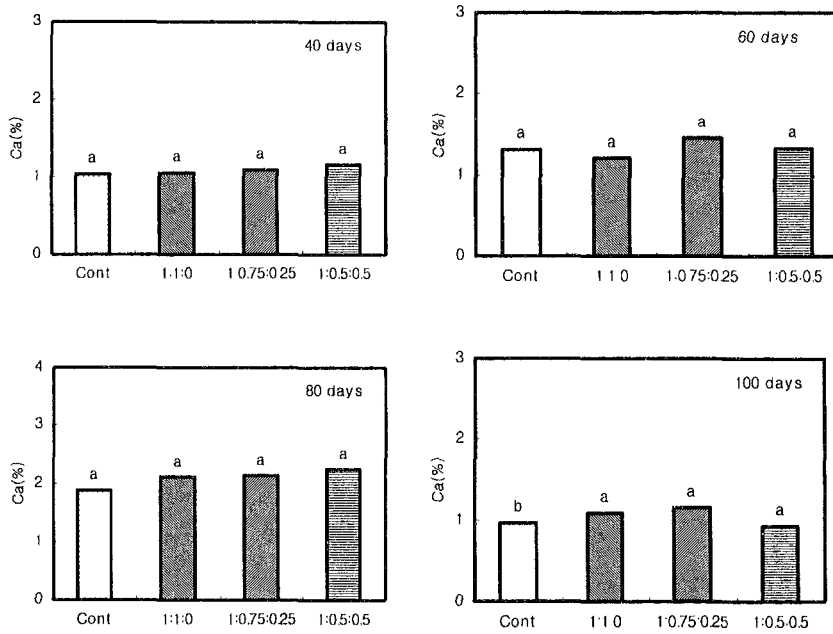


Figure 4-12. Effect of compost application on calcium content in leaves after 40, 60, 80, and 100 days.

수확후 괴경중의 T-N 및 무기성분함량의 변화는 표 4-2와 같다. 퇴비시용구가 무비구에 비해 높아지는 경향은 보였으나 통계적인 유의성은 보이지 않았다. 괴경중 K 및 Na 함량은 1:0.75:0.25 처리구가 다른 구에 비해 높게 나타났으며, Mn함량도 유사한 경향을 보였다. 하지만 괴경중 P 및 B 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 4-3. Effect of compost application on Mg, Na, Mn and B of leaf with days after planting

Control	Mg				Na			
	Days after planting							
	40	60	80	100	40	60	80	100
 (%)						
no compost	0.68 ^a	0.73 ^a	0.65 ^a	0.57 ^a	0.05 ^a	0.06 ^a	0.04 ^a	0.07 ^a
1 : 1 : 0	0.71 ^a	0.73 ^a	0.36 ^a	0.25 ^a	0.05 ^a	0.03 ^a	0.02 ^a	0.09 ^a
1 :0.75 : 0.25	0.72 ^a	0.62 ^a	0.59 ^a	0.64 ^a	0.06 ^a	0.05 ^a	0.06 ^a	0.07 ^a
1: 0.5 : 0.5	0.74 ^a	0.55 ^a	0.52 ^a	0.46 ^a	0.06 ^a	0.04 ^a	0.04 ^a	0.07 ^a

Control	Mn				B			
	Days after planting							
	40	60	80	100	40	60	80	100
 (mg/kg)						
no compost	343.1 ^{ab}	348.1 ^{ab}	611.8 ^a	484.9 ^a	130.4 ^a	121.0 ^a	115.5 ^a	530.9 ^a
1 : 1 : 0	283.5 ^b	243.5 ^b	536.6 ^a	573.8 ^a	133.9 ^a	97.50 ^a	92.5 ^a	768.8 ^a
1 :0.75 : 0.25	347.2 ^{ab}	351.5 ^{ab}	743.3 ^a	634.6 ^a	98.5 ^a	117.6 ^a	98.3 ^a	618.1 ^a
1: 0.5 : 0.5	370.7 ^a	424.5 ^a	485.3 ^a	620.9 ^a	155.4 ^a	159.0 ^a	112.2 ^a	635.1 ^a

Table 4-4. Effect of compost application on T-N, K, Ca, P, Mg, Na, Mn and B content at harvest

Control	T-N	K	Ca	P
	(%)			
no compost	1.22 ^a	1.27 ^a	0.04 ^b	0.13 ^a
1 : 1 : 0	1.35 ^a	1.31 ^a	0.04 ^b	0.16 ^a
1 : 0.75 : 0.25	1.27 ^a	1.36 ^a	0.03 ^b	0.14 ^a
1 : 0.5 : 0.5	1.29 ^a	1.52 ^a	0.07 ^a	0.13 ^a

Control	Mg	Na	Mn	B
	(%)		(mg/kg)	
no compost	0.08 ^a	0.02 ^b	69.78 ^a	16.72 ^b
1 : 1 : 0	0.07 ^a	0.03 ^{ab}	53.29 ^a	20.44 ^{ab}
1 : 0.75 : 0.25	0.07 ^a	0.03 ^{ab}	52.14 ^a	16.57 ^b
1 : 0.5 : 0.5	0.08 ^a	0.05 ^a	79.50 ^a	27.37 ^a

제4절 결 론

초기생육시 초장은 톱밥혼합 부산물퇴비와 전분박혼합 부산물퇴비가 화학비료 단용처리구에 비해 컸으나, 그 이후에는 통계적으로 처리구별 차이가 나타나지 않았다. SPAD reading値는 과종후 40일 조사치에서 1:1:0 처리구가 가장 높았으나 60일 이후에는 처리간 차이를 보이지 않았다. 莖數는 톱밥 또는 전분박을 혼합하여 제조한 부산물비료를 처리한 경우에 무처리구에 비해 많았다. 그러나, 톱밥과 전분박 혼합의 차이는 나타나지 않았다. 匍枝數는 전분박이 가장 많이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구에서 10.9개로 가장 많았고, 다음으로 1:0.75:0.25, 1:1:0 순이었다. 반면에 莖直莖 및 지상부건물중은

퇴비시용구가 무비구에 비해 양호한 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다.

30g미만의 塊莖數는 퇴비시용구가 무비구에 비해 많아지는 추세를 보였으나, 처리구 간에는 차이가 없었다. 31-50g, 51-80g에서도 이와 유사한 경향을 나타내었으나 80-120g, 120g 이상의 괴경수는 1:0.75:0.25 처리구와 1:0.5:0.5 처리구가 다른 처리구에 비해 많았으며, 일반퇴비 및 무비구가 적은 것으로 나타났다. 총괄괴경수는 1:0.5:0.5 처리구가 가장 많았으며, 1:1:0 처리구, 1:0.75:0.25 처리구는 비슷하였다. 총괄 괴경수는 퇴비 무비구에 비해 톱밥 또는 전분박 혼합 퇴비처리구가 높게 나타났다. 또한, 톱밥혼합 퇴비처리구인 1:1:0 처리구와 전분박 처리구인 1:0.75:0.25 처리구의 괴경수량은 비슷하였으며, 1:0.5:0.5 처리구는 이들 처리에 비해 많았다. 따라서, 전분박을 혼합하여 제조한 퇴비가 괴경수에 미치는 효과는 톱밥혼합 퇴비에 비해 긍정적인 것으로 보인다.

80g미만의 塊莖收量은 각 처리간에 일정한 경향을 보이지 않았으나 81-120g 및 120g이상의 괴경수량은 무비구에 비해 퇴비처리구의 괴경수량이 현저히 높았으며, 퇴비처리구 사이에는 1,765~1,982kg/10a로 비슷하였다.

상서율은 전분박을 1:0.75:0.25 및 1:0.5:0.5 처리구에서 86% 내외로 높게 나타났다. 더뎡이병 이병을 및 발병도는 전분박이 많이 혼합된 1:0.5:0.5 처리구에서 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. 그러나 앞으로 전분박을 혼합하여 부산물퇴비를 제조했을 때 나타날 수 있는 문제점은 더뎡이병 이병을 및 발병도를 가장 고려해야 될 것으로 생각된다.

엽중 N, P, K, Ca 등의 함량은 무처리에 비해 퇴비처리구가 많았으며 처리구 간에는 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다.

제5장 사료용 전분박 탈수 기술개발

제1절 서 론

전분박은 제 2장에서 기술한 바와 같이 수분을 제외한 주요 성분이 탄수화물로 건물기준으로 95% 내외를 차지하였다. 질소함량이 낮아 총단백질 함량이 0.5%(건물기준) 이하로 매우 낮다. 따라서, 탈질비가 매우 높아 장기간 보관하는 경우에도 발효가 거의 일어나지 않는다.

과거에 전분박은 상품용 사료가 판매되기 전에는 일부 가정에서는 전분박을 양돈사료로 이용되어 왔으며, 심지어 인분도 사료로 이용되었었다. 그때의 양돈은 전업 축산농가에 의해서 양축된 것이 아니라 일반 가정에서 돼지를 키웠기 때문에 식용 가능한 모든 부산물이 돼지 사료로 사용되었었다.

IMF 이후, 사료 구입비의 폭등으로 양육중인 돼지를 도태시키는 사태가 일어났으며, 이에 따라 전분박을 양돈 사료로 개발할 필요성이 대두되었다. 이에, 본 연구에서는 2차년도 연구내용에 전분박을 양돈 사료용으로 개발하기 위한 내용이 추가되어 사료용으로 이용하기 위한 전분박 탈수방법의 개발이 필요하게 되었다.

제1장에서 개발한 소석회를 첨가하여 탈수한 전분박은 Ca가 다량 함유되어 있으며, 탈수전분박의 pH가 10 이상으로 매우 높기 때문에 돼지가 섭취했을 때, 과도한 Ca 섭취에 의한 피해가 나타날 수 있기 때문에 돼지에 무해한 또는 유익한 물질을 첨가하여 탈수시키는 방법의 개발이 필요하다.

이에, 본 연구에서는 양돈에 무해하며 colloid상의 입자를 응집시킬 수 있는 효과가 보고된 키토산과 염화칼슘을 첨가하여 탈수효과를 개선하고자 하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 재료 및 시약

재료는 대정농협 전분공장에서 감자와 고구마 전분박 제조과정에서 발생한 전분박을 이용하였다. 탈수보조제로 사용한 염화칼슘은 1급 시약, 키토산 α 은 탈아세틸화도가 85%, 식품용 키토산은 탈아세틸화 92%이며 γ -키토올리고당은 식품용 키토산을 초산염에 용해시킨후 효소로 단당~7당 범위로 가수분해 시킨 것을 사용하였다.

2. 탈수보조제 전처리

소석회, γ -키토올리고당은 미세한 입자로 되어 있어 전분박에 그대로 첨가하였으나, 염화칼슘과 식품용 키토산, 키토산 α 는 분쇄기로 분쇄한 후 80 mesh 체를 통과시켜 고운 가루 상태로 만들어 원심분리와 압착을 위한 시료조제에 사용하였다..

3. 원심분리에 의한 수분 감소율

전분박 50 g을 취하여 소석회, 염화칼슘, 키토산 분말을 정량 첨가하여 잘 혼합후 30분 방치하였다가 고속원심분리기(H50A-8, Hanil Co.)로 8,000 rpm에서 20분동안 원심분리하여 상등액을 제거한 후 중량감소%를 수분감소율로 계산하였다.

4. 압축에 따른 수분함량 변화

전분박에 일정한 농도의 탈수보조제를 혼합하고, 30분 방치하였다가 전분박의 압축비에 따른 수분함량의 변화를 측정하기 위하여 자체 제작한 전분박 30 ml를 담을 수 있는 스텐레스강 plunger(실린더(H5.0 cm x ϕ 3.0 cm)와 압축판(ϕ 2.98 cm)으로 구성)에 27.4g넣고 압축판 위에 저울추를 안정하게 얹어 약 1 kg/cm²로 가압하였다. 일정시간 가압 탈수된 전분박의 수분함량은 적외선 수분측정계(AD-4714A, A&D Co. Ltd., Japan)로 측정하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 염화칼슘 첨가농도에 따른 전분박의 수분제거율

탈수보조제로서 염화칼슘을 사용하였을 때 첨가농도에 따른 전분박의 수분제거율은 그림 5-1과 같다. 염화칼슘 첨가량이 많을수록 전분박의 탈수효율이 좋아 감자전분박의 수분제거율이 증가하고 있다. 이 역시 전분박 주성분이 되고 있는 탄수화물의 보수력이 CaCl_2 에 의해 저하되고 있기 때문으로 생각되어진다. 염화칼슘을 탈수보조제로 사용하였을 때 수분제거율은 좋으나 탈수된 전분박이 산성화되기 때문에 사료로 사용하기에는 어려움이 있을 것으로 여겨진다.

염화칼슘은 고구마 전분박의 0.25%만 첨가하여도 수분제거 효과가 좋았고 0.5%첨가로 25%정도의 수분제거 효과를 볼수 있었다. 고구마전분박의 pH가 염화칼슘 첨가에 따라 4.5부근까지 떨어지고 있고, 가장 좋은 수분제거율을 보여주는 0.5%농도에서 고구마 전분박의 pH는 5 정도로 조사되었다.

전분박은 산이나 알칼리를 가해 pH를 낮추거나 높였을 때 수분제거가 쉽게 이루어지는 것으로 보고되고 있으나 본 실험에서는 염화칼슘 첨가로 pH는 떨어지고 있지만 전분박의 수분제거율은 pH 변화와는 다른 경향을 보이고 있어 염화칼슘에 의한 전분박의 탈수는 pH 변화에 따른 것이 아니라 염화칼슘에 의한 전분박의 보수력의 감소에서 기인한 것으로 여겨진다.

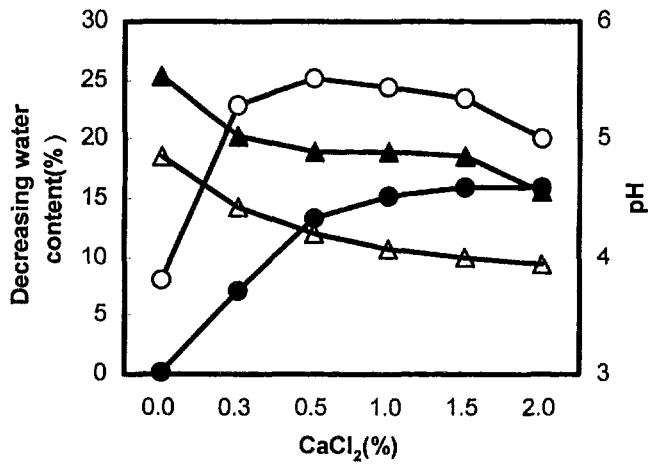


Figure 5-1. Effects of CaCl₂ treatment on decreasing water content and pH of starch pulps by centrifuging at 8,000rpm for 20min. (● water content decrease of potato, ▲ pH of potato, ○ water content decrease of sweet potato, △ pH of sweet potato)

2. 키토산 I 첨가에 따른 전분박의 수분제거율과 pH 변화

키토산은 산용액에서는 양이온성전기를 띠고 있는 고분자 전해질이기에 때문에 양이온성응집제로서 주로 식품공장에서 폐수처리제로서, 또 제조공정에 있어서 청징, 침강, 여과촉진제로서 이용되고 있다. 키토산을 양이온성응집제로 이용하면, 응집물을 거대화해서 특히 응집물중의 함수량을 감소시키는 작용을 한다. 이것은 응집물의 회수와 탈수를 용이하게 하고, 소각처리의 에너지를 낮추는 이점이 있다. 이 방법으로 식품공장의 폐액중에 단백질이 응집처리될 수 있고, 회수되어진 것은 사료와 비료로 재 이용이 가능할 것이라고 보고되고 있다. 또한 키토산은 독성이 없고 흡착성, 보습성, 유화성, 생분해성을 나타내며 항균작용, 제산작용과 케양억제작용, 콜레스테롤 및 triglyceride를 낮추는 약리작용, 장내 유용세균의 성장촉진, 항종양활성, 면역부활작용등 다양한 기능을 나타내는 것으로 알려지고 있다. 따라서 키토산이 전분박의 탈수 효과를 높일 수 있다면 탈수 전분박의 가축 사료로의 고부가가치의 자원으로 이용될 수 있을 것으로 판단되어 진다.

키토산 I 을 첨가하였을 때 최고의 수분제거율은 감자전분박에서 12%, 고구마 전분박에서 15.96% 로 조사되어 소석회, 염화칼슘, 키토올리고당에 비해 훨씬 탈수효과가 낮은 것으로 나타났다(그림 5-2).

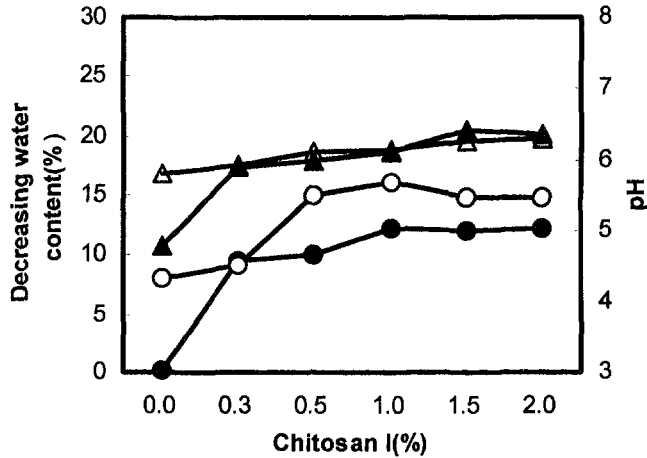


Figure 5-2. Effects of Chitosan I treatment on decreasing water content and pH of starch pulps by centrifuging at 8,000rpm for 20min. (● water content decrease of potato, ▲ pH of potato, ○ water content decrease of sweet potato, △ pH of sweet potato)

3. 키토산 II 첨가농도에 따른 전분박의 수분제거율과 pH 변화

키토산 II 을 전분박에 첨가하였을 때 pH가 중성부근까지 변화하고 있다 (그림 5-3). 감자전분박의 경우는 chitosan II 를 혼합함으로써 수분제거율을 5.2%까지 높일 수 있었으나, 이는 소석회, 염화칼슘 및 키토올리고당에 비해 약 1/3~1/4 정도 낮은 수분제거율이다.

고구마전분박의 경우 원 전분박의 원심분리에 의한 수분제거율은 8.11% 이나 식품용키토산을 첨가하였을 때 8.9%수분제거율을 보이고 있어 감자전분박과는달리 키토산 II 에 의한 탈수효과는 없었다. 이는 키토산 I 의 첨가로 고구마 전분박의 수분제거율이 약2배 정도 증가를 보이고 있는 것과는 다른

현상으로, 감자, 고구마 전분박 모두 키토산Ⅱ 보다는 키토산Ⅰ이 탈수보조제로서 좋은 효과를 보이고 있다. 따라서 같은 키토산이라 할지라도 정제 정도에 따라 즉 키토산에서 키토산제조공정에서 탈아세틸화 정도에 따라 전분박의 보수력에 영향을 주는 것으로 생각된다.

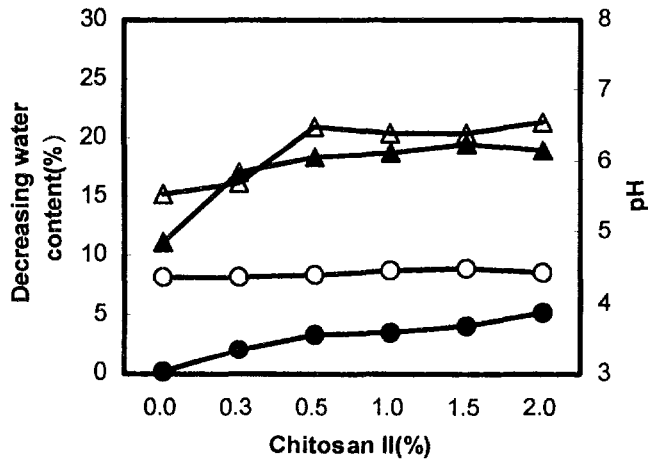


Figure 5-3. Effects of treatment chitosanⅡ on decreasing water content and pH of starch pulps by centrifuging at 8,000rpm for 20min. (● water content decrease of potato, ▲ pH of potato, ○ water content decrease of sweet potato, △ pH of sweet potato)

4. γ -키토올리고당 첨가농도에 따른 감자전분박의 수분제거율

그림 5-4는 전분박에 γ -키토올리고당을 첨가하였을 때 전분박의 수분제거율과 pH 변화를 살펴본 것이다. 감자전분박의 수분제거율과 pH변화를 살펴보면 키토올리고당 첨가로 수분제거율이 0.5%까지는 급격히 증가하고 있고, 키토올리고당 1%에서 전분박의 수분제거율을 23%까지 높일 수 있었다. 고구마 전분박의 경우 수분제거율은 키토올리고당 0.5% 첨가까지는 급격히 증가하다가 그 이상의 농도에서는 더 이상 수분효과를 보이지 않고 있어 γ -키토올리고당 0.5% 첨가로도 충분한 탈수효과를 볼수 있을 것으로

생각된다. γ -키토올리고당의 첨가로 인한 전분박의 pH 변화가 거의 없어 키토올리고당의 첨가는 소석회와는 달리 전분박의 pH에 영향하지 않으면서 소석회나 염화칼슘과 거의 동등한 탈수효과를 보이고 있어, 경제적인 문제만 해결된다면 탈수 전분박 가축의 사료로 이용을 위한 자치를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

γ -키토올리고당은 키토산 I 이나 키토산 II를 탈수보조제로 사용하였을 때와 비교해볼 때 전분박의 수분제거를 즉 탈수효과를 현저하게 증가시키고 있다. 이는 γ -키토올리고당이 키토산을 가수분해하여 저분자화하여 제조된 것으로 저분자화 처리로 인해 전분박의 수분과 작용할 수 있는 표면적이 증가로 전분박의 보수력을 더 감소시켰기 때문으로 여겨진다.

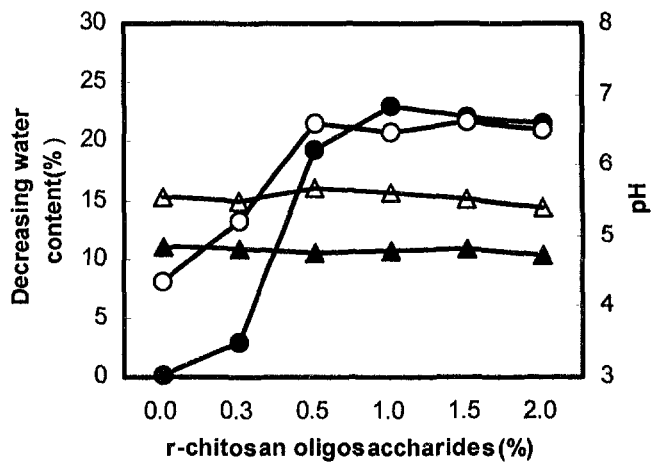


Figure 5-4. Effects of treating γ -chitosan oligosaccharides on decreasing water content and pH of starch pulps by centrifuging at 8,000rpm for 20min. (● water content decrease of potato, ▲ pH of potato, ○ water content decrease of sweet potato, △ pH of sweet potato)

5. 압착에 따른 고구마 전분박의 수분제거율과 수분함량

압착시간에 따른 고구마전분박 수분제거량과 이때 압착에 의해 탈수된 전분박의 수분함량을 측정하였다(그림 5-5). 압착시간이 길어질수록 고구마 전분박의 수분제거율은 꾸준히 증가하여 압착 60분에 수분제거율 18.58%, 이때 탈수 전분박의 수분함량을 70.3%까지 떨어뜨릴 수 있어, 전분박의 수분제거를 위한 압착실험의 결과는 원심분리에 의한 전분박의 수분제거율과는 달리 탈수제를 첨가하지 않고도 높은 수분제거율을 보여주고 있었다.

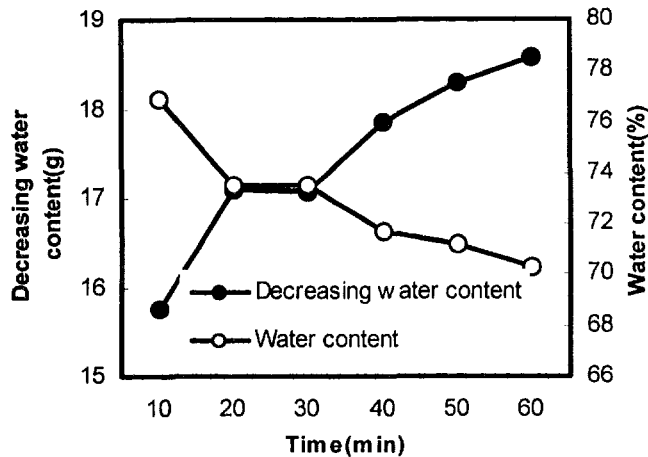


Figure 5-5. Changes in water content decrease and water content of sweet potato starch pulps with time by compressing at 5 kg/cm².

6. 고구마 전분박에 0.5% γ -키토올리고당 첨가후 압착시간에 따른 수분제거율과 수분함량

고구마전분박의 원심분리결과 최적의 수분제거율을 보이는 농도, 즉 γ -키토올리고당을 0.5% 첨가하여 자체 제작한 plunger에서 압착하였을 때 시간에 따른 수분제거율이다(그림 5-6). 탈수제를 사용하지 않았을 때는 60분

압착으로 수분함량 70.3%의 전분박을 얻었으나, γ -키토올리고당 첨가에 의해 20분 압착으로도 약 68%정도까지 전분박의 수분함량을 줄일수 있어 고구마 전분박의 탈수효율을 훨씬 높일수 있었다. 소량의 키토올리고당의 첨가로 압착시간을 단축시킬수 있을 뿐 아니라 더 수분함량이 낮은 고구마 전분박을 얻을수 있을 것으로 생각된다.

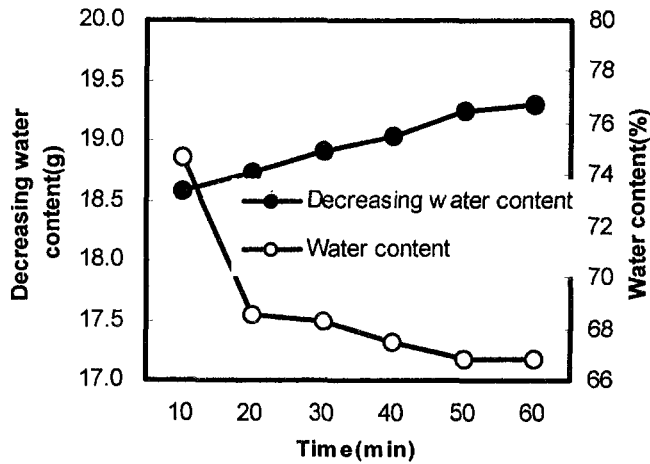


Figure 5-6. Effects of γ -chitooligosaccharides on water content decrease and water content of sweet potato pulp with time by compressing at 5 kg/cm^2 .

7. 고구마 전분박에 0.5% 염화칼슘 첨가시 압착시간에 따른 수분제거율과 수분함량

염화칼슘을 전분박에 0.5% 첨가한 후 압착하였을 때 압착시간에 따라 전분박의 수분제거율의 증가와 압착후 전분박의 수분함량이 감소를 보이고 있다. 염화칼슘을 첨가하고 압착 10분 후 수분제거율 18.8%, 이때 탈수전분박의 수분함량은 70.7%로 급격히 전분박내 수분이 외부로 빠져나오고 있고 압착이 길어질수록 서서히 제거되는 수분이 증가되어 수분제19.3%, 이때의 수분함량이 67.2%까지 감소되고 있다. 즉 염화칼슘의 첨가로 원시료의 전분

박을 60분 압착하였을 때의 효과를 10분으로 단축시킬 수 있었다(그림 5-7).

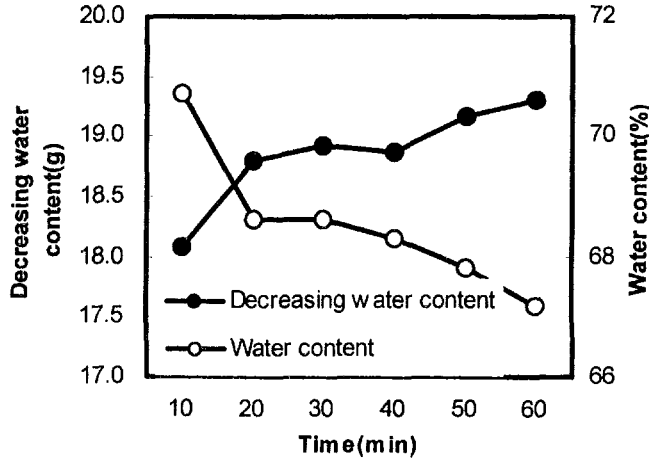


Figure 5-7. Effects of CaCl_2 treatment(0.5%) on water content decrease and water content of sweet potato pulp with time by compressing at 5 kg./cm^2 .

제4절 결 론

염화칼슘 첨가량이 많을수록 전분박의 탈수효율이 좋아 감자전분박의 수분제거율이 증가하였다. 염화칼슘은 고구마전분박의 0.25%만 첨가하여도 수분제거 효과가 좋았고 0.5%첨가로 25%정도의 수분제거 효과가 있었다. 고구마전분박의 pH가 염화칼슘 첨가에 따라 4.5부근까지 떨어지고 있고, 가장 좋은 수분제거율을 보여주는 0.5%농도에서 고구마 전분박의 pH는 5 정도로 조사되었다.

키토산은 산용액에서는 양이온성전기를 띠고 있는 고분자 전해질이기에 때문에 양이온성응집제로서 주로 식품공장에서 폐수처리제로서, 또 제조공정에 있어서 청징, 침강, 여과촉진제로서 이용되고 있다. 키토산 I 을 첨가하였을 때 최고의 수분제거율은 감자전분박에서 12%, 고구마 전분박에서 15.96% 로 조사되어 소석회, 염화칼슘, 키토올리고당에 비해 훨씬 탈수효과

가 낮은 것으로 나타났다. 키토산Ⅱ을 전분박에 첨가하였을 때 pH가 중성부근까지 변화하고 있다. 감자전분박의 경우는 키토산Ⅱ를 혼합함으로써 수분제거율을 5.2%까지 높일 수 있었으나, 이는 소석회, 염화칼슘 및 키토올리고당에 비해 약 1/3~1/4 정도 낮은 수분제거율이다. 고구마전분박의 경우 원 전분박의 원심분리에 의한 수분제거율은 8.11%이나 식품용키토산을 첨가하였을 때 8.9%수분제거율을 보이고 있어 감자전분박과는 달리 키토산Ⅱ에 의한 탈수효과는 없었다. 이는 키토산Ⅰ의 첨가로 고구마 전분박의 수분제거율이 약2배 정도 증가를 보이고 있는 것과는 다른 현상으로, 감자, 고구마 전분박 모두 키토산Ⅱ 보다는 키토산Ⅰ이 탈수보조제로서 좋은 효과를 보이고 있다. 따라서 같은 키토산이라 할지라도 정제정도에 따라 즉 키틴에서 키토산제조공정에서 탈아세틸화 정도에 따라 전분박의 보수력에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

감자전분박의 수분제거율과 pH변화를 살펴보면 키토올리고당 첨가로 수분제거율이 0.5% 까지는 급격히 증가하고 있고, 키토올리고당 1% 에서 전분박의 수분제거율을 23%까지 높일 수 있었다. 고구마 전분박의 경우 수분제거율은 키토올리고당 0.5% 첨가까지는 급격히 증가하다가 그 이상의 농도에서는 더 이상 수분효과를 보이지 않고 있어 γ -키토올리고당 0.5% 첨가로도 충분한 탈수효과를 볼수 있을 것으로 생각된다. γ -키토올리고당은 키토산Ⅰ이나 키토산Ⅱ를 탈수보조제로 사용하였을때와 비교해볼 때 전분박의 수분제거를 즉 탈수효과를 현저하게 증가시키고 있다. 이는 γ -키토올리고당이 키토산을 가수분해하여 저분자화하여 제조된 것으로 저분자화 처리로 인해 전분박의 수분과 작용할 수 있는 표면적이 증가로 전분박의 보수력을 더 감소시켰기 때문으로 여겨진다. γ -키토올리고당의 첨가로 인한 전분박의 pH 변화가 거의 없어 키토올리고당의 첨가는 소석회와는 달리 전분박의 pH에 영향하지 않으면서 소석회나 염화칼슘과 거의 동등한 탈수효과를 보이고 있어, 경제적인 문제만 해결된다면 탈수 전분박 가축의 사료로 이용을 위한 자치를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

제6장 전분박 급여가 양돈 발육에 미치는 영향

제1절 서 론

제주도에서 생산되는 농산부산물인 전분박은 가축의 사료로써 활용성이 높아 돼지와 닭의 사료로 사용되어 왔다. 근래에 와서는 전분박을 발효하여 가축의 사료로 활용을 하고 있으나 발효에 따르는 발효기의 구입 및 발효제 투여등의 문제로 실용화 추진이 잘 진행되고 있지 않는 실정이다. 따라서 전분박을 효율적으로 이용할 수 있는 방법 모색과 비육돈에 대한 옥수수 단미사료의 대체수준을 구명하는 것은 중요한 과제의 하나이다. 또한 버려지는 공해물질인 전분박을 이용하여 사료화 함으로서 가축의 생산비를 절감하고 환경오염을 최소화하는데 기여하게 될 것이다. '96년도 제주도의 서류(고구마, 감자) 생산량은 8,975ha에서 190,443톤(제주도,1997)이었으며 전국생산량은 55천ha에서 1,259천톤(농림부, 1997)에 이른다.

전분박의 생산량은 수분함유 상태에 따라 다르며, 감자, 고구마의 생산량에 따라 다르기 때문에 정확한 통계는 잡을 수 없으나, 제주도에서 전분박 발생량은 10,000 ~ 50,000톤에 이른다. 따라서, 전분박을 돼지의 사료로 이용할 때 전분박 투입에 따른 예산절감과 사료비 절감에 따른 절약은 물론 환경오염 방지에 효과가 크다. 특히, 제주도에서 발생하는 전분박을 사료화했을 때 약 50~100,000 두의 비육돈에 대한 농후사료로 대체할 수 있는 양이다.

이에 본 연구는 1차년도 연차실적 보고서 후 추가된 내용으로 전분박을 양돈사료화하여 이용하는 것으로서 농후사료 배합시 단미사료원으로 쓰이는 옥수수 대체비율을 40%와 80%로 하여 비육돈에 급여하였을 때 미치는 효과를 조사하기 위한 것이다.

제2절 재료 및 방법

1. 공시 돼지

시험용 돼지로 사용한 것은 2원 또는 3원교잡종 랜드레이스 x 요크셔와 랜드레이스 x 요크셔 x 듀록을 처리구당 15두씩 공시하여 출하시 (90-110kg)까지 비육시험을 실시하였다.

2. 시험기간

시험기간은 1999. 7. 31부터 1999. 9. 30까지 62일간 수행하였다.

3. 처리내용

처리내용은 일반 사료를 급여한 일반 관행구, 비육중기에 전분박을 40% 대체(처리 I) 및 80%를 대체(처리 II)하였다. 전분박 대체수준은 단미사료 옥수수 대체 수준이다.

4. 시험방법

사양관리는 농가의 사양관리에 준하여 실시하였다. 육성비육돈을 처리별로 15두씩 공시하여 제주도 남제주군 의귀리 소재 길갈농장(대표:오영익)에서 시험을 실시하였다. 전분박 급여에 따른 발육 및 도체등급에 미칠 악영향을 고려하여 비육전기 16일간과 비육후기 16일 동안은 처리에 관계없이 동일한 사양관리 방법을 채택하여 실시하였으며 비육중기동안(30일간)만 처리별로 사양관리를 실시하였다.

5. 시험사료의 배합비율

시험사료의 배합비율은 표 6-1에서 보는 바와 같이 대조구는 일반 관행구로서 축협 육성돈 시판사료를 사용했다. 처리 I은 일반관행구에서 옥수수 대신에 전분박을 11.54% 혼합한 처리구, 처리 II는 23.14% 혼합한 처리구이

다. 전분박은 보관시 고결에 의해 굳어질 수 있으므로 밀기울을 5% 첨가하여 사용하였다.

Table 6-1. Mixing ratio of agro-feed(%)

Item	Control	Treatment I	Treatment II
maize	28.94%	17.4	5.8
barley	38.0	38.0	38.0
rape seed cake	1.0	1.0	1.0
wheat peel	0.5	0.5	0.5
corn cake	22.5	22.5	22.5
lime	0.7	0.7	0.7
sodium chloride	0.3	0.3	0.3
phosphorus calcium	1.4	1.4	1.4
additive	0.46	0.46	0.46
cow fat	3.2	3.2	3.2
당밀	3.0	3.0	3.0
starch pulp	-	11.54	23.14

* 밀기울 혼합은 전분박 건조시 전분박량의 5%를 혼합하여 건조

제3절 결과 및 고찰

1. 사료효율

전기 16일간 일반 관행법으로 사양한 후 개시체중은 표 6-2와 같이 54.3 ± 2.7 kg 이었으나 종료시 체중은 105.6 ± 6.7 kg으로 시험기간 중 50.9 ± 7.3 kg 증가하였다. 이에 반해 처리 I구의 증체량은 45.6 ± 7.9 , 처리 II구의 증체량은 44.2 ± 8.7 kg으로 전분박을 혼합한 사료를 투여했을 때 증체량이 가장 적었다.

또한, 일당 증체량도 대조구, 처리 I, 처리 II 순으로 전분박 대체비율이 상승함에 따라 증체량이 감소하였다. 또한 일일사료섭취량은 처리2, 처리1과 대조구 순으로 사료를 많이 급여하였는데도 증체량에서 떨어지는 성적을 보

여 전분박이 옥수수 대체는 그 비율을 낮게 하여 급여하거나 첨가용으로 또는 비육돈에 대한 급여 보다는 번식돈에 대한 사료첨가용으로 급여하는 것이 전분박의 사료화 이용에 도움이 될 것으로 사료 된다.

Table 6-2. Growth performance and feed efficiency

구분	no control	control I	control II
initial weight,kg	56.1±2.7	60.7±2.4	54.3±4.1
final weight,kg	105.6±6.7	106.7±6.7	99.2±11.2
total weight,kg	50.9±7.3	45.6±7.9	44.2±8.7
growth weight per day,kg	0.82	0.74	0.71
daily feed intake, kg	3.23	3.29	3.33
feed demand rate	3.94	4.45	4.69

2. 도체성적

도체성적을 보면 표 6-3와 같이 도체중과 도체율은 처리에 관계없이 평균체중이 높은 순으로 도체중과 도체율은 높게 나타났다. 등지방 두께는 전분박 40%를 대체한 처리구가 가장 두꺼워지며, 80%처리구와 대조구 순으로 나타나 옥수수를 전분박으로 대체한 구가 등지방두께가 높았으나 유의적인 효과는 나타나지 않았다.

Table 6-3. Carcass grades

Item	carcass (kg)	carcass rate (%)	backfat thickness (mm)
Control	74.6±5.3	70.7	21.7±3.5
Treatment I	78.6±7.7	79.2	25.5±4.1
Treatment II	73.2±8.0	68.6	24.7±3.8

() : 등급판정 두수임

도체에 대한 체중등급별 분포는 그림 6-1과 같이 전분박 대체율이 높을수록 등급이 낮게 나타나는 경향을 보였다. 일반 관행법은 A등급 8.3%, B등급 66.7%로서 B등급 이상이 75%였으나, 처리 I구는 A등급 9.1%, B등급 27.3%로서 B등급 이상이 36.4%였다. 반면에 전분박의 혼합비율이 많은 처리 II구는 A등급은 없었으며, B등급이 27.3%로서 전분박 혼합비율이 많을수록 등급은 낮아지는 경향이였다.

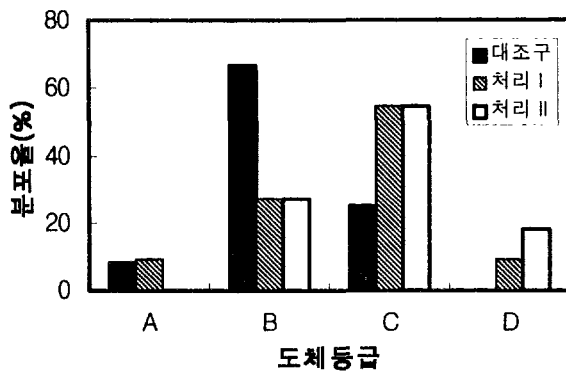


Figure 6-1. Distribution by grades

3. 경제성 분석

표 6-4의 경제성 분석은 단순히 총사료비와 돼지 판매금액을 가지고 처리별로 비교한 표로서 총증체량에 대한 사료비를 계산하여 처리구별 두당 경락가격을 산정하여 계산하였다.

단순 경영분석 계산에서도 경영손익이 대조구가 37,277원으로 가장 많았으며 전분박 40%대체가 29,168원이었고 전분박 80% 대체구가 26,196원으로 전분박 대체 비율이 높을수록 경영소득은 떨어지는 경향을 보였다. 경영손익에 영향을 미치는 요인으로는 첫째 사료값과 증체와 아울러 도체등급이 절대적으로 양돈경영에 영향을 미치고 있어 사료값 상승 요인 발생이나 전분박 급여시에도 도체등급에 하등의 영향을 미치지 않는 범위에서의

대체 비율이 결정을 위한 전분박의 사료화 이용 연구가 계속적으로 추진되어야 할 필요가 있다고 본다.

비육중기에만 전분박으로 옥수수를 대체하므로 비육후기 보상발육을 기대한 결과가 나타나지 않았는데 이는 비육전기 기간과 비육후기이 기간 짧은데도 원인이 있겠으나 주원인은 증체량과 도체등급에서 전분박 대체구가 낮게 나타난데 기인한 것으로 보인다.

Table 6-4. Analysis of economic budgets

구분	control	control I	control II
total growth,kg	50.9	45.6	44.2
total feed intake, kg	200.3	204.0	206.5
feed cost(won/kg)	264.8	240.2	215.8
total feed cost(won/head), A	53,039	49,014	44,563
feed cost per growth(won/kg)	1,042	1,075	1,008
auction price(won/kg, raw meat)	1,790	1,721	1,601
total auction price(won/head), B	91,111	78,478	70,764
managing profit(won/head,kg,B-A)	37,277	29,168	26,196

* feed price : concentrated feed 264.8 won, starch pulp 50won(delivering cost 39.5 won, drying cost 10.5 won)

제4절 결론

전기 16일간 일반 관행법으로 사양하고 그 이후 30일간 전분박을 혼합한 사료를 사용했을 때 증체량은 일반 관행법은 50.9 ± 7.3 kg, 처리 I구는 45.6 ± 7.9 , 처리 II구는 44.2 ± 8.7 kg으로 전분박을 혼합한 사료를 투여했을 때 증체량이 가장 적었다. 또한, 일당 증체량도 전분박 대체비율이 상승함에 따라 증체량이 감소하였으며, 일일사료섭취량도 많았다.

도체중과 도체율은 처리에 관계없이 평균체중이 높은 순으로 도체중과

도체율은 높게 나타났다. 등지방 두께는 전분박 40%를 대체한 처리구가 가장 두꺼웠으며, 80%처리구와 대조구 순으로 나타나 옥수수를 전분박으로 대체한 구가 등지방두께가 높았으나 유의적인 효과는 나타나지 않았다.

도체에 대한 체중등급별 분포는 전분박 대체율이 높을수록 등급이 낮게 나타나는 경향을 보였다. 일반 관행법은 A등급 8.3%, B등급 66.7%로서 B등급 이상이 75%였으나, 처리 I구는 A등급 9.1%, B등급 27.3%로서 B등급 이상이 36.4%였다. 반면에 전분박의 혼합비율이 많은 처리 II구는 A등급은 없었으며, B등급이 27.3%로서 전분박 혼합비율이 많을수록 등급은 낮아지는 경향이였다. 총사료비와 돼지 판매금액을 가지고 처리별로 비교하여 경제성을 분석했을 때 단순경영손익 계산에서도 전분박 대체비율이 높을수록 경영소득은 떨어지는 경향을 보여 주었다.

제 7 장 실용화 및 현장 적용

제1절 서 론

제 2장에서 6장까지의 연구결과를 요약하면 첫째 압축비가 1/6인 screw press를 사용하고 5%의 소석회 처리시 수분함량을 65% 내외까지 탈수시킬 수 있었으며, 둘째 톱밥 대용으로 전분박 25 ~ 50%를 혼합했을 때 기존 방법인 톱밥을 이용한 부산물퇴비와 크 차이가 없었으며, 셋째 감자재배에 이용했을 때 더덩이병의 발생 및 이병을 외에는 일반 퇴비와 큰 차이가 없었다. 그러나 사료용으로 이용했을 때는 일반 관행 급여방법에 비해 증체율, 도체등급 등이 낮았다.

본 연구에서 얻은 결과를 실용화하기 위해서는 탈수기 설치시 경비와 기존 매립 또는 해양투기 경비와 경제성 비교, 탈수기 유지비용 등에 대한 조사가 필요하다.

제2절 현장 적용 고려사항

탈수기의 전분공장 설치는 10시간 작업하여 1일 75톤의 전분박을 처리할 수 있는 용량으로 설치한 경우와 기존의 투기방법으로 처리했을 때의 경제성을 분석하였다.

탈수전분박을 이용한 부산물퇴비의 제조는 참여업체인 (주)삼다비료와 공동으로 품질을 높이기 위한 후속연구를 진행중이며, 본 과제가 종료된 후에도 계속될 예정이다.

제3절 결과 및 고찰

1. 탈수기 설치 실용화를 위한 기초자료

가. 시험용 screw press 제작

시험에 사용한 screw press는 실제 크기의 약 1/20 크기로 제작하였다. screw press의 제작은 연구진이 설계한 도면에 따라 (주) 제승에서 제작하였으며, 탈수시험 과정에서 압착비 등을 고려하여 탈수효율이 극대화되는 압축비를 구하여 최종 제작하였다(그림 7-1, -2, -3).

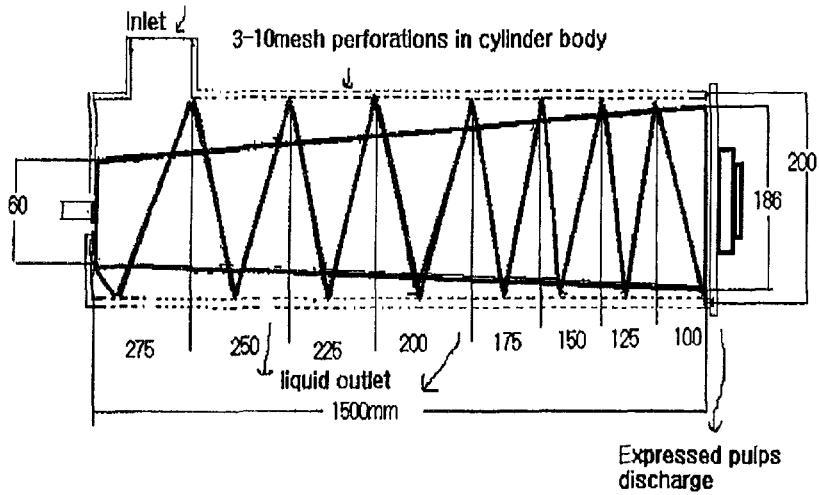


Figure 7-1. Pilot of self-designed screw press

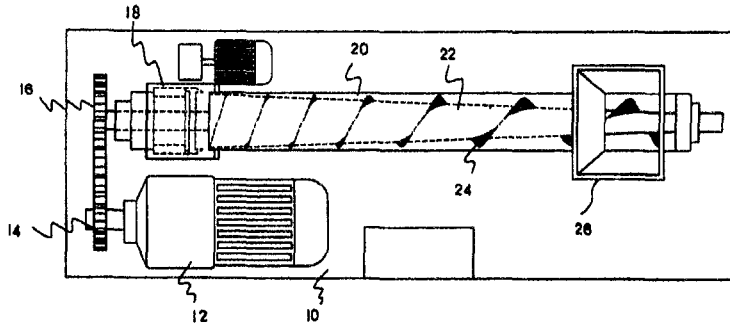


Figure 7-2. Overview of dehydrator for pilot experiment

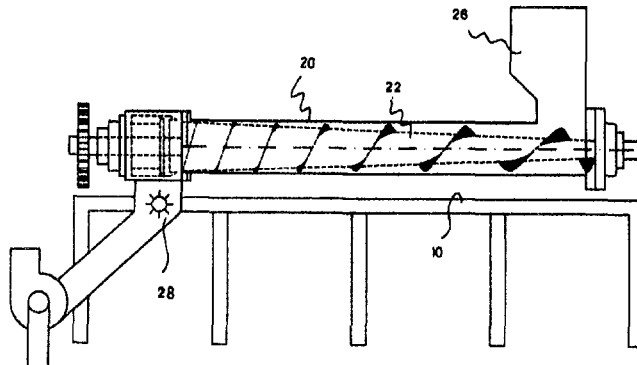


Figure 7-3. Sideview of dehydrator for pilot experiment

탈수기는 지면으로부터 일정한 높이 및 수평을 유지하면서 설치되는 기대(10)와, 상기 기대(10)에 동일한 수평을 유지하면서 설치되는 이송관(20) 및 상기 이송관(20)을 동작케 하는 구동부로 구성된다. 상기 이송관(20)에서는 내부에 이송 날개(24)가 형성되는 이송장치(22)가 설치되고, 한 쪽의 상단부에서는 투입구(26)가 구비되며, 다른 쪽의 하단부에서는 배출구(28)가 구비된다. 상기 이송관(20)의 외부는 스텐레스망으로 구성되는데, 총길이를

균등하게 3등분하여서 투입구(26) 부분을 3-5mesh로 하여 저압부로 형성하고, 중간부분을 5-7mesh로 하여 중압부로 형성하며, 배출구(28) 부분을 7-10mesh로 하여 고압부로 형성한다.

상기 구동부는 상기 이송장치(22)를 한 방향으로 회전되게 하는 것으로, 기대(10)의 상부면에 모터 기어(14)를 갖는 구동 모터(12)가 설치되고, 상기 이송장치(22)를 회전케하는 감속부(18)에는 상기 모터 기어(14)와 기어 결합되는 중동 기어(16)가 설치되며, 어느 한 쪽에는 상기 구동 모터(12) 및 감속부(18)를 제어하기 위한 컨트롤러가 설치된다.

나. 탈수기 실용화시 기계류 규격 및 고려사항

시험용 screw press의 20배에 해당하는 탈수기를 전분공장에 설치할 때 소요되는 기계류의 규격 및 고려사항은 표 7-1과 같다. 분당 0.13톤, 10시간 작업시 1일 75톤의 전분박을 처리하는 것을 기준으로 하였다.

다. 탈수기 현장 설치시 소석회 소요량, 전분박 및 폐수 발생량

압착 탈수기를 전분공장에 적용시키기 위해서는 시험용의 20배 용량이 필요하며, 1일 75톤을 수분함량 65% 내외로 탈수시키기 위해서는 표 7-2에서 보는 바와 같이 소석회 375kg, 탈수 전분박 17,000kg, 폐수 58,000kg이 발생할 것으로 예상된다.

Table 7-1. Specification and consideration of screw press of starch pulp for field application

품 목	재 질	규 격	고려 사항
소식회통 및 투입장치	철 또는 SUS	300-400L원통 52.1g/5sec±0.5g	습기에 의한 고결방지장치 이송스크류 속도에 따라 조절 가능
소식회 혼합 및 이송 스크류	철 또는 SUS	20-30m, 10-20rpm	기존스크류 이용가능
전분박 집하통	콘크리트 또는 철제	40-80톤	기존시설이용 검토 프레스 투입구까지 연장
분배 screw 또는 펌프		10 - 20 rpm	스크류가 유리함
압착탈수 screw press	SUS	2대 동시운용, 회전수:1-6rpm조절, 2rpm운용시 1대 용량및능력 투입:3.75-4톤/시, 배출:0.85-0.906톤/시, 투입수분함량 92±1%, 배출수분함량65±2%, 투입:배출=4.40/1±0.1(w/w)	1)1대로 제작시 유지보수가 어려우며 고장시 진공정이 멈출우려가 있음. 2)시험용스크류프레스 제작 업체에서 제작하는 것이 바람직함. 3)본 설비는 전문가에 의한 검토필요.

Table 7-2. Amounts of treatment, slaked carbonate, output of waste in using screw press¹⁾ in starch factory

시료	처리량 kg	0.5% 소식회 첨가량 (kg)	탈수 박량 (kg)	발생폐수량 (kg)	탈수박 수분함량 (%)	운영 회전수 (rpm)
감자	3 7 5 ¹⁾ x 2 0 =7,500/시	1.875x20 =37.5	85x20=1,700	290x20=5,800 (박13kg포함)	66	2
	7,500x10= 75,000/일	375/일	17,000/일	58,000/일 (박130kg포함)		
고구마	375x20= 7,500/시	1.875 x 2 0 =37.5	87x20=1,740	288x20=5,760 (박12kg포함)	68.5	4
	75,000/일	375/일	17,400/일	57,600/일 (박120kg포함)		

¹⁾ 20 times size to pilot plant

라. 압착탈수기 설치시 개략 경제성 분석

1일 75톤윗 전분박을 수분함량 65% 내외로 탈수시키기 위해서 탈수기 설치시 기존의 전분박 처리방법과의 경제성 비교는 표 7-3과 같다. 1일 75톤 처리에 소요되는 경비는 개략 128,139,000원이며 월 운영비는 약 6,000,000원이 소요될 것으로 예상되었다.

마. 기존 투기비용과의 경제성 비교

기존의 투기방법으로 전분박을 처리하는데 소요되는 경비는 연간 171,900천원이며 탈수시설 설치시 86,210천원으로 기존의 투기비용에 비해 약 1/2 정도였다(7-4).

Table. 7-3. Fundamental economy analysis for dehydration of starch pulp

항 목	프레스 1대	비 고
소석회투입장치	1	
스크류프레스	1	기존 콘크리트통 이용
집하통	1	1-2일마다 청소
침전조	대형(1,500톤)필요	기존시설에 비닐 덮음
탈수박저장시설	소형(0.5톤) 필요	
원료처리량		감자 2rpm, 고구마 4 rpm운용, 2대인경우
1일(10시간)	37.5-40톤	발생량 바로 처리됨
1월(30일)	1,125-1,200톤	
소석회소요량		
1일	$187.5-200\text{kg}/20=9.4-10\text{포}$	
1월	$5,625-6,000/20=282-300\text{포}$	
탈수전분박생산량		감자, 고구마수율의 평균값
1일	8.6-9.17톤	17.2톤/일에서 계산
1월	258-275톤	
추가폐수발생량		2%정도 박포함량이며 박은 침전 후 재압착
1일	29-31톤	
1월	870-930톤	
감자박(5150톤)	138일(4.6월)	1일75톤 원료박배출기준
고구마박(2344톤)	63일(2.08월)	작업일수 및 월수
계7494톤/년	201일(4.68월)	
총기계구입설치비	128,139,000원	
	전력40(kw)x10/hx100	
	(원)=40,000원	
	소석회 10포x6,000원=	
	60,000원	
기계운영원가	폐수추가처리비	
	31톤x3,300=102,300원	
	소계 202,300원/일	
	6,069,000원/월	

Table 7-4. Comparison of expense of dehydrated starch pulp production and expense of ocean abandonment

항 목	97년 투기비		스크류프레스 1대 운영		비 고
	월	년간	월	년간	
기계운영 원가	0	0	6,070	$607 \times 6.68 = 40,550$	
기계구입, 설치비 자	0	0	$1,281/6.68 = 1,920$	$128,14 \times 0.1 = 12,810$	
기계감가 상각비	0	0	1,920	12,810	사용년한10년
인건비	0	0	$1,500 \times 2인 = 3,000$	$150 \times 2 \times 6.68 = 20,040$	일용직5만/일, 150/월
투기비	75톤 x 30일 x 250 = 56,250	감자: 5,150톤 x22=113,30 고구마:2,344톤 x25=5860	8.5톤 x 300 x 2.5=6,380	8.5x30x 4.6x22= 25,800 8.5x30x 2.08x25= 13,260 소계39,06	
합 계		171,900/년 (100%)	12,910/월	86,210/년 (50.2%)	탈수박을 무상으로 양돈농가 이 인도

* 전분박 투기비용 97년기준, '99년 이상기온으로 감자 흉작으로 처리량이 적음

2. 탈수전분박을 이용한 부산물퇴비의 제조

참여업체인 (주) 삼다비료에서 돈분과 혼합할 원료로 사용하기 위한 실용화가 진행중이며, 참여회사에서 생산하는 제품을 분석하여 유기물, 탄질

비, 수분 및 중금속(As, Cd, Pb, Hg, Cu, Cr)을 분석하여 비료공정규격 적합성을 평가하여 실용화를 위한 후속 연구를 진행하고 있다. (주)삼다비료는 고속발효 방법에 의해 부산물퇴비를 제조하고 있는 업체로서 퇴비 생산시 가장 큰 문제점은 유기물함량의 규정 미달이며, 탈수전분박을 혼합함으로써 유기물 규정인 25%를 높이기 위한 연구가 진행중이다.

제4절 결 론

본 연구의 결과를 실용화하기 위해 1일 75톤의 전분박을 처리할 수 있는 용량의 screw press를 설치했을 때 기존의 투기방법으로 처리하는데 소요되는 경비에 비해 경제적이었으며, 참여업체인 (주)삼다비료와 탈수전분박을 이용한 부산물퇴비의 제조에 대한 연구를 본 연구과제 종료 후에도 후속연구로 계속 진행할 예정이다.

참고문헌

A-C. Eliasson, and H.R. Kim. 1992. Changes in rheological properties of hydroxypropyl potato starch pastes during freeze-thaw treatments. I. A rheological approach for evaluation of freeze-thaw stability. *J. Text. Stud.* 23:279-295

A.L. Camire, and F.M. Clydesdale. 1981. Effect of pH and heat treatment on the binding of calcium, magnesium, zinc and iron to wheat bran and functions of dietary fiber. *J. Food Sci.* 46:548-552

C. Ferrero, M.N. Martino, and N.E. Zaritzky. 1993. Effect of freezing rate and xanthan gum on the properties of corn starch and wheat flour pastes. *Int. J. Food Sci. Tech.* 28:481-498

C.G. Jimenez. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity. *Biological waste* 27:115-142

D.A. Cronin and S. Smith. 1979. A simple and rapid procedure for the analysis of reducing, total and individual sugars in potatoes, *Potato Res.* 22:99-105

E.G. Heisler, J. Siciliano, and S. Krulick. 1972. Potato starch factory waste effluents. II. Development of a process for recovery of amino acids, protein and potassium. *J. Sci. Food Agric.* 23(6):745

E.G. Heisler, S. Krulick, J. Siciliano, W.L. Porter, and J.W. White, Jr. 1970. Potato starch factory waste effluents. I. Recovery of potassium and other inorganic cations. *Am. Pot. J.* 47(8):326

E.O. Strolle, J. Jr. Cording, N.C. Aceto. 1973. Recovering potato proteins coagulated by steam injection heating. *Agr. Food Chem.* 21(6):974

E.O. Strolle, N.C. Aceto, R.L. Stabile, and V.A. Turkot. 1980. Recovering useful by-products from potato starch factory waste effluents - A Feasibility Study. Food Tech. February pp. 90-95

F.M. Clydesdale, and A.L. Camire. 1983. Effect of pH and heat on the binding of iron, calcium, magnesium and zinc and the loss of phytic acid in soy flour. J. Food Sci. 48:1272-1274.

G.H. Zheng and F.W. Sosulski. 1998. Determination of water separation from cooked starch and flour pastes after refrigeration and freeze-thaw. J. Food Sci. 63(1):134-139

G.W. Hope, D.C. MacKey, and L.R. Townsend. 1990. The effect of harvest date, rate of nitrogen fertilization on the maturity, yield and chipping quality of potatoes. Amer. Potato J. 37:28-33

H.R. Kim, P. Muhrbeck, and A-C. Eliasson. 1993. Changes in rheological properties of hydroxypropyl potato starch pastes during freeze-thaw treatments. III: Effect of cooking conditions and concentration of the starch paste. J. Sci. Food Agric. 61:109-116

H.W. Howard. 1974. Factors influencing the quality of potatoes. I. The genotype. Potato Res. 17:490-511

I.B. Douglass. 1965. The manufacture of potato starch. International symposium on the utilization and disposal of potato wastes. Fredericton, N.B., Canada. May 24-27, p. 122

J. Franklin and T. Hamberg. 1980. Seasonal changes in the different components of the inhibitor β complex in potato tubers. Plant Physiol. 50:227-232

J.C. Jeong, K.W. Park, and S.Y. Kim. 1996. Processing quality of potato

(solanum tuberosum L.) tubers as influenced by cultivars and harvesting dates. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(4):511-515

J.H. Schwartz, S. Krulick, and W.L. Porter. 1972. Potato starch factory waste effluents. III. Recovery of organic acids and phosphate. J. Sci. Food Agric. 23(8):977

J.P. Zubelina, J.W. Barker, and C.M. Stainslaw. Swine manure as a fertilizer source. North Carolina Cooperative Extension Service. Publication No.:AG-439-4. U.S.A.

J.R. Rosenau, L.F. Whitney, and J.R. Haight. 1978. Upgrading potato starch manufacturing wastes. Food Tech. June p. 37-39

K. Ebihara, and M. Takeuchi. 1991. Effect of particle size on the cation-exchange capacity, surface area and zinc-binding capacity of refined corn hull. Agric. Biol. Chem. 55:1455-1458.

K.Y. Jung and K.D. Woo. 1994. The use of organic wastes for the fertilizer in Korea. International seminar on the use of microbio and organic fertilizers in agricultural production. RDA/FFTC

M. Yamaguchi, H. Timm, and A.R. Spurr. 1964. Effect of soil temperature on growth and nutrition of potato plants and tuberization composition and periderm structure of tubers. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84:412-423

M.S. Finstein, F. C. Miller, and P. F. Strom. 1986. Monitoring and evaluating composting process performance. Water Poll. Cont. 58:272-278

O.P. Ifenkwe, E.J. Allen, and D.C.E. Wurr. 1974. Factors affecting the relationship between tuber size and dry matter content. Amer. Potato J.

51:232-242

R.W. Gerry. 1977. Dehydrated soluble potato solids in broiler rations. Poul. Sci. 56(6):1947

S.A. Thompson, and C.W. Weber. 1979. Influence of pH on the binding of copper, zinc and iron in six fiber sources. J. Food Sci. 44:752-754

S.P. Tsai, R.D. Coleman, T.S. Tsai, and V. Patrick. 1989. Utilization of high-carbohydrate food wastes as the feedstock for degradable plastics. Food Processing Waste Conference in Atlanta, Georgia(11/6-8/89).

S.Y. Kim, J.G. Kim., M.S. Lim., H.M. Cho, and J.C. Chae. 1991. Effect of growing condition on the dry matter content and yield of potato tybers, Res. Rept. RDA(H). 33(2):54-57

T.M. Ambrose, and C.O. Reiser. 1954. Wastes from potato starch plants. I & E Chem. 46(6):1331

W.C. Weber, E.A. Kohlhepp, A. Idouraine, and L.J. Ochoa. 1993. Binding capacity of 18 fiber sources for calcium. J. Agric. Food Chem. 41:1931-1935

권순익. 정광용. 1994. 유기성 폐기물 비료성분 표준단위 설정. 농업과학기술원 시험연구보고서(농업기술연구소편). 74-100

김기현, 김동균, 윤종만. 1995. 축산환경의 오염잠재력: 축산오염물질의 발생과 대기환경계 순환. 축산시설환경. 1(2):155-164

김성용, 조연동, 현윤규, 이창훈, 현관희, 김철균, 강명선, 김영휘, 1998. 제주 지역에 적합한 감자 품종선발 시험. 제주도농업기술원 기술지도보고서 : 148-155

김현준, 김관수, 김화영, 유언하, 한병희, 김정간, 장병호, 이창덕, 김학기. 1991. 재배조건에 따른 가공용 감자의 품질에 관한 연구. 3. 건물함량 및 비중. 농시논문집(원예편) 32(2):91-102

신완식, 이규승, 장동일. 양돈시설의 자동화 생산시스템 개발. II. 돈분퇴비화를 위한 수분조절제 선발 및 특성에 관한 연구. 제 1회 농업과학심포지움. pp. 330-333

신완식, 이규승. 1996. 돈분 및 계분의 초기 퇴비화 과정중 이화학적 특성과 미생물의 활성변화. 축산시설환경. 2(2):135-145

정광용. 1996. 가축분뇨의 이용과 문제점. 1996년 축산시설환경학회 특별강연집 45-70

정영륜. 1992. 퇴비화 기술의 생물학적 분석. 유기성폐기물의 자원화기술 심포지움. 3-28

정이근. 1995. 가축분 시용이 토양환경에 미치는 영향에 관한 연구. '94 가축분뇨처리에 관한 연구. 건국대학교 동물자원연구센터. 403-431

정이근. 1995. 유기성 폐기물의 비료화 정책의 문제점과 대책. 유기성폐기물의 비료화의 문제점과 대책에 관한 심포지움. 한국토양비료학회

정진철. 1995. 감자의 가공품질에 미치는 수확 전·후 요인들에 관한 연구. 고려대학교 대학원 박사학위논문.

조연동, 김성용, 강형식, 강형철, 김철균, 김영휘. 1998. 감자 우량계통 지역 적용시험. 제주도농업기술원 지도사업보고서, pp. 144-148

조연동, 김용덕, 강성근, 김성배, 한원탁, 현승원, 오용비. 1995. 가을감자 수확시기가 품질 및 수량에 미치는 영향. 제주도원보고서, pp. 90-93

지재성, 남궁은, 1993. 한국형 도시 폐기물 퇴비화 공법의 개발계획. 한국유기성 폐기물자원화협의회지. 1(2):171-186

초지시험장, 1993. 가축분뇨 처리이용 연구회 자료. 일본농림수산성

축협중앙회, 1994. 퇴비화 시설의 설계

홍순기, 1996. 한국 감자 산업의 현황 및 전망. 한국 씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일. 심포지엄. 농촌진흥청, pp. 1-14