

豚糞處理工場

張 東 日*

1. 緒言

현실적으로 養豚에서 가장 큰 문제는 糞尿의 적절한 처리방법을 가지고 있지 못한 점이다. 그동안 環境工學的 배려 없이 養豚을 경영해 왔지만 작년부터 環境처가 규제하고 있는 畜産施設 設置對象別 規制基準의 적용을 받게 됨으로 양돈업계의 어려움은 더욱 가중되고 있으며, 이 문제를 해결하기 위해서는 분뇨 처리기술의 개발 및 보급이 강력히 추진되어야 할 필요성을 느끼고 있다. 이를 위해서 먼저 우리가 관심을 가지게 되는 것은 糞尿處理 施設の 機械化 및 自動化인데 아직까지 우리의 기술이 개발되지 못한 상황이라서 우리가 활용할 수 있는 외국 기술을 소개하고자 한다.

필자는 1991년 7월에, 네덜란드의 Helmond에 위치한 세계적인 최첨단의 양돈분뇨처리 기술을 가지고 있는 Promest 工場을 방문하고, 공장의 운영실태를 살펴보고 견학하는 시간을 가진바 있는데, 그때 분뇨처리 기술의 완벽하고 훌륭한 점을 확인한 바 있다.

여기에 Promest 공장을 設計한 네델란드 엔지니어링 회사인 Van Aspert 컨설팅 회사에서 제안한 30,000두 규모의 양돈 集團農場을 위한 분뇨처리 기술을 우리나라 실정에 알맞게 보완하여 소개함으로써 우리나라의 이 분야의 기술개발을 촉진하고자 한다.

2. 獨創的인 豚糞處理 시스템

前에는 韓國에서 축산분뇨는 바람직한 생산물였지만, 지금은 이것이 대부분의 지역에서 과잉 생산되고 있으며 尿가 암모니아로 전환된다거나 분뇨로부터 과생되는 문제로 인하여 環境에 과중한 부담을 부여하고 있다. 농장으로부터 분뇨를 제거하거나 처리과정을 거쳐 분뇨는 치울 수 있을 수는 있지만, 암모니아와 惡臭의 발생, 대규모 저장시설의 필요성등이 아직도 주요 문제로 남아있다.

그러므로 半液體 상태의 糞을 가공하여 有機質 비료로서 施肥하기에 편리하도록 작은 알갱이로 만들고 처리후에 발생하는 물은 하천에 방류해도 좋을 수준의 깨끗한 물로 만드는 일에 研究開發이 필요한 것이다.(그림 1)

이 技術情報은 대부분의 環境 부담을 절감할 수 있는 완벽하고 새로운 獨創的인 양돈의 분뇨처리 기술을 제공할 수 있을리라 생각한다. 이 방법의 특징은 糞과 尿가 배설단계에서부터 분리되도록 특별히 설계된 축사에서부터 찾아볼 수 있다. 그와같은 분리시설에서 얻어진 분뇨는 처리에 용이할 뿐만 아니라 아마도 비료로 직접 사용해도 될 것이다. 배설 초기단계에서 분뇨를 분리함으로써 축사안의 암모니아의 발생과 에너지 소비를 감소시킬 뿐만 아니라 畜사의 環境을 개선할 수 있어 다른 어떤 처리 방법보다도 獨

* 충남대학교 농업기계공학과

創的인 長點을 가지고 있다.

여기서 제시하는 代案은 약 30농장이 우리나라에서 집단으로 養豚園地를 형성했을 時의 分뇨처리의 最適의 解決策이 될 것이다. 각 농장은 특별히 설계된 돈사에서 1,000 마리의 肥肉豚을 키우는 것으로 가정했으며, 각 농장의 크기는 70.0×20.0m로서 약 1 ha 크기의 공간에 설치할 수 있다. 그리하여 30농장이 총 3萬마리의 비육돈을 기르며 分뇨를 처리할 수 있는 配置計劃을 그림 2와 같이 제안할 수 있다.

表 1. 돼지 分뇨의 平均 構成成分

성분	分뇨 1 kg 당의 무게 (g)
건고형물	100.0
분진	27.0
총질소(N)	7.0
NH ₄ -N	4.0
P ₂ O ₄ -P	4.5
K ₂ O	5.0
Cu	0.022
COD	100.0
BOD ⁵	40.0
pH	7-8

일일 돼지 한마리의 分뇨생산량 : 5ℓ/d

3. 豚糞處理 工程과 長點

生糞의 처리방법에는 몇가지가 있지만 여기서 소개하고자 하는 방법은 이미 설명한 바와 같이 (그림 1), 분과 뇨가 豚舍안에서 분리되어 수집된 뒤 처리된다.

축사안의 制御換氣 때문에 환기되는 공기는 分뇨의 豫備乾燥에 이용된다. 그리고 분리된 분과 뇨는 직접적으로 처리된다. 뇨는 농축될 때까지 증발시키고, 분은 농축된 뇨와 함께 乾燥機 (dryer)를 이용하여 처리한다.

분과 뇨를 분리하여 예비건조하는 것이 처리의 첫 단계인데, 이것은 특별히 설계된 축사안에서 시작된다. 또한 축사안에서는 제어환기를 사

용하기 때문에 이것을 이용하여 豚糞 重量의 30% 이상을 예비건조를 통하여 건조할 수 있다. 분리된 分뇨의 成分構成은 다음의 表 2, 3과 같다.

表 2. 뇨의 구성성분

성분	구성량
건고형물	3%
건고형물 중의 분진	51%
총질소(N)	0.51%
NH ₄ -N	0.30%
P ₂ O ₄	0.11%
K ₂ O	0.80%
Cu	7 mg/kg
pH	8.8
BOD ⁵	9.7 mg/l

表 3. 분의 구성성분

성분	구성량
건고형물	30%
건고형물 중의 분진	25.1%
총질소(N)	1.11%
NH ₄ -N	0.26%
P ₂ O ₄	1.36%
K ₂ O	0.74%
Cu	273.1 mg/kg
BOD ⁵	57.7 mg/l

분리되고 豫備乾燥된 분과 뇨는 두번째 처리 단계인 蒸發機 (evaporator) 안에서 처리된다. 이 증발기는 Van Aspert 컨설팅 회사에서 分뇨처리를 위해 특별히 설계된 것이다. 이 단계에는 두 종류의 산물이 나오는데, 蒸熱濃縮液과 蒸熱冷却水이며, 증발냉각수는 하천에 방류하던가 또는 축사의 청소에 사용될 수 있다. 그 후에 셋째 단계로 증발농축액과 豫備乾燥된 糞은 건조기 (dryer)에 의하여 처리된다. 有機質 肥料은 이 최종단계의 산물이다. 이와같은 처리공정을 工程圖表로 표시하면 그림 1과 같다.

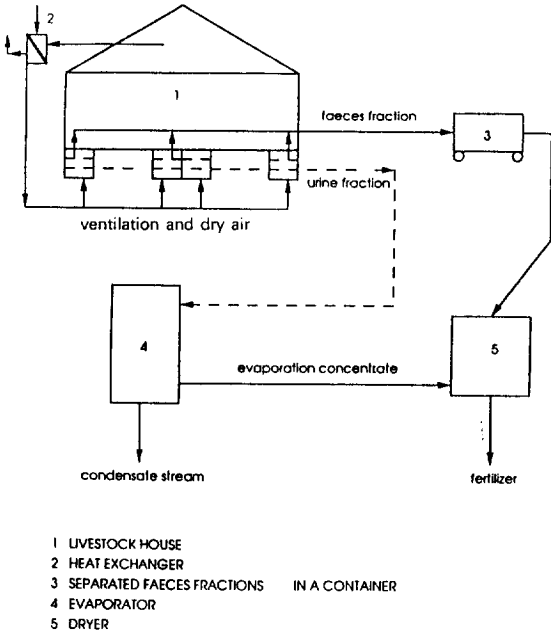


Fig. 1 분뇨처리 공정의 흐름도

4. 모듈(Modules)

분뇨처리 시설은 다음과 같은 3개의 모듈(modules)로 구성되어 있다.

- Module 1-분뇨분리 및 예비건조
- Module 2-증발기 (evaporator)
- Module 3-건조기 (dryer)

1) Module 1-분뇨분리 및 예비건조

축사안에서 얻어진 분뇨는 즉각적으로 중앙분리장치에 의하여 분과 뇨로 분리된다. 이 장치는 분뇨처리를 위하여 특별히 설계된 것으로 24시간 연속적으로 작동된다.

뇨는 축사안의 뇨 수집시스템에 자연적으로 흘러들어 수집되어 축사 밖에 설치되어 있는 蒸發機(evaporator)로 직접 보내지도록 연결되어 있다. 糞은 특별배출장치에 의하여 수집되어 축사 밖에 설치되어 있는 運搬容器에 채워지게 되어 있다.

糞이 채워진 容氣는 운반장비에 의하여 건조

기로 옮겨진다. 축사안의 환기제어에 의하여 축사안의 환기를 양호하게 유지할 수 있을 뿐만 아니라 분의 중량의 30% 이상의 수분을 예비건조하는 효과를 얻을 수 있다.

축사안으로부터 배출되는 가열된 공기의 열은 熱交換機를 통하여 축사안으로 유입되는 신선공기를 가열하는데 사용된다. 생분뇨의 즉각적인 처리와 예비건조에 의하여 분뇨의 분리는 매우 양호하게 이루어진다.

분뇨의 분리와 예비건조가 축사안에서 이루어짐으로 다음과 같은 장점을 얻을 수 있다.

- (1) 낮은 수준의 암모니아 발생
- (2) 악취발생 방지
- (3) 최적의 축사환경 유지 (50% 獸醫費用 절감)
- (4) 축사의 가온을 위한 배기 열의 재사용으로 에너지 비용 절감
- (5) 저장탱크의 분뇨 펌프 에너지 불필요

2) Module 2-증발기 (evaporator)

돼지의 뇨는 증발기에 의해 증발되어 최초 부피의 3%까지 농축되어 다음 처리단계로 넘어간다. 여기서 증발된 수증기는 냉각 농축된 후 하천에 방류되던가 축사의 청소용 물로 사용될 수 있다.

여기서 尿의 처리에 사용되는 증발기는 분뇨처리용으로 특별히 설계된 것으로서, 기계적으로 수증기를 재압축하여 수평적인 분사 필름을 형성함으로써 30°-70°C 온도범위에서 작동된다. 이와같은 낮은 작동온도는 기계적인 수증기 재압축과 조화를 이루어 에너지 효율을 향상시키는데, 尿 1 m³당 15-20 kWh의 에너지가 소요된다.

이 증발기는 고품질의 처리를 제공하는데, 작동, 제어, 유지보수가 쉬울 뿐만 아니라 환경적으로 매우 청결하다. 증발공정은 스크린, 平衡水盤으로 구성되어 있으며, 30 농장으로부터 수집되는 尿를 하루에 100 m³ 증발시킬 수 있다.

3) Module 3-건조기 (dryer)

예비건조된 糞과 증발농축액은 重量的으로 80 내지 95%가 감소한 건조형물을 얻을 수 있을

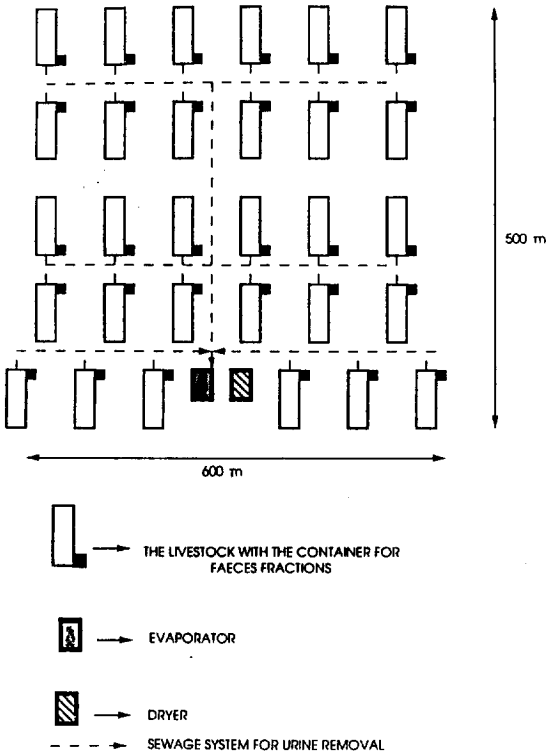


Fig. 2 분뇨처리시설을 갖춘 30 농장의 양돈집단 농장을 위한 배치계획

때까지 건조기안에서 처리가 된다. 이 건조작업은 에너지 회수를 포함하여 순환건조기 안에서 처리가 된다. 이 건조기의 作業能率은 30 농장으로부터 수집된 분을 하루에 25 m³ 건조할 수 있다.

이 건조기는 완벽한 循環시스템을 갖춘 것이 특징인데, 이것의 내부에서 건조공기는 여과, 냉각, 탈수되고 다시 가열된다. 加熱에 필요한 에너지는 공기의 冷却과 凝縮過程에서 回收되는 에너지로 공급된다.

이와같은 循環시스템은 그림 3이 보여주듯이 排氣개스로부터의 에너지 회수로 상당량의 에너지 節減을 달성할 수 있을 뿐만 아니라, 건조공기와 함께 배출되는 암모니아와 악취의 발생을 방지한다.

또한 이와같은 건조공정 후에 産物로 얻어지는 有機質 肥料는 다른 제품에 비하여 高單位

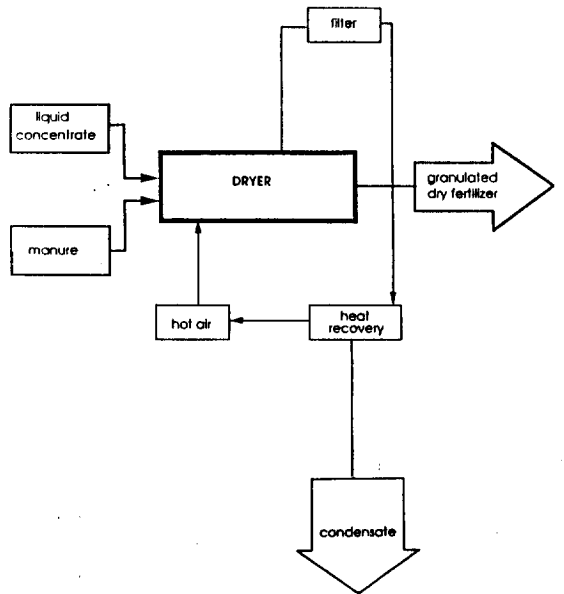


Fig. 3 건조공정의 설명도

窒素 含量을 가지고 있는데, 그 이유는 尿에서 尿素의 분해가 일어나기전 초기단계에 尿를 처리하기 때문이다. 증발과 건조 공정이 小規模 처리시설 안에서 수행되는데 이것 또한 이 처리방법의 큰 장점이다.

5. 投資費用의 推定

이 처리시설을 설계한 회사는 약 15년간의 축산분뇨 처리 경험을 축적하여 이 시설의 信賴性을 높여주고 있는데, 여기서 제시하고 있는 시설의 價格은 축사안에 설치해야할 특별한 장치의 운송가격을 제외한 축사의 설계와 도면을 포함한 總價格이다. 축사안에 설치할 장치에 대해서는 정확한 필요성과 요구사항을 구체적으로 논의한 후에 결정해야할 필요가 있다.

이 총가격은 완충탱크, 스크린 부분, 증발기, 건조기의 가격을 포함하고 있다. 提案된 분뇨처리 시설의 가격은 다음의 表 4와 같이 공정 모듈별로 표시되어 있다.

表 4. 투자비용의 추정내용

모 들	가 격
1.분뇨의 분리와 예비건조 : 축사시설의 설계와 도면 포함	Hfs. 150,000, (₩62,850,000)
2.증발기 + 완충탱크와 공급펌프 + 스크린 부분 + 토목공사	Hfl. 3,500,000 (₩1,466,500,000)
3.건조기 + 필터와 열회수 장치 + 토목공사	Hfl. 2,000,000 (₩838,000,000)
총계*	Hfl. 5,780,000 (2,421,820,000)

* 이 가격은 수송비와 보험료가 포함되지 않았음.