



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월16일  
(11) 등록번호 10-2155524  
(24) 등록일자 2020년09월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C02F 11/04 (2006.01) C02F 1/52 (2006.01)  
C02F 11/12 (2019.01) C02F 3/00 (2006.01)  
C02F 3/12 (2006.01) C02F 3/28 (2006.01)  
C02F 3/30 (2006.01) C05F 17/50 (2020.01)  
C05F 17/90 (2020.01) C05F 17/971 (2020.01)  
C05F 3/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C02F 11/04 (2013.01)  
C02F 11/12 (2020.05)
- (21) 출원번호 10-2020-0054591
- (22) 출원일자 2020년05월07일  
심사청구일자 2020년05월07일
- (56) 선행기술조사문헌  
KR101366374 B1\*  
KR101442731 B1\*  
KR1019980071903 A\*  
KR1020100012887 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
대한민국
- (72) 발명자  
유홍덕  
인천광역시 서구 청라커널로 300, 청라센트럴에일  
린의뜰, 102동 1703호  
정유진  
서울특별시 강서구 공항대로39길 100 101동 704  
호 (등촌동, 대림아파트)  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
조영현

전체 청구항 수 : 총 10 항

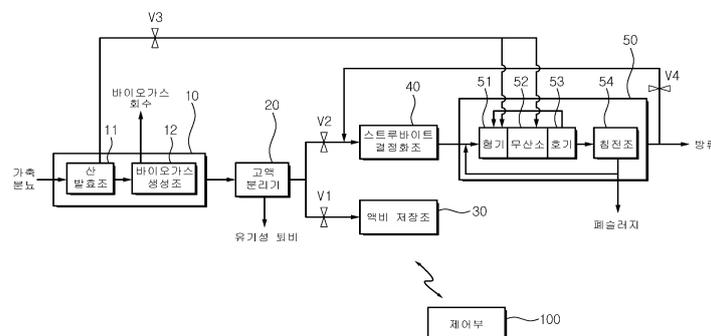
심사관 : 이동재

(54) 발명의 명칭 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법

(57) 요약

본 발명은 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법에 관한 것으로서 본 발명의 일 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은, 가축분뇨를 공급받아 저장한 후 혐기성 소화 공정에서 처리하여 바이오가스를 생성하는 혐기성 소화조; 상기 혐기성 소화조에서 배출된 소화 여액을 고체와 액체로 분리하는 고액 분리기; 상기 고액 분리기에 의해 분리된 액체를 공급받아 저장하는 액비 저장조; 상기 고액 분리기에 의해 분리된 액체를 공급받아 스트루바이트를 생산하는 스트루바이트 결정화조; 스트루바이트 결정화조에서 배출된 상정액을 생물학적으로 처리하는 생물학적 처리조; 상기 고액 분리기와 액비 저장조 사이의 연결 라인을 개방 또는 차단하는 제1 밸브; 상기 고액 분리기와 스트루바이트 결정화조 사이의 연결 라인을 개방 또는 차단하는 제2 밸브; 상기 제1 밸브와 제2 밸브의 작동을 제어하는 제어부를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*C02F 3/006* (2013.01)  
*C02F 3/1215* (2013.01)  
*C02F 3/1221* (2013.01)  
*C02F 3/2873* (2013.01)  
*C02F 3/30* (2013.01)  
*C05F 17/50* (2020.01)  
*C05F 17/971* (2020.01)  
*C05F 17/989* (2020.01)  
*C05F 3/06* (2013.01)

(72) 발명자

**임도영**

인천광역시 서구 청라커널로 270, 커널힐스빌 100  
6호

**김경현**

서울특별시 구로구 연동로 233, 104동 801호 (   
항동, 항동중흥에스클래스배르데카운티)

**이재관**

경기도 성남시 분당구 느티로 70, 느티마을 305동  
503호

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

가축분뇨를 공급받아 저장한 후 혐기성 소화 공정에서 처리하여 바이오가스를 생성하는 혐기성 소화조;  
 상기 혐기성 소화조에서 배출된 소화 여액을 고체와 액체로 분리하는 고액 분리기;  
 상기 고액 분리기에 의해 분리된 액체를 공급받아 저장하는 액비 저장조;  
 상기 고액 분리기에 의해 분리된 액체를 공급받아 스트루마이트를 생산하는 스트루마이트 결정화조;  
 스트루마이트 결정화조에서 배출된 상징액을 생물학적으로 처리하는 생물학적 처리조;  
 상기 고액 분리기와 액비 저장조 사이의 연결 라인을 개방 또는 차단하는 제1 밸브;  
 상기 고액 분리기와 스트루마이트 결정화조 사이의 연결 라인을 개방 또는 차단하는 제2 밸브;  
 상기 생물학적 처리조로부터 방류되는 방류수를 외부로 방류하는 방류라인;  
 상기 방류수를 상기 스트루마이트 결정화조로 반송하는 방류수 반송라인;  
 상기 방류수 반송라인을 개방 또는 차단하는 제4 밸브; 및  
 상기 제1 밸브, 제2 밸브 및 제4 밸브의 작동을 제어하는 제어부;  
 를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 상기 혐기성 소화조는 상기 가축분뇨를 혐기 발효하여 유기산을 생성하는 산 발효조, 및 상기 산 발효조로부터 이송된 소화여액으로부터 바이오가스를 생성하는 바이오가스 생성조를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템.

**청구항 3**

제2항에 있어서,  
 상기 생물학적 처리조는 혐기조, 무산소조, 호기조가 A2/O 계열 형태로 순차적으로 연결되어 구성되는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템.

**청구항 4**

제3항에 있어서,  
 상기 혐기조와 상기 호기조를 연결하는 내부반송 라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템.

**청구항 5**

제3항에 있어서,  
 상기 생물학적 처리조는 상기 호기조로부터 방출되는 방출수로부터 슬러지를 침전시켜 제거한 후 방류하는 침전조; 및  
 상기 슬러지를 상기 혐기조로 공급하기 위한 슬러지 반송 라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템.

**청구항 6**

제3항에 있어서,

상기 산 발효조에서 생성된 상기 유기산을 상기 혐기조 또는 무산소조에 공급하기 위한 유기산 공급 라인; 및  
상기 유기산 공급 라인을 개방 또는 차단하는 제3 밸브;

를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 제3 밸브의 작동을 더 제어하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템을 운영하는 방법으로서,

제어부는 미리 설정된 제1 기간 동안에는 상기 제1 밸브를 열고 상기 제2 밸브를 닫으며, 미리 설정된 제2 기간 동안에는 상기 제1 밸브를 닫고 상기 제2 밸브가 열리도록 제어하고, 침전조로부터 방류되는 방류수가 미리 설정된 방류조건을 만족하지 않는 경우 제4 밸브가 열리도록 제어하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템 운영 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 제1 기간은 농업 시즌이고, 상기 제2 기간은 비농업 시즌인 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템 운영 방법.

**청구항 10**

제6항에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템을 운영하는 방법으로서,

제어부는 생물학적 처리조에 유기산 공급이 필요한 경우 제3 밸브가 열리도록 제어하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템 운영 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 제어부는 제1 밸브를 열고 제2 밸브를 닫을 때 상기 제3 밸브를 닫고, 상기 제1 밸브를 닫고 상기 제2 밸브를 열 때 상기 제3 밸브가 열리도록 제어하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템 운영 방법.

**청구항 12**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 혐기성 소화, 스트루바이트(Struvite) 형태의 질소·인 회수, 생물학적 처리 등을 적절하게 연계하여 가축분뇨 내 고농도 유기물, 질소, 인을 효과적으로 자원화 하고 이를 통해 겨울철 낮은 온도와 짧은 수리학적 체류시간에서도 생물학적 처리 효율을 극대화시키는 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법에 관한 것이다.

[0002] 보다 구체적으로는 기존의 가축분뇨 처리 방식인 생물학적처리 및 혐기성 소화 등의 장점을 극대화하고 단점을 보완함으로써 환경 변화에 따라 적절하게 처리 방식을 달리하여, 자원화와 고농도 유기물, 질소, 인의 적정 처리를 동시에 달성하는 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 일반적으로, 가축분뇨에 포함되어 있는 고농도 유기물 및 영양염류(질소, 인)가 하천이나, 연안바다, 호소 등으

로 유입될 경우 부영양화 현상을 유발하며 이로 인해 조류의 성장을 촉진시킨다.

- [0004] 또한, 가축분뇨에 포함되어 있는 유기물, 질소, 인이 수계로 유입될 경우 심하면 수저부에서 부패하고 악취가 발생하여 수질오염을 촉진하는 원인으로 작용함에 따라 하천이나 호소로 유입되기 전에 적정하게 처리 혹은 자원화 하는 것이 효과적이다.
- [0005] 우리나라의 경우 가축분뇨, 특히 돈분뇨 처리는 크게 3가지 형태로 처리가 되고 있는데 생물학적 처리가 가장 일반적인 경우이며, 그 이외에 혐기성 소화 및 액비 형태로 처리되고 있다.
- [0006] 생물학적 처리는 활성슬러지법에 의존하고 있으며 활성슬러지법에 의한 처리 시 대부분의 현탁 고형물질과 유기물은 쉽게 제거될 수 있으나, 가축분뇨에는 질소나 인과 같은 영양염류 농도가 매우 고농도이기 때문에 현재의 기술로도 법정 방류수 수질기준을 준수하기가 쉽지 않다.
- [0007] 질소, 인과 같은 영양염류 처리를 위한 공정들로는 물리, 화학적인 처리 방법과 생물학적인 처리 방법이 있다. 우선, 물리적인 처리 방법에 있어서는 암모니아 탈기법, 선택적 흡착 방법을 이용하는 이온교환법, 소석회 및 응집제를 사용하여 인을 침전시키는 방법 및 질소와 인을 동시에 회수하는 스트루바이트(struvite)형성의 침전법 등이 이용되고 있다.
- [0008] 그러나 이와 같은 방법은 그 처리가 선택적으로 이루어지기는 하지만, 온도에 민감하고 비용이 많이 소요되는 등의 단점이 있으며, 가축분뇨와 같은 고농도 유기성 폐수에 적용하는 데는 한계가 있다. 또한, 약품비 및 운전상에 요구되는 환경이 특정적이어서 그 운영에 어려움이 있으며, 유출수가 불안정하여 세계적으로도 현장에서 사용을 꺼리고 있다.
- [0009] 한편, 생물학적 처리 방법에 있어서는, 질소의 경우 용존 상태에 있는 암모니아성 질소와 유기 질소를 호기성 조건에서 질산화균(ie., Nitrosomonas & Nitrobacter)에 의해 질산화(암모니아를 질산염형태로 변형)시키고, 질산염을 탈질산화균(ie., Pseudomonas, Paracoccus denitrifiers)에 의해 무산소 조건에서 산소대신 전자수용체로서 이용하게 하여 질소 기체로 변환하여 대기중으로 방출(탈질산화)시켜 제거하고 있다.
- [0010] 인의 경우 폐수를 교대로 혐기성 조건과 호기성 조건하에 유지시켜 혐기성 조건에서는 인 제거 미생물(ie., Acinetobacter)로부터 인을 방출시키고, 후속되는 호기성 조건에서는 미생물이 인을 과다 섭취하도록 한 다음, 미생물을 일정량씩 제거시키는 방식으로 폐수 중의 인을 제거한다.
- [0011] 상기 호기성 조건에서 미생물의 인을 과다 섭취하게 되는 정도는 혐기성 조건으로 유입되는 유기물의 양과 종류에 따라 다르며 특히, 순수한 혐기 상태의 유지와 유입되는 유기물이 초산염과 같은 유기산 염이 많을 경우 순수한 혐기 상태에서 인의 방출량이 증진되며, 후속된 호기 상태에서 인의 섭취도가 향상되어 처리율이 증진된다. 따라서, 생물학적 질소 및 인의 제거 공정은 혐기성 - 호기성 - 혐기성 - 호기성 반응조를 적절히 분리 배치하여 각 반응조의 특성에 따라 호기성 반응조에서는 유기물 산화 및 질산화 반응과 미생물이 인을 섭취하도록 유도하고 혐기성 및 무산소 반응조에서는 질산성 질소를 질소가스로 변형시켜 대기중으로 방출시키는 탈질 반응과 인의 방출을 유도한다.
- [0012] 상기 전술한 일반적인 형태의 생물학적 영양염류의 처리공정에서는 슬러지의 침전성을 향상시키고 인의 방출을 억제하기 위하여, 침전조 전에 호기성 반응조를 배치시킨다. 이러한 방법의 예로서는, 바너드(Barnard)등에게 수여된 미국 특허 제 3,964,988호에 개시되어 있는 바덴포 공정(Bardenpho process), 단일 시스템인 A/O 공정, A2/O 공정 등을 들 수 있다.
- [0013] 이들 공정은 산소의 유무에 따라 반응조를 분리, 배치하여 폐수가 혐기조건과 호기조건의 반응조를 통과하도록 정상상태(steady-state)로 운영하는 형태이며 일반적인 폐수의 처리 시 양호한 수질을 확보할 수 있는 공정들이나 가축분뇨와 같이 질소, 인의 농도가 고농도일 경우 처리 시 매우 긴 수리학적 체류시간을 필요로 하기 때문에 부지면적이 좁아 짧은 수리학적 체류시간에서 공정을 운전해야 하고 온도가 낮은 겨울철이 있는 우리나라의 경우 상기 시스템의 설계 변경이나 공정 개선 없이 바로 현장에 적용할 경우 질산화 효율이 저하되어 궁극적으로는 시스템의 질소처리 효율이 감소되는 문제점이 그간 노출되어왔다. 또한 가축분뇨에 포함된 고농도 암모니아성 질소(NH<sub>4</sub>-N)는 질산화 반응 시 질산화 박테리아에게 독성으로 작용하여 질산화 효율 저하를 유발하게 된다.
- [0014] 따라서 이에 대한 문제점 개선 없이 향후 강화될 방류수 수질 기준 달성은 점점 더 어려워질 것으로 판단되므로 겨울철과 같이 온도가 낮거나 수리학적 체류시간이 짧아지는 조건에서도 효과적으로 질산화가 향상될 수 있는 기술적 보완이 시급히 요구되고 있다.

- [0015] 혐기성 소화에 의한 가축분뇨 처리는 가축분뇨에 함유된 고농도 유기물을 혐기성(anaerobic) 상태의 단일 반응조에서 안정화시킴으로써 메탄(CH<sub>4</sub>) 가스를 회수할 수 있다는 장점이 있는 반면, 가축분뇨 내에 고농도로 존재하는 질소, 인은 처리되지 않고 혐기성 소화 여액에 농축되는 특성을 가지고 있다.
- [0016] 혐기성 소화 과정에서 발생하는 혐기소화 여액은 고농도 질소, 인을 함유하고 있으므로 액비 형태로 농경지에 살포되어 작물 성장에 필요한 비료로 사용되거나 후속되는 생물학적 처리과정을 통해 최종 수계로 방류되고 있다.
- [0017] 하지만 우리나라는 OECD 국가 중 농경지 단위면적당 높은 양분 집적도를 보이고 있고(질소 1위, 인 2위), 1년중 농업시즌이 약 6개월 정도에 그치고 있어 연중 발생하는 혐기소화 여액을 농경지에 무한정 살포하는데는 한계가 있어 이에 대한 관리 방안 마련이 시급한 실정에 있다.
- [0018] 또한 혐기소화 여액을 생물학적으로 연계 처리하는 경우에도 혐기소화 여액의 높은 암모니아성 질소 및 인 농도, 낮은 C/N비 등으로 인하여 생물학적 처리 공정에서 질산화 효율 저하, 낮은 C/N 비로 인한 탈질 효율 저하 등의 기술적 문제가 지속적으로 제기되어 왔다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0019] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0976144호 "가축 분뇨 처리장치 및 가축 분뇨 처리방법"

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0020] 기존 가축분뇨 처리 방식인 생물학적 처리 및 혐기성 소화 처리에서 제기된 상기와 같은 문제점을 해결하고자, 본 발명의 목적은 혐기성 소화 공정, 스트루바이트 결정화 공정, 생물학적 처리 공정을 연계하는 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법을 제공하는 것이다.
- [0021] 본 발명의 다른 목적은 농업시즌과 비농업시즌을 구분하여 농업시즌은 상기 가축분뇨 통합처리 시스템에서 스트루바이트 결정화 시설과 생물학적 처리공정은 운영하지 않고 혐기성 소화 공정만 운영하고 혐기성 소화 과정에서 발생하는 혐기소화 여액은 농경지에 액비로 살포하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법을 제공하는 것이다.
- [0022] 본 발명의 또 다른 목적은 농업시즌과 비농업시즌을 구분하여 비농업시즌은 상기 가축분뇨 통합처리 시스템에서 혐기소화 과정에서 발생하는 혐기소화 여액을 액비로 살포하지 않고 혐기소화 여액 내의 질소, 인을 스트루바이트 결정화 공정에서 스트루바이트 형태의 자원(비료)으로 회수하고 암모니아성 질소 및 인산염이 다량 저장된 혐기소화 여액을 생물학적 처리 공정에서 처리함으로써 짧은 수리학적 체류시간에서 질산화 효율을 효과적으로 달성하는 것을 특징으로 하는 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법을 제공하는 것이다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 목적은 혐기성 소화조를 산 발효조와 바이오가스 생성조로 나누어 구성하고, 산 발효조에서 생성된 유기산을 이용하여 생물학적 처리 공정에서 탈질 및 인 처리 효율을 향상시킬 수 있는 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0024] 본 발명의 상기 및 기타 목적들은, 본 발명에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법에 의해 모두 달성될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은, 가축분뇨를 공급받아 저장한 후 혐기성 소화 공정에서 처리하여 바이오가스를 생성하는 혐기성 소화조; 상기 혐기성 소화조에서 배출된 소화 여액을 고체와 액체로 분리하는 고액 분리기; 상기 고액 분리기에 의해 분리된 액체를 공급받아 저장하는 액비 저장조; 상기 고액 분리기에 의해 분리된 액체를 공급받아 스트루바이트를 생산하는 스트루바이트 결정화조; 스트루바이트 결정화조에서 배출된 상정액을 생물학적으로 처리하는 생물학적 처리조; 상기 고액 분리기와 액비 저장조 사이의 연결 라인을 개방 또는 차단하는 제1 밸브; 상기 고액 분리기와 스트루바이트 결정화조 사이의 연결 라인을 개방 또

는 차단하는 제2 밸브; 상기 제1 밸브와 제2 밸브의 작동을 제어하는 제어부를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

- [0026] 상기 혐기성 소화조는 상기 가축분뇨를 혐기 발효하여 유기산을 생성하는 산 발효조, 및 상기 산 발효조로부터 이송된 소화여액으로부터 바이오가스를 생성하는 바이오가스 생성조를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0027] 상기 생물학적 처리조는 혐기조, 무산소조, 호기조가 A2/O 계열 형태로 순차적으로 연결되어 구성될 수 있으며, 상기 혐기조와 상기 호기조를 연결하는 순환라인을 더 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 생물학적 처리조는 상기 호기조로부터 방출되는 방출수로부터 슬러지를 침전시켜 제거한 후 방류하는 침전조; 및 상기 슬러지를 상기 혐기조로 공급하기 위한 슬러지 내부반송 라인을 더 포함할 수 있다.
- [0029] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은 상기 산 발효조에서 생성된 상기 유기산을 상기 혐기조 또는 무산소조에 공급하기 위한 유기산 공급 라인; 및 상기 유기산 공급 라인을 개방 또는 차단하는 제3 밸브를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 제3 밸브의 작동을 더 제어하도록 구성될 수 있다.
- [0030] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은 상기 생물학적 처리조로부터 방류되는 방류수를 외부로 방류하는 방류라인; 상기 방류수를 상기 스트루마이트 결정화조로 반송하는 방류수 반송라인; 및 상기 방류수 반송라인을 개방 또는 차단하는 제4 밸브를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 제4 밸브의 작동을 더 제어하도록 구성될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템을 운영하는 방법으로서, 제어부는 미리 설정된 제1 기간 동안에는 상기 제1 밸브를 열고 상기 제2 밸브를 닫으며, 미리 설정된 제2 기간 동안에는 상기 제1 밸브를 닫고 상기 제2 밸브가 열리도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 상기 제1 기간은 농업 시즌이고, 상기 제2 기간은 비농업 시즌일 수 있다.
- [0033] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템을 운영하는 방법으로서, 제어부는 생물학적 처리조에 유기산 공급이 필요한 경우 제3 밸브가 열리도록 제어하는 것을 특징으로 한다. 이때 제어부는 제1 밸브를 열고 제2 밸브를 닫을 때 상기 제3 밸브를 닫고, 상기 제1 밸브를 닫고 상기 제2 밸브를 열 때 상기 제3 밸브가 열리도록 제어할 수 있다.
- [0034] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템을 운영하는 방법으로서, 제어부는 침전조로부터 방류되는 방류수가 미리 설정된 방류조건을 만족하지 않는 경우 제4 밸브가 열리도록 제어하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0035] 본 발명은 농업시즌과 비농업시즌에 따라 가축분뇨의 생물학적 처리를 선택적으로 수행할 수 있도록 하여 농업 시즌에는 혐기성 소화여액을 액비 형태로 농경지에 살포하고 비농업시즌에는 혐기성 소화여액을 생물학적 처리 공정에서 처리함으로써 불필요하게 생산된 액비로 인한 환경 오염을 방지하는 효과를 제공한다.
- [0036] 또한 본 발명은 혐기성 소화 과정에서 발생하는 혐기성 소화여액으로부터 스트루마이트 형태로 질소 및 인을 회수하여 고품질 비료로 자원화 하는 효과를 제공하며, 이 과정에서 생물학적 처리 공정으로 유입되는 암모니아성 질소와 인의 유입 부하를 저감 시켜 수리학적 체류시간을 단축시킴으로써 생물학적 처리 공정 설치를 위한 부지면적을 감소시키고 안정적인 생물학적 처리 효과를 제공한다.
- [0037] 또한 본 발명은 혐기성 소화 과정에서 유기산을 회수하고 회수한 유기산을 생물학적 처리 공정에 공급함으로써 탈질 효율 및 인 처리 효율을 향상시키는 효과를 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0038] 제1도는 본 발명의 제1 실시예에 따른 가축 분뇨 처리 시스템의 구성도이다.
- 제2도는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가축 분뇨 처리 시스템의 구성도이다.
- 제3도는 본 발명의 제3 실시예에 따른 가축 분뇨 처리 시스템의 구성도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0039] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법에 대해 상세히 설

명하도록 한다.

- [0040] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템 및 그 운영 방법을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흩뜨리지 않도록 생략될 수 있다.
- [0041] 또한, 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 본 발명을 가장 적절하게 표현할 수 있도록 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0042] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미한다.
- [0043] 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 일 실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 일 실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.
- [0045] 도 1에 본 발명의 제1 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템의 구성도가 도시되어 있다.
- [0046] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은 혐기성 소화조(10), 고액분리기(20), 액비 저장조(30), 스트루바이트 결정화조(40), 생물학적 처리조(50), 제1 밸브(V1), 제2 밸브(V2), 제어부(100)를 포함하여 이루어진다.
- [0047] 혐기성 소화조(10)는 본 발명에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템에 공급된 가축분뇨를 혐기성 소화 처리하는 시설로서 혐기성 소화조에서는 메탄과 같은 바이오가스가 생성된다.
- [0048] 혐기성 소화조에서 생성된 바이오가스는 겨울철 지역난방 또는 자체 혐기소화시설의 난방에 사용될 수 있다.
- [0049] 고액 분리기(20)는 혐기성 소화조(10)에서 배출된 소화여액을 고체와 액체로 분리하는 장치로 고액 분리된 상징액을 스트루바이트 결정화 시킬 경우 순도가 더 높고 결정화 반응시 소요되는약품비용을 감소하는 효과를 제공한다. 고액 분리기에서 분리된 고체는 유기성 퇴비로 사용되며, 고액 분리기에서 분리된 상징액은 액비 저장조(30) 또는 스트루바이트 결정화조(40)로 공급된다.
- [0050] 다음으로, 액비 저장조(30)는 고액 분리기(20)에서 분리된 상징액(액비)를 공급받아 저장하는 시설로서, 액비는 액비 저장조에 저장된 후 농경지에 살포된다.
- [0051] 스트루바이트 결정화조(40)는 고액 분리기(20)에 의해 분리된 액체를 공급받아 스트루바이트를 생산하는 시설이다.
- [0052] 스트루바이트는  $Mg^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ 가 1:1:1의 몰비로 결합한 결정체로서 스트루바이트 결정화조는 가축분뇨 내 질소와 인을 스트루바이트 형태로 결정화하며, 스트루바이트 결정체는 고품질 비료로 사용될 수 있다.
- [0053] 생물학적 처리조(50)는 스트루바이트 결정화조(40)에서 스트루바이트를 생산하고 남은 여액을 생물학적으로 처리한 후 방류하는 시설이다.
- [0054] 제1 밸브(V1)는 고액 분리기(20)와 액비 저장조(30) 사이의 연결 라인을 개방 또는 차단하는 밸브이고, 제2 밸브(V2)는 고액 분리기(20)와 스트루바이트 결정화조(40) 사이의 연결 라인을 개방 또는 차단하는 밸브이다. 이러한 제1 밸브 및 제2 밸브의 동작에 의해 고액 분리기(20)로부터 배출되는 혐기소화 여액이 액비 저장조(30)로 공급되기도 하고 스트루바이트 결정화조(40)로 공급되기도 한다.
- [0055] 제어부(100)는 본 발명에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템의 운영을 제어하며, 특히 제1 밸브와 제2 밸브의 동작을 제어한다.
- [0056] 이러한 본 발명의 제1 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은 제어부(100)가 미리 설정된 제1 기간(농업시즌) 동안에는 제1 밸브를 열고 제2 밸브를 닫도록 제어하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템에서 액비가 생산되도록 하고 미리 설정된 제2 기간(비농업시즌) 동안에는 제1 밸브를 닫고 제2 밸브를 열도록 제어하여 액비가 필요 이상으로 생산되지 않도록 운영하여 액비 과다 생산 및 살포로 인한 환경 오염을 예방할 수 있다.
- [0057] 또한 액비를 생산하지 않고 생물학적 처리를 하는 경우에도 생물학적 처리조(50)의 앞단에 스트루바이트 결정화조(40)를 두어 질소와 인을 회수함으로써 생물학적 처리조로의 유입부하를 저감시켜 수리학적 체류시간을 단축

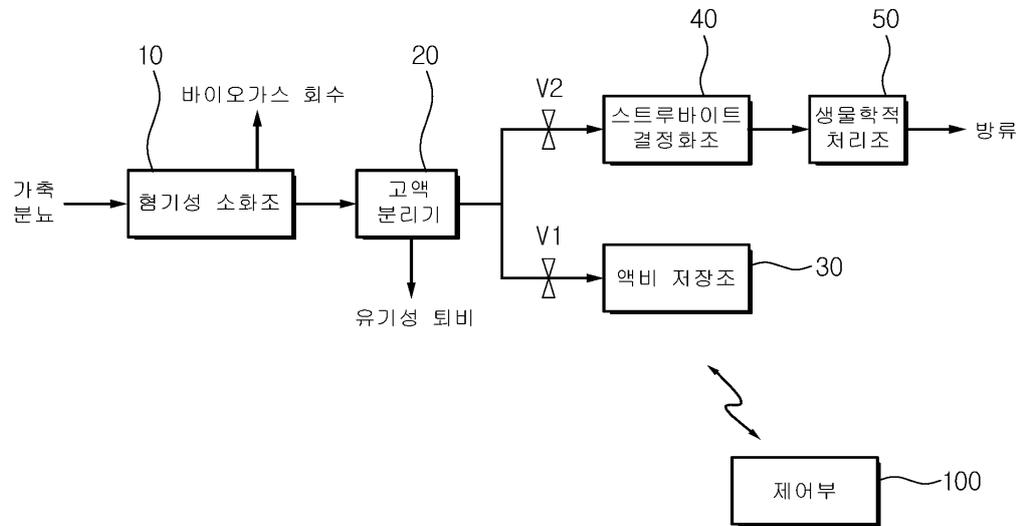
시킴으로써 정화처리시설의 부지 면적을 감소시키고 안정적인 생물학적 처리(특히 질산화 반응) 효율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 고품질 비료인 스트루바이트를 생산함으로써 가축분뇨 처리과정에서 부가가치를 생산해 낼 수 있다.

- [0058] 또한 스트루바이트 결정화조(40)의 앞단에 혐기성 소화조(10)와 고액 분리기(20)를 둠으로써 순도가 높은 스트루바이트 결정화물이 회수될 수 있다.
- [0060] 도 2에 본 발명의 제2 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템의 구성도가 도시되어 있다.
- [0061] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은 제1 실시예와 마찬가지로 혐기성 소화조(10), 고액 분리기(20), 액비 저장조(30), 스트루바이트 결정화조(40), 생물학적 처리조(50), 제1 밸브(V1), 제2 밸브(V2), 제어부(100)를 포함하여 이루어진다.
- [0062] 다만 제2 실시예는 제1 실시예와 달리 혐기성 소화조(10)가 산 발효조(11)와 바이오가스 생성조(12)로 이루어지고, 유기산 공급 라인 및 제3 밸브(V3)을 더 포함하여 산 발효조(11)로부터 회수된 유기산이 선택적으로 생물학적 처리조(50)에 공급되는 것에 차이가 있으며, 이러한 구성을 중심으로 제2 실시예를 설명하기로 한다.
- [0063] 우선, 생물학적 처리조(50)는 스트루바이트 결정화조에서 배출된 상징액을 생물학적으로 처리하기 위해 A2/O 계열 형태로 구성될 수 있다.
- [0064] A2/O 계열 형태의 생물학적 처리조는 예를 들어 도 2에 도시된 바와 같이 생물학적 처리조(50)는 혐기조(51), 무산소조(52), 호기조(53) 및 침전조(54)를 포함하여 이루어지도록 구성될 수 있다.
- [0065] 보다 구체적으로, 혐기조(51), 무산소조(52), 호기조(53)는 미생물을 이용하여 스트루바이트 결정화조에서 배출된 상징액을 정화처리하는 정화 시설로서 생물학적 처리조(50)는 혐기조(51), 무산소조(52), 호기조(53)가 순차적으로 연결되어 구성된다.
- [0066] 혐기조(51)에서는 인제거 미생물에 의해 상징액에 포함된 인이 방출(P-release)되고, 무산소조(52)에서는 호기조(53)에서 내부반송라인을 통해 무산소로 유입된 질산성 질소( $\text{NO}_3\text{-N}$ )가 탈질되고, 호기조(53)에서는 유기물의 생물학적 산화, 혐기조에서 방출된 인의 인 미생물에 의한 인 흡수(P-uptake), 무산소조(52)로부터 유입된 암모니아성 질소( $\text{NH}_4\text{-N}$ )의 질산화 반응이 일어난다.
- [0067] 스트루바이트 결정화조에서 배출된 상징액은 혐기조, 무산소조, 호기조를 순차적으로 거치면서 정화되며, 정화율을 향상시키기 위해 도 2에 도시된 바와 같이 호기조와 혐기조를 연결시켜 스트루바이트 결정화조에서 배출된 상징액이 혐기조, 무산소조, 호기조를 순차적으로 여러 번 거치면서 정화되도록 할 수도 있다.
- [0068] 또한 침전조(54)는 호기조로부터 방출되는 방출수로부터 슬러지를 침전시켜 제거한 후 정화처리된 물을 방류한다. 이때 침전된 슬러지는 도 2에 도시된 바와 같이 슬러지 반송을 통해 혐기조(51)로 공급하며, 반송라인 슬러지 일부는 생물학적 처리 공정의 미생물 활성도를 극대화 하기 위해 폐슬러지로서 인발하여 준다.
- [0069] 한편, 바이오가스화 생성조(12)로부터 방류되는 혐기소화 여액은 생분해성 유기물 농도가 매우 낮아 후속되는 생물학적 처리 공정에서 혐기조(51) 및/또는 무산소조(52)에서 인 방출 및 탈질효율이 저하되어 생물학적 처리 공정 전체에 걸쳐 만족할 만한 질소, 인 처리효율을 달성할 수 없다.
- [0070] 이에 본 발명의 제2 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템에서는 질소와 인의 제거 효율을 향상시키기 위해 도 2에 도시된 바와 같이 혐기성 소화조(10)를 산 발효조(11)와 바이오가스 생성조(12)로 나누고, 산 발효조에서 유기산을 회수하여 혐기조 및/또는 무산소조에 공급함으로써 질소와 인의 제거 효율이 향상될 수 있도록 한다.
- [0071] 이를 위해 본 발명의 제2 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템은 도 2에 도시된 바와 같이 혐기성 소화조(10)를 산 발효조(11)와 바이오가스 생성조(12)로 나누어 구성하고, 산 발효조(11)에서 생성된 유기산을 혐기조 및/또는 무산소조에 공급하기 위한 유기산 공급 라인 및 유기산 공급 라인을 개방 또는 차단하는 제3 밸브(V3)를 포함하도록 구성한다.
- [0072] 본 발명의 제2 실시예에 따른 가축분뇨 통합처리 시스템에 공급된 가축분뇨가 일정 시간 산 발효조(11)에 혐기 상태에서 체류하면 가축분뇨로부터 아세트산 등과 같은 휘발성 유기산(short chain volatile acids)이 생성되고, 일정시간 후 바이오가스 생성조(12)로 이동되어 발효가 계속되면서 바이오가스가 생성된다.
- [0073] 산 발효조에서의 체류 시간은 가축분뇨로부터 휘발성 유기산이 발생되는 시간을 고려하여 결정되며, 산 발효조

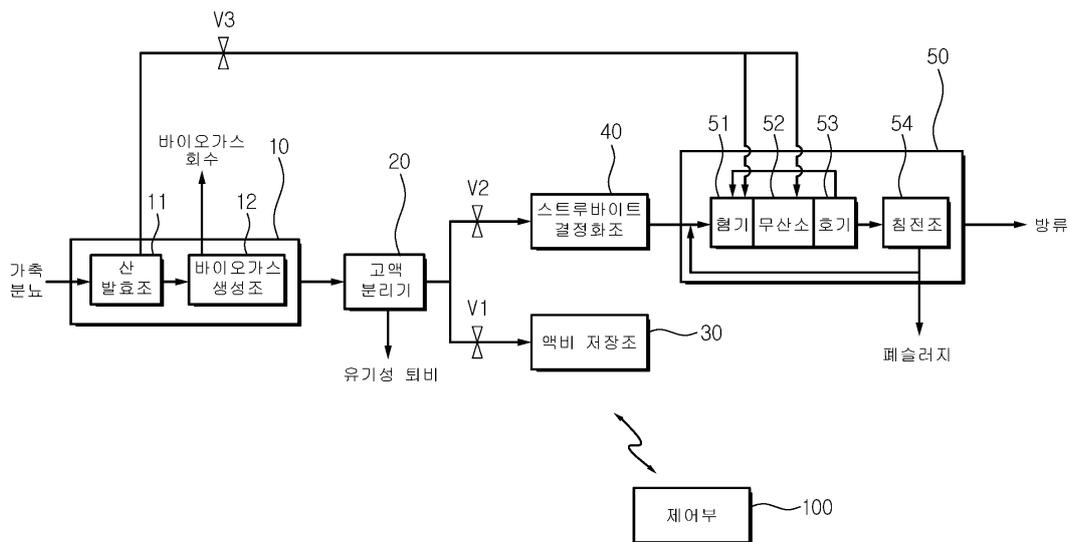


도면

도면1



도면2



도면3

