



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0091184
(43) 공개일자 2019년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01K 1/00 (2014.01) B01D 53/34 (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01K 1/0047 (2013.01)
B01D 53/34 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0083106
(22) 출원일자 2018년07월17일
심사청구일자 2018년07월17일
(30) 우선권주장
1020180009948 2018년01월26일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대 학교)
(72) 발명자
신상룡
인천광역시 남동구 선수촌공원로 26, 11층 1113호(구월동, 두플러스(도생1))
임성원
경상남도 진주시 창렬로 72-1(상봉동)
김동훈
서울특별시 강서구 공항대로61길 60, 104동 201호(염창동, 태영송화아파트)
(74) 대리인
유미특허법인

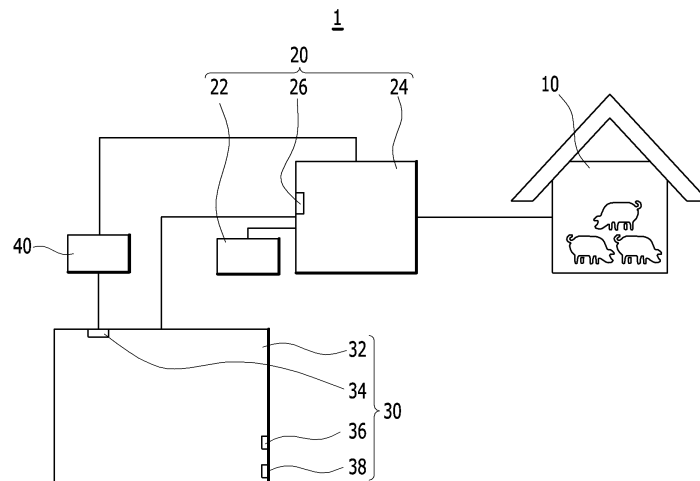
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 온도 및 pH 복합 제어를 통한 온실가스 저감이 가능한 가축분뇨 저장 시스템 및 이를 이용한 가축분뇨 유래 온실가스 저감 방법

(57) 요약

가축분뇨 유래 온실가스 저감이 가능한 온도 및 pH 복합 제어가 가능한 가축분뇨 저장 시스템이 제공된다. 가축분뇨 저장 시스템은 축사로부터 전달된 분뇨의 pH를 조절하기 위한 분뇨 산성화 장치, 및 상기 분뇨 산성화 장치에서 산성화된 분뇨를 섭씨 25도 이하의 온도로 저장하기 위한 밀폐형 저장조를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

C02F 1/66 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017002410003

부처명 환경부

연구관리전문기관 Non-CO2 온실가스저감기술개발사업단

연구사업명 글로벌탄환경기술개발사업

연구과제명 가축분뇨 유래 메탄 억제 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2017.09.01~2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

축사로부터 전달된 분뇨의 pH를 7 이하로 조절하기 위한 분뇨 산성화 장치; 및

상기 분뇨 산성화 장치에서 산성화된 분뇨를 섭씨 25도 이하의 온도로 저장하기 위한 밀폐형 저장조를 포함하는 온도 및 pH 복합 제어가 가능한 가축분뇨 저장 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 분뇨의 pH는 6 초과 7 이하인 가축분뇨 저장 시스템.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 온도는 섭씨 20 내지 25도인 가축분뇨 저장 시스템.

청구항 4

축사로부터 전달된 분뇨에 산성화제를 첨가하여 pH를 7 이하로 조절하고,

상기 pH가 조절된 분뇨를 섭씨 25도 이하의 온도로 저장하여 가축분뇨 유래 온실가스를 저감하는 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 pH는 6 초과 7 이하인 가축분뇨 유래 온실가스를 저감하는 방법.

청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 온도는 섭씨 20 내지 25도인 가축분뇨 유래 온실가스를 저감하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가축분뇨 저장 시스템 및 이를 이용한 온실가스 저감 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 온도 및 pH 복합 제어를 통한 온실가스 저감이 가능한 가축 분뇨 저장 시스템 및 이를 이용한 가축분뇨 유래 온실가스 저감 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로, 대부분의 가축분뇨는 개방형 저장조에 저장되며, 바이오가스 생산, 비료화 등의 후 처리공정으로 이송되기 전에 7일에서 길게는 6개월까지 저장조에 저장된다. 이 기간 동안 저장조에 저장된 가축분뇨로부터 다량의 악취 및 온실가스가 발생하여 그대로 대기 중으로 방출되고, 축사 주변 주민에게 피해를 끼치는 등의 다양한 환경오염을 일으키고 있어, 이를 해결하기 위한 방법으로, 슬러리 형태의 가축분뇨로부터 악취 및 온실가스를 저감하기 위해 가축분뇨를 산성화하여 저장하는 기술이 주를 이루고 있다.

[0004] 대부분의 산성화 기술은 가격이 저렴한 황산을 이용하고 있으나, 황산을 산 첨가제로 이용하게 되면 황화수소

(H₂S), 메틸메르캅탄((CH₃)SH) 등의 다양한 환경오염을 일으키는 가스가 발생하는 문제점이 일어날 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 저장조의 온도를 제어하여 기존의 첨가량 보다 적은 양을 이용한 산 첨가제의 사용으로 산성화의 강도를 낮추고, 적은 양의 산 첨가제 사용으로도 동일하거나 개선된 온실가스 감축 효과를 얻을 수 있는 온도 및 pH 복합 제어가 가능한 가축분뇨 저장 시스템 및 이를 이용한 가축분뇨 유래 온실가스 저감 방법을 제공하고자 한다. 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 실시예들에 따른 온도 및 pH 복합 제어가 가능한 가축분뇨 저장 시스템은 축사로부터 전달된 분뇨의 pH를 7 이하로 조절하기 위한 분뇨 산성화 장치 및 상기 분뇨 산성화 장치에서 산성화된 분뇨를 섭씨 25도 이하의 온도로 저장하기 위한 밀폐형 저장조를 포함한다.
- [0009] 실시예들에 따른 가축분뇨 유래 온실가스를 저감하는 방법은 축사로부터 전달된 분뇨에 산성화제를 첨가하여 pH를 7 이하로 조절하고, 상기 pH가 조절된 분뇨를 섭씨 25도 이하의 온도로 저장한다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명의 실시예들에 따른 온도 및 pH 복합 제어가 가능한 가축분뇨 저장 시스템 및 이를 이용한 가축분뇨 유래 온실가스 저감 방법에 따르면 가축분뇨의 산성화에 이용되는 산 첨가제 사용량을 최소화하면서도 환경오염을 일으키는 온실가스 발생량을 감축할 수 있다.
- [0012] 또한, 황산 등의 산 첨가제 사용량을 줄여 가축분뇨 저장 시스템의 유지 비용 절감의 경제적인 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명에 따른 온도 및 pH 복합 제어가 가능한 가축분뇨 저장 시스템을 나타낸 모식도이다.
- 도 2는 온도 변화에 따른 Non-CO₂ 온실가스 발생량 측정 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 저장조 온도 조절을 통한 Non-CO₂ 온실가스 발생량 측정 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 pH 조절 및 저장조 온도 복합 조절을 통한 Non-CO₂ 온실가스 발생량 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 및 pH 복합 제어가 가능한 가축분뇨 저장 시스템(1)은 축사(10), 분뇨 산성화 장치(20), 온도 조절이 가능한 저장조(30) 및 온도 및 pH 제어부(40)를 포함할 수 있다.
- [0017] 축사(10)는 돈사, 우사, 육계사, 산란계사 등의 축사일 수 있으며 가축 분뇨를 분뇨 산성화 장치(20)로 제공한다.
- [0018] 분뇨 산성화 장치(20)는 산성화제 탱크(22), 산성화 탱크(24) 및 pH 센서(26)를 포함할 수 있다. 산성화제 탱크(22)는 가축 분뇨의 산성화를 위한 황산 등의 산성화제가 저장되는 탱크일 수 있다. 산성화제 탱크(22)의 산성

화제는 펌프(미도시)에 의해 산성화 탱크(24)로 공급될 수 있다. 산성화 탱크(24)는 축사(10)로부터 공급된 분뇨와 산성화제 탱크(22)로부터 공급된 산성화제를 혼합하여 분뇨의 pH를 낮춘다. 종래의 경우에는 산성화 탱크(24)는 다량의 황산(예., 2.7 L/ ton 이상)을 사용하여 pH를 약 6 이하로 낮추었으나 본 발명의 실시예에 따른 시스템(1)의 경우에는 소량의 황산(예., 0.4 L/ton 이하)을 사용하여 pH를 약 7 정도로 제어한다. 산성화 탱크(24)에 설치된 pH 센서(26)를 사용하여 산성화 탱크(24) 내의 분뇨의 pH를 주기적으로 또는 실시간으로 측정하여 분뇨의 pH가 pH 6 초과 내지 pH 7 정도로 조정되면 분뇨를 저장조(30)로 펌핑하여 전달할 수 있다.

[0019] 저장조(30)는 저장조 본체(32), 온도 조절 장치(34), pH 센서(36) 및 온도 센서(38)를 포함할 수 있다.

[0020] 저장조 본체(32)는 바람직하기로는 개방형보다는 밀폐형으로 이루어지는 것이 악취가 발생하는 것을 저감시킬 수 있으며 온실 가스가 공기 중으로 직접 배출되는 것을 방지할 수 있다. 또한 개방형보다는 밀폐형으로 구성하는 것이 온도 조절 장치(34)에 의해 저장조 본체(30)의 온도를 원하는 온도로 조절하기가 용이할 수 있다. 온도 조절 장치(34)는 저장조 본체(30)의 온도를 약 섭씨 20 내지 25도 정도로 조절하여 분뇨로부터 온실가스가 발생하는 것을 방지한다. 종래의 상온 이상의 온도로 유지되는 개방형 저장조 본체의 경우에는 본 발명과 동일한 양의 온실가스가 발생하도록 하기 위해서는 다량의 황산을 사용하여 분뇨의 pH를 6 이하로 제어해야 했으나 본 발명의 일 실시예에 따르면 저장조 본체(32)의 온도를 저감시킴으로써 분뇨의 pH를 6 초과로 하더라도 소량의 온실가스만이 발생하게 된다.

[0021] 저장조 본체(32) 내에 저장된 분뇨의 pH와 온도는 각각 저장조 본체(32)에 설치된 pH 센서(36) 및 온도 센서(38)에 의해 주기적으로 또는 실시간으로 측정되어 온도 및 pH 제어부(40)로 전달된다. 온도 및 pH 제어부(40)는 pH 센서(36)로부터 전달된 데이터에 기반하여 산성화 탱크(24)에서의 분뇨의 pH 조절을 제어하거나, 온도 센서(38)로부터 전달된 데이터에 기반하여 온도 조절 장치(34)를 제어하여 최종적으로 저장조 본체(32)의 온도를 제어할 수 있다.

[0022] 이하, 본 발명을 하기의 실시예에 의하여 더욱 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[0024] 실시예 1. 황산을 이용한 가축분뇨의 산성화

[0025] 황산을 이용한 가축분뇨의 산성화에 있어, 사용되는 황산 첨가량을 확인하기 위해, 가축 분뇨 중 돼지 축사로부터 얻어지는 돼지 슬러리를 이용하여 황산 첨가량을 확인하였다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 사용된 돼지 슬러리의 TS(총 고형물, total solids)는 약 5% 내지 8%이며, 돼지 슬러리의 pH가 각각 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 및 7.0 이 되도록 돼지 슬러리 1L에 황산을 첨가하여 황산 첨가량을 측정하였다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 돼지 슬러리의 산성화를 위한 황산 첨가량을 표1에 나타내었다.

표 1

pH	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0
황산 첨가량 (H ₂ SO ₄ (L)/ slurry(ton))	0.4	1.3	2.7	3.5	6
pH 5일 경우의 황산 사용 량 대비 사용량 비율(%)	7	22	45	58	100

[0029] 돼지 슬러리의 산성화를 위한 황산 첨가량은 pH 5.0 이 되도록 첨가한 양이 pH 7.0이 되도록 첨가하였을 때 보다, 10배 이상 많이 이용된 것으로 확인되었다.

[0030] pH를 6 초과 7 정도로 제어할 경우 종래의 pH 5가 되도록 하는 경우 대비 황산의 첨가량을 7~22% 정도로 매우 현저하게 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

[0032] 실시예 2. 온도 조절에 따른 Non-CO₂ 온실가스 발생량 감소

[0033] 실시예 2-1. 우분을 대상으로 한 온도 조절에 따른 Non-CO₂ 온실가스 발생량 감소

[0034] 온도 조절을 이용한 가축분뇨에서 발생하는 Non-CO₂ 온실 가스 발생량 감소를 확인하기 위해, 가축 분뇨 중, 소 축사로부터 얻어지는 우분을 이용하여 온도 조절에 따른 CH₄ 발생량을 확인하였다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에 사용된 우분의 TS(총 고형물, total solids)는 약 30%이며, 가축분뇨 저장조에서 저장된 기간은 30일이었다. 각각 1L의 우분이 포함된 저장조의 온도를 각각 15도, 25도, 및 35도가 되도록 조절하여 각각의 온도 조건에서 발생하는 CH₄의 발생량을 30일의 기간 동안 0일, 1일, 5일, 8일, 11일, 16일, 19일, 23일, 26일, 및 30일째 해당하는 날에 발생한 누적량을 측정하였다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 저장조 온도 조절을 통한 Non-CO₂ 온실가스 발생량 측정 결과를 도 1 및 표 2에 나타내었다.

표 2

[0037]

온도 (°C)	35	25	15
CH ₄ 발생량 (kg CO ₂ eq./ton TS)	124.2	17.6	6.4
섭씨 35도 대비 CH ₄ 발생량 감소율	-	86%	95%

[0038] 저장조의 온도가 낮아질수록 CH₄의 발생량이 현저히 줄어드는 것이 확인되었다. 온도를 섭씨 35도로 할 경우 대비 섭씨 25도로 할 경우에는 CH₄의 발생량이 약 86% 정도가 감소하였으며, 섭씨 15도로 할 경우에는 95% 정도가 감소하였다.

[0039] CH₄의 발생량과 온도 제어에 소모되는 비용을 트레이드 오프하여 계산할 때 온도는 섭씨 20 내지 25도로 제어되는 것이 바람직할 수 있다.

[0041] 실시예 2-2. 돈분을 대상으로 한 온도 조절에 따른 Non-CO₂ 온실가스 발생량 감소

[0042] 온도 조절을 이용한 가축분뇨에서 발생하는 Non-CO₂ 온실 가스 발생량 감소를 확인하기 위해, 가축 분뇨 중 돼지 축사로부터 얻어지는 돼지 슬러리를 이용하여 Non-CO₂ 발생량을 확인하였다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 사용된 돼지 슬러리의 TS(총 고형물, total solids)는 약 8 내지 9%이며, 각각 0.7L의 돈분이 포함된 저장조의 온도를 각각 35도, 30도, 25도 및 20도가 되도록 조절하여 각각의 온도 조건에서 발생하는 CH₄의 발생량을 43일의 기간 동안 0일, 1일, 5일, 11일, 14일, 19일, 24일, 27일, 32일, 36일 및 43일째 해당하는 날에 발생한 누적량을 측정하였다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 저장조 온도 조절을 통한 Non-CO₂ 온실가스 발생량 측정 결과를 도 3 및 표 3에 나타내었다.

표 3

[0045]

온도 (°C)	35	30	25	20
CH ₄ 발생량 (kg CO ₂ eq./ton TS)	115.5	84.2	50.7	30.3
섭씨 35도 대비 CH ₄ 발생량 감소율	-	27%	56%	74%

[0046] 저장조의 온도가 낮아질수록 CH₄의 발생량이 현저히 줄어드는 것이 확인되었다. 온도를 섭씨 35도로 할 경우 대비 섭씨 30도로 할 경우에는 CH₄의 발생량이 약 27% 정도가 감소하였으며, 섭씨 25도로 할 경우에는 56% 정도가 감소하였고, 섭씨 20도로 할 경우에는 70% 정도가 감소하였다.

[0047] CH₄의 발생량과 온도 제어에 소모되는 비용을 트레이드 오프하여 계산할 때 온도는 섭씨 20 내지 25도로 제어되는 것이 바람직할 수 있다.

[0049] 실시예 3. 온도와 pH 복합 조절에 따른 Non-CO₂ 온실가스 발생량 감소

[0050] 황산과 온도 복합 조절을 이용한 가축분뇨에서 발생하는 Non-CO₂ 온실 가스 발생량 감소를 확인하기 위해, 가축 분뇨 중 돼지 축사로부터 얻어지는 돼지 슬러리를 이용하여 Non-CO₂ 발생량을 확인하였다.

[0051] 본 발명의 일 실시예에 사용된 돼지 슬러리의 TS(총 고형물, total solids)는 약 8 내지 9%이고, pH는 7.8 내지 8.1인 돼지 슬러리를 pH가 6.5, 및 7.0 이 되도록 각각의 돼지 슬러리 0.7L에 황산을 첨가하여 조절하고, 돈분이 포함된 저장조의 온도를 각각 35도, 30도, 25도 및 20도가 되도록 조절하여 각각의 온도 조건에서 발생하는 CH₄의 발생량을 43일의 기간 동안 0일, 1일, 5일, 11일, 14일, 19일, 24일, 27일, 32일, 36일 및 43일째 해당하는 날에 발생한 누적량을 측정하였다.

[0052] 본 발명의 일 실시예에 따른 돼지 슬러리의 산성화를 위한 황산 첨가량은 표4에 나타내었으며, pH 조절 및 저장조 온도 복합 조절을 통한 Non-CO₂ 온실가스 발생량 측정 결과를 도 4 및 표 5에 나타내었다.

표 4

pH	7.0	6.5
황산 첨가량 (H ₂ SO ₄ (L)/ slurry(ton))	0.5	1.6

[0054] 돼지 슬러리의 산성화를 위한 황산 첨가량은 pH6.5 가 되도록 첨가한 양이 pH7.0이 되도록 첨가하였을 때 보다, 3배 이상 많이 이용된 것으로 확인되었다.

표 5

온도 (°C)	Control	pH 7.0	pH 6.5
35	115.5	69.5	34.5
30	84.2	49.6	28.8
25	50.7	36.1	27.2
20	30.3	22.5	15.8

[0056] pH와 저장조의 온도가 낮아질수록 CH₄의 발생량이 현저히 줄어드는 것이 확인되었다. 저장조 온도는 섭씨 35도의 조건으로 하고 pH를 7.0조건으로 제어할 경우에는 약 40%가 감소하였으며, pH를 6.5조건으로 제어할 경우에는 CH₄의 발생량이 약 70% 정도가 감소하였다.

[0057] 저장조 온도는 섭씨 25도의 조건으로 하고 pH를 7.0조건으로 제어할 경우에는 약 29%가 감소하였으며, pH를 6.5 조건으로 제어할 경우에는 CH₄의 발생량이 약 46% 정도가 감소하였다.

[0058] 저장조 온도 섭씨 35도의 조건에서 pH를 6.5 조건으로 제어한 경우와, 저장조 온도를 섭씨 25도의 조건에서 pH를 7.0 조건으로 제어한 경우, 메탄 발생량이 유사한 것으로 확인되어, 온도의 저감을 통해 황산의 첨가량을 30% 이하로 매우 현저하게 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

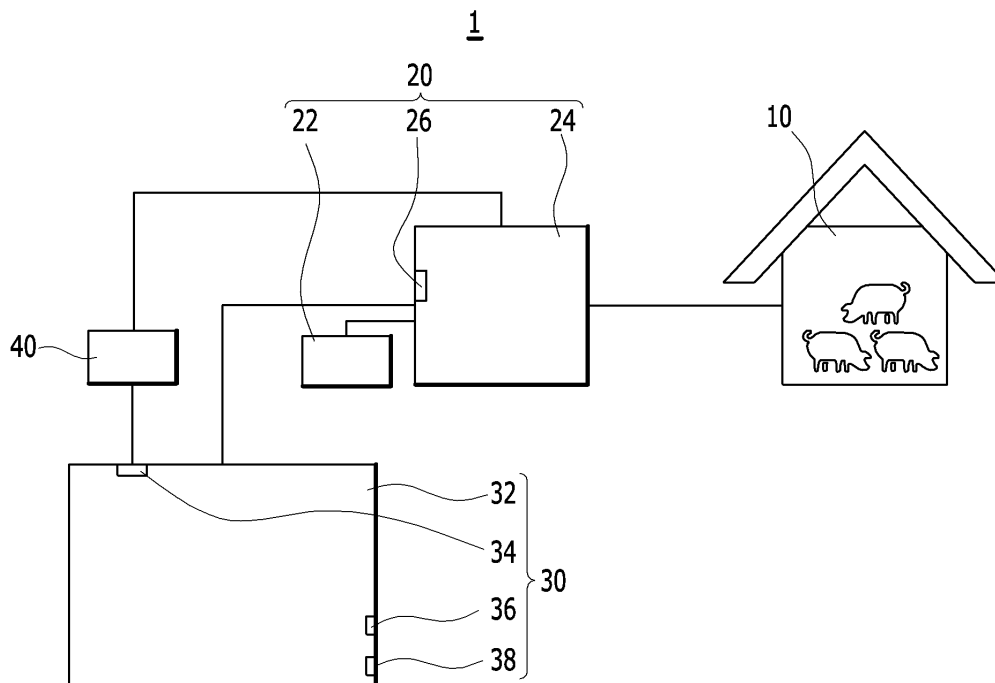
[0060] 가축분뇨의 산성화를 위한 산 첨가제의 사용은 저장조에 저장된 가축분뇨로부터 발생하는 다량의 악취 및 온실

가스 발생을 줄이기 위한 것으로, 본 발명의 실시예의 결과를 바탕으로 확인되는 조건을 적용하여, 가축분뇨 저장조의 온도를 20 내지 25도가 되도록 낮게 제어하고, 기존의 첨가량보다 적은 양을 이용한 산 첨가제를 사용하여 가축 분뇨의 산성화 강도를 기존의 pH 6.0 이하에서 pH 6 초과 내지 pH 7.0 이 되도록 낮추고, 적은 양의 산 첨가제 사용으로도 동일하거나 개선된 온실 가스 감축 효과와 산 첨가제인 황산으로 발생하는 황화수소, 메틸메르캅탄 등의 가스 발생을 줄일 수 있다.

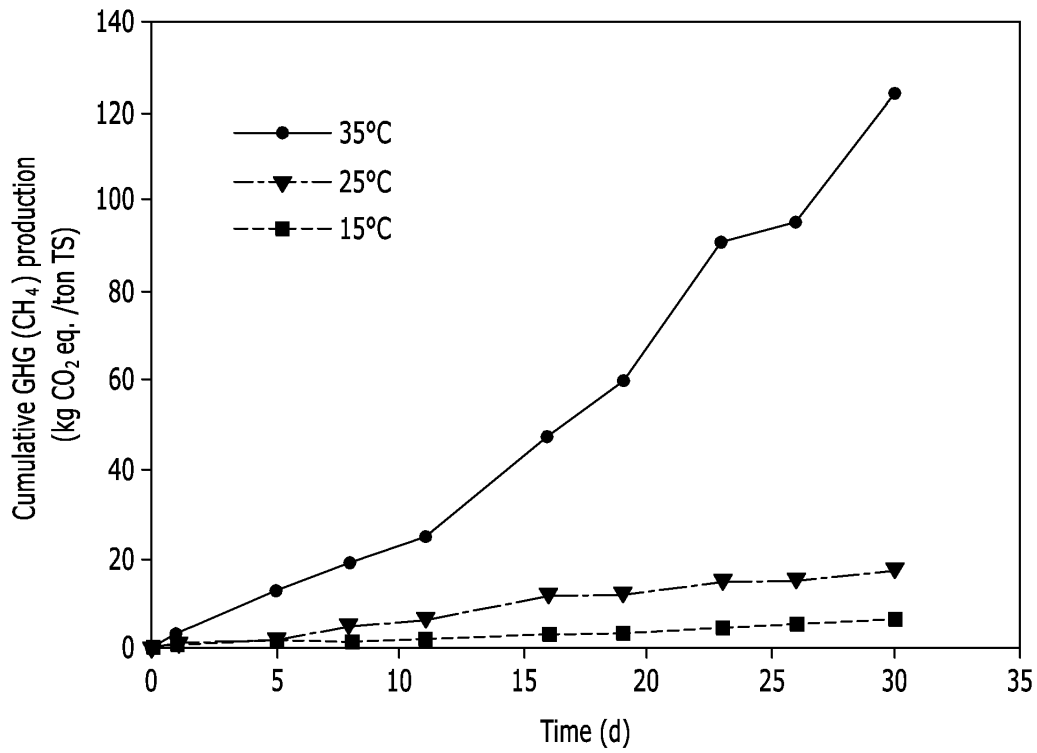
[0061] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

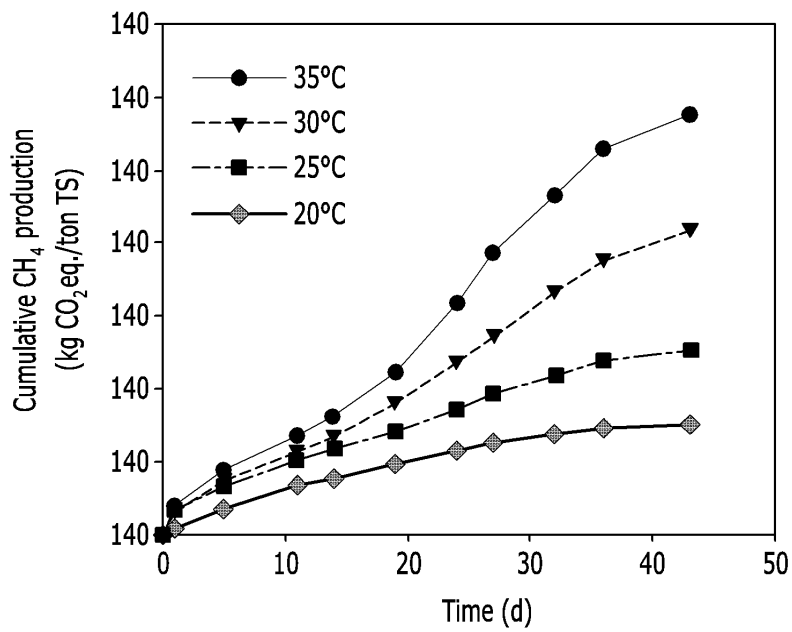
도면1



도면2



도면3



도면4

