(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월25일
(11) 등록번호 10-2220308
(24) 등록일자 2021년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B01J 37/08* (2006.01) *B01J 31/02* (2006.01)
*B01J 37/02* (2006.01) *B01J 37/04* (2006.01)
*C02F 1/72* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*B01J 37/082* (2013.01)
*B01J 31/02* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0133869
(22) 출원일자 2020년10월16일
심사청구일자 2020년10월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR101787683 B1
KR1020190102896 A

(73) 특허권자
**경상대학교산학협력단**
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
**순천대학교 산학협력단**
전라남도 순천시 중앙로 255(매곡동)
(72) 발명자
**서동철**
경상남도 진주시 진주대로542번길 19-11(가좌동)
**박종환**
경상남도 진주시 정촌면 삼일로106번길 8, 114동 1902호(진주 정촌 대경 파미르 아파트)
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**특허법인명**

전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 한상현

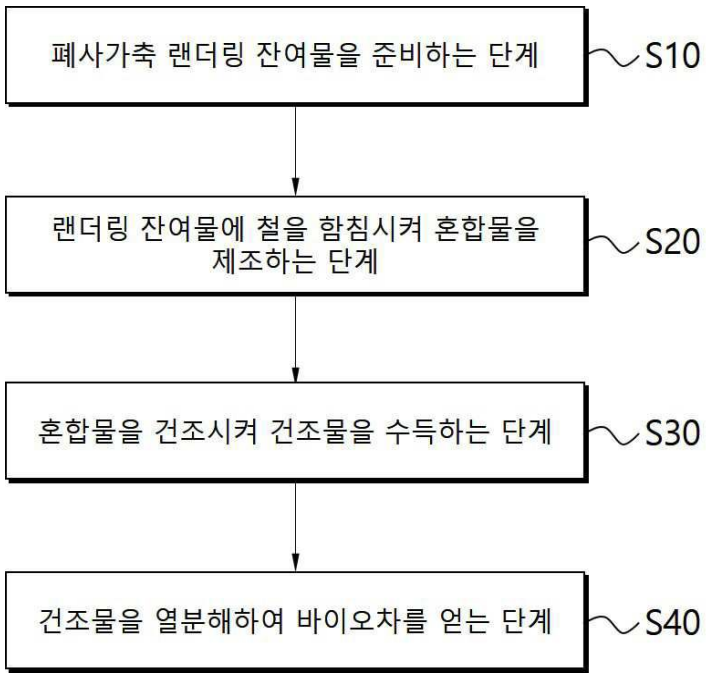
(54) 발명의 명칭 **철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차와 그 제조 방법**

## (57) 요 약

본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법은 가축사체의 랜더링 처리를 거친 고형잔류물을 준비하는 단계, 상기 고형잔류물을 철 용액에 함침시켜 혼합물을 제조하는 단계, 상기 혼합물을 건조시켜 건조물을 수득하는 단계, 및 상기 건조물을 열분해하여 바이오차를 제조하는 단계를 포함하고, 상기 바이오차는 자

(뒷면에 계속)

*대 표 도* - 도1



기특성을 가지는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 가축사체의 랜더링 처리로부터 배출되는 고형잔류물을 바이오차로 재활용함으로써 가축사체의 자원화율을 증대시킬 수 있고, 가축사체의 탄화체를 고체지지체로 활용함으로써 수중으로 용출되는 철을 감소시켜 안정성이 높고, 고효율로 난분해성 오염물질의 분해가 가능하다. 또한 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 높은 자기특성을 가져 펜톤산화 공정 처리 후 자석을 이용하여 촉매제를 쉽게 분리할 수 있어 재활용률이 우수한 장점을 가지게 된다.

(52) CPC특허분류
***B01J 37/0201*** (2013.01)
***B01J 37/04*** (2013.01)
***C02F 1/725*** (2013.01)
*C02F 2305/026* (2013.01)

(72) 발명자
**조주식**
전라남도 순천시 삼산로 101, 유토파인 402호
**강세원**
전라남도 광양시 광양읍 인덕3길 16
**윤진주**
전라남도 순천시 용당삼산로 63, 110동 1302호 (용당동, 덕진 순천의 봄 아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 102912511 |
| 과제번호 | 2019R1A4A102912511 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 기초연구실지원사업 |
| 연구과제명 | 바이오리파이너리 시스템화연구실 |
| 기 여 율 | 1/2 |
| 과제수행기관명 | 경상대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2019.09.01 ~ 2022.02.28 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 319078022 |
| 과제번호 | 319078022HD040 |
| 부처명 | 농림축산식품부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 농림식품기술기획평가원 |
| 연구사업명 | 가축질병대응기술개발사업 |
| 연구과제명 | 소각, 랜더링 등 열처리 과정에서 발생한 잔류물활용 기술 개발 |
| 기 여 율 | 1/2 |
| 과제수행기관명 | 순천대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2020.01.01 ~ 2020.12.31 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

난분해성 오염물질 제거를 위한 펜톤반응 촉매제를 제조하는 방법에 있어서,

상기 펜톤반응 촉매제의 고체지지체로서, 가축사체의 랜더링 처리를 거친 고형잔류물을 준비하는 단계;

상기 고형잔류물을 철 용액에 함침시켜 혼합물을 제조하는 단계;

상기 혼합물을 건조시켜 건조물을 수득하는 단계; 및

상기 건조물을 열분해하여 바이오차를 제조하는 단계를 포함하고,

상기 바이오차는 자기특성을 가지고, 상기 바이오차의 펜톤반응시 수용액상에서 용출되는 철의 농도가 2mg/L 이하인 것을 특징으로 하는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 철 용액의 철은 $FeSO_4$, $FeCl_2$, $Fe(NO_3)_2$로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 혼합물을 제조하는 단계에서,

상기 철 용액은 증류수 1L 당 철 3 내지 30g이 용해되어 마련되고, 상기 고형잔류물은 상기 철 용액의 철 100 중량부 대비 300 내지 2000 중량부의 비율로 첨가되고, 상기 혼합물은 2 내지 12시간 동안 50 내지 200rpm으로 교반하여 얻어지는 것을 특징으로 하는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 건조물을 준비하는 단계는,

상기 혼합물을 60 내지 80℃의 온도에서 12 내지 24시간 동안 건조시켜 건조물을 수득하는 것을 특징으로 하는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 바이오차를 제조하는 단계는,

상기 건조물을 도가니에 주입하고 300 내지 700℃로 1 내지 4시간 동안 혐기성 조건으로 열분해하는 것을 특징으로 하는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법.

### 청구항 6

가축사체를 랜더링하여 얻어지는 고형잔류물과, 상기 고형잔류물에 첨착되는 철 이온을 포함하고, 자기특성을 가지는 것을 특징으로 하는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차.

## 발명의 설명

## 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차와 그 제조 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 가축사체를 랜더링 처리하여 얻어진 고형잔류물에 철 이온을 첨착시키고 열분해시켜 난분해성 오염물질을 제거하는 펜톤유사 반응의 촉매제로서의 바이오차를 제공하고, 펜톤반응을 통한 난분해성 오염물질의 제거반응 시 수용액에 용출되는 철 이온을 최소화하고 자기특성을 가져 수용액으로부터의 회수가 용이한 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차와 그 제조 방법에 관한 것이다.

## 배 경 기 술

[0003] 오늘날 항생제, 농약, 유기염료, 침출수, 산업방류수와 같은 난분해성 유기 오염물질에 의한 수질 및 토양 오염은 전세계적으로 문제점으로 지적되고 있으며, 특히 난분해성 오염물질과 그것들의 유도체들은 유기생물체에 축적되거나 자체적으로 독성을 나타내기 때문에 인체에까지 악영향을 미칠 수 있다.

[0004] 전통적인 수처리공법들은 BOD/CODcr의 비율이 낮아 생물학적으로 이러한 난분해성 오염물질을 제거하기에는 역부족이다. 지난 수십년간 이러한 난분해성 오염물질을 제거하기 위한 고도산화처리 공법(AOP, Advanced Oxidation Process)이 개발 및 보급되어졌다.

[0005] 이러한 고도산화처리 공법 중 펜톤산화 공정은 2가의 철염과 과산화수소의 반응으로 생성되는 OH 라디칼의 강력한 산화력에 의해 산업폐수나 오염토양을 처리하는 기술이다. 펜톤처리의 가장 큰 목적은 오염 부하량을 감소시키기 위하여 폐수 중에 존재하는 유기물질을 완전히 산화시키거나 고농도, 난분해성 유기물질을 미생물이 분해가 가능하도록 변환시키는 것으로, 과거부터 오늘날까지 난분해성 유기물을 제거하는 가장 효과적인 공법으로 소개되고 있다.

[0006] 하지만 종래의 펜톤산화 공정에는 다량의 철 이온($Fe^{2+}$)과 $H_2O_2$가 소요되기 때문에 경제적으로 비효율적이며, 펜톤산화 반응 후 잔존하는 철 이온의 농도가 2mg/L 이상으로 방류수 수질 기준을 만족시키기 어렵다. 또한 잔존하는 철 이온을 제거하기 위하여 NaOH 등을 첨가하여 수중의 철 이온을 침전시키게 되는데 이로부터 발생되는 철이 함유된 슬러지 또한 이차오염 물질로 간주되어 이를 처리하기 위한 추가적인 비용이 소모된다.

[0007] 최근에는 펜톤반응 후 수중으로 용출되는 철 이온의 농도를 낮추고 사용된 철을 재활용 할 수 있는 방법으로 철 이온을 활성탄, 광물, 그래핀 등의 고체지지체에 함침시켜 펜톤산화 반응의 촉매제로 활용한 Heterogeneous 펜톤산화 촉매제들이 보급되어지고 있다.

[0008] 그러나 상술한 촉매제들은 복잡한 제조공정에도 불구하고 고체지지체와 철 이온 사이에 결합력이 낮고 불안정한 철산화물/이온 형태로 전환되어 전통적인 펜톤산화에 비해 낮은 오염물질 처리효율과 안정성이 떨어지는 문제점이 있다.

[0009] 또한, 활성탄과 그래핀과 같은 고체지지체들은 이미 일차적으로 열분해와 합성과정이 이루어졌기 때문에 그 자체가 고비용이고 철 함침을 위한 추가적인 공정과 열분해 과정에 소요되는 에너지 등으로 인해 그 경제성은 더 떨어진다.

[0010] 이에 다양한 유기성 바이오매스에 철을 함침시켜 경제성을 확보하는 동시에 난분해성 오염물질을 제거하기 위한 탄소기반 고체지지체 개발과 연구가 필요한 실정이다.

[0011] 한편, 축산농가에서 주기적으로 발생되는 폐사가축을 신속하고 안전하게 처리하기 위한 방법으로 랜더링 공법이 활용되고 있다. 랜더링 공법은 고온고압에서 폐사가축을 처리함으로써 병원균의 박멸과 동시에 유지성분이 추출되고, 단백질과 뼈 성분들은 그대로 남아 배출된다. 특히 폐사가축의 랜더링 처리로부터 배출되어지는 고형잔류물은 폐사가축의 무게대비 약 15% 정도로 국내에서 연간 배출되는 랜더링 고형잔류물은 약 9만톤에 달한다.

[0012] 그러나 현재 국내에는 이러한 랜더링 공법으로부터 발생된 고형잔류물에 대한 농업적 활용방안과 공업원료로서의 활용 가능성에 대한 평가는 미비한 실정으로 이와 같은 고형잔류물의 자원화율을 증대시키기 위한 방안이 필요하며, 다양한 유기성 바이오매스를 활용한 탄소기반 고체지지체의 연구의 필요성이 요구된다.

## 발명의 내용

## 해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 가축사체를 처리하는 랜더링 처리로부터 배출되는 고형잔류물에 철 이온을 첨착시켜 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차를 제조하고, 이를 난분해성 오염물질 제거를 위한 펜톤반응의 촉매제로 활용하는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 다른 목적은 가축사체로부터 랜더링된 탄화체를 고체지지체로 활용함으로써 철의 용출을 감소시켜 기존 펜톤산화 공정에 비해 안정성이 높고, 고효율로 난분해성 오염물질의 분해가 가능한 철 첨착 랜더링 바이오차의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0016] 또한 본 발명의 또 다른 목적은 높은 자기특성을 가져 펜톤산화 공정 처리 후 자석을 이용하여 촉매제를 쉽게 분리할 수 있어 재활용률이 우수한 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법을 제공하는 것이다.

## *과제의 해결 수단*

[0018] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법은 가축사체의 랜더링 처리를 거친 고형잔류물을 준비하는 단계, 상기 고형잔류물을 철 용액에 함침시켜 혼합물을 제조하는 단계, 상기 혼합물을 건조시켜 건조물을 수득하는 단계, 및 상기 건조물을 열분해하여 바이오차를 제조하는 단계를 포함하고, 상기 바이오차는 자기특성을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 철 용액의 철은 $FeSO_4$, $FeCl_2$, $Fe(NO_3)_2$로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 혼합물을 제조하는 단계에서, 상기 철 용액은 증류수 1L 당 3 내지 30g 이 용해되어 마련되고, 상기 고형잔류물은 상기 철 용액의 철 100 중량부 대비 300 내지 2000 중량부의 비율로 첨가되고, 상기 혼합물은 2 내지 12시간 동안 50 내지 200rpm 으로 교반하여 얻어지는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 건조물을 준비하는 단계는, 상기 혼합물을 60 내지 80℃의 온도에서 12 내지 24시간 동안 건조시켜 건조물을 수득하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 바이오차를 제조하는 단계는, 상기 건조물을 도가니에 주입하고 300 내지 700℃로 1 내지 4시간 동안 혐기성 조건으로 열분해하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는, 가축사체를 랜더링하여 얻어지는 고형잔류물과, 상기 고형잔류물에 첨착되는 철 이온을 포함하고, 자기특성을 가지는 것을 특징으로 한다.

## *발명의 효과*

[0025] 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 가축사체의 랜더링 처리로부터 배출되는 고형잔류물을 바이오차로 재활용함으로써 가축사체의 자원화율을 증대시킬 수 있는 장점을 가지게 된다.

[0026] 또한, 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 가축사체의 탄화체를 고체지지체로 활용함으로써 수중으로 용출되는 철을 감소시켜 안정성이 높고, 고효율로 난분해성 오염물질의 분해가 가능한 장점을 가지게 된다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 높은 자기특성을 가져 펜톤산화 공정 처리 후 자석을 이용하여 촉매제를 쉽게 분리할 수 있어 재활용률이 우수한 장점을 가지게 된다.

## *도면의 간단한 설명*

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차를 제조하는 방법을 나타내는 흐름도,

도 2는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법과 펜톤반응을 개략적으로 나타낸 도면

도 3은 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 표면구조특성을 나타낸 그래프,

도 4는 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 Fe 함량을 나타낸 그래프, 및

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 펜톤반응에서 촉매활성을 시험평가한 결과를 나타낸 그래프이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0030] 이하에서는, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 이용하여 구체적으로 설명하기로 한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명의 예시에 불과하므로 본 발명의 범위가 하기의 실시예들에 의하여 제한되지는 않는다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차를 제조하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0033] 또한, 도 2는 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법과 펜톤반응을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[0034] 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 축산농가에서 발생하는 가축사체를 신속하고 안전하게 처리하기 위해 가장 많이 활용되고 있는 랜더링 공정으로부터 배출되는 고형잔류물들을 활용하여 난분해성 오염물질의 제거가 가능한 펜톤유사반응의 촉매제로 활용하는 것으로, 가축사체를 랜더링하여 얻어지는 고형 잔류물과, 상기 고형잔류물에 첨착되는 철 이온을 포함하고, 자기특성을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0035] 또한, 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 후술하는 바와 같이 가축사체의 랜더링 공정을 거쳐 병원균의 박멸 및 유지성분이 추출되고 남은 단백질과 뼈 성분들인 고형잔류물에 철을 함침시키고 이를 건조시킨 후 열분해 과정을 거쳐 얻어지는 바이오차(Biochar)를 제공하는 것이다.

[0036] 본 실시예에서 상기 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 수중에서 펜톤유사반응을 활성화시키기 위한 철 이온이 가축사체의 고형잔류물에 첨착되며, 이때 고형잔류물은 철 이온이 수중으로 용출되는 것을 방지하는 고체지지체의 역할을 한다.

[0037] 이와같이 본 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 난분해성 오염물질에 의해 오염된 수중에서 바이오차의 철 이온과 산화제인 $H_2O_2$(또는 $K_2S_2O_8$, Oxone)의 반응으로 OH 라디칼이 발생하고, OH 라디칼의 강력한 산화력에 의해 난분해성 오염물질을 분해시킬 수 있다.

[0038] 또한, 상기 철 첨착 랜더링 바이오차는 가축사체 고형잔류물에 첨착된 철 이온에 의해 자기특성을 가지게 되어 난분해성 오염물질 제거 처리후 자석등을 이용해 회수하기 용이하여 펜톤반응에 재사용할 수 있다.

[0040] 이하에서는 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법에 대해 설명한다.

[0041] 도 1을 참고하여, 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 제조 방법은, 가축사체의 랜더링 처리를 거친 고형잔류물을 준비하는 단계(S10), 상기 고형잔류물을 철 용액에 함침시킨 혼합물을 제조하는 단계(S20), 상기 혼합물을 건조시켜 건조물을 수득하는 단계(S30), 및 상기 건조물을 열분해하여 바이오차를 제조하는 단계(S40)를 포함하여 구성할 수 있다.

[0042] 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 바이오차의 제조 방법은 랜더링 처리를 통해 유지성분을 분리한 고형잔류물을 철 용액에 함침시켜 고체지지체인 고형잔류물에 철 이온을 첨착시키고, 건조후 최종적으로 혐기성 조건에서 탄화체가 되도록 열분해함으로써 고형잔류물에 철이 첨착된 바이오차(Biochar)가 형성된다.

[0043] 먼저 가축사체의 랜더링 처리를 거친 고형잔류물을 준비하는 단계(S10)는 가축사체의 랜더링 처리를 거쳐 가축사체의 유지성분이 제거되고 단백질, 뼈 등의 고형잔류물을 얻는 단계이다. 랜더링 처리는 고온 고압으로 가축사체를 파쇄, 멸균 및 열분해하고 원심분리를 통해 유지성분을 분리하는 통상의 랜더링 처리를 통해 이루어질 수 있다.

[0044] 이때 가축사체는 소, 돼지, 닭 등 일반적인 가축이나 사육조류의 살처분을 통해 얻어진 가축사체를 이용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니고 폐사된 야생동물을 활용할 수도 있다.

[0045] 다음으로, 상기 고형잔류물을 철 용액에 함침시켜 혼합물을 제조하는 단계(S20)는, 상기 랜더링 처리를 통해 얻어진 가축의 고형잔류물을 철 이온이 함유된 용액에 함침시켜 고형잔류물에 철 이온을 첨착시켜 혼합물을 제조하는 과정이다.

[0046] 이때 함침시키는 철 용액은 황산철(Ⅱ), 염화철(Ⅱ), 질산철(Ⅱ) 등 2가의 철 이온으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나일 수 있으나 이에 한정하지 않고, 철(Ⅲ)아세틸아세테이트, 브롬화철(Ⅲ), 염화철(Ⅲ), 염화철(Ⅲ)·6수화물, 불화철(Ⅲ), 불화철(Ⅲ)·3수화물, 질산철(Ⅲ)·9수화물, 옥살산철(Ⅲ)·6수화물, 산화철(Ⅲ), 과염소산철(Ⅲ)·수화물, 인산철(Ⅲ)·2수화물, 인산철(Ⅲ)·4수화물, 황산철(Ⅲ)·수화물 등의 3가 철이온으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 사용할 수도 있다.

[0047] 또한, 상기 혼합물의 제조에서 상기 철 용액은 증류수 1L 당 3 내지 30g 이 용해되어 마련되고, 상기 고형잔류물은 상기 철 용액의 철 100 중량부 대비 300 내지 2000 중량부의 비율로 첨가되는 것이 바람직하며, 상기 철과

고형잔류물의 혼합물은 2 내지 12시간 동안 50 내지 200rpm 으로 교반하여 얻어지는 것이 바람직하다.

[0048] 다음으로, 상기 혼합물을 건조시켜 건조물을 수득하는 단계(S30)는, 상기 제조된 혼합물을 바이오차를 제조하기 위한 열분해 과정 전 건조시키는 단계로, 상기 혼합물을 60 내지 80℃의 온도에서 12 내지 24시간 동안 건조시키는 것이 바람직하다.

[0049] 다음으로, 상기 건조물을 열분해하여 바이오차를 제조하는 단계(S40)는, 상기 건조된 건조물을 도가니에 담아 열분해 장치에서 열분해하여 철 이온이 첨착된 고형잔류물의 탄화체를 제조하는 단계로, 이때 건조물의 열분해는 300 내지 700℃로 설정된 열분해 장치에서 1 내지 4시간 동안 혐기성 조건으로 열분해하는 것이 바람직하다.

[0050] 상기와 같은 제조방법으로 제조된 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 가축사체를 이용한 고형잔류물 탄화체에 다량의 철을 첨착시킬 수 있고, 펜톤유사반응을 통한 난분해성 오염물질 처리 과정에서 수중으로 용출되는 철 이온의 양을 최소화할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차는 철 이온에 의해 자기특성을 가지고 있어 펜톤반응 후 자석 등을 이용하여 바이오차를 회수하여 재활용할 수 있는 장점을 가지게 된다.

[0052] [시험예] 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 이화학적 특성

[0053] 도 3은 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 표면구조특성을 나타낸 그래프이고, 도 4는 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 Fe 함량을 나타낸 그래프이고, 도 5는 일 실시예에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 펜톤반응에서 촉매활성을 시험평가한 결과를 나타낸 그래프이다.

[0054] 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 이화학적 특성을 평가하기 위하여 일실시예에 따라 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차를 제조하고 제조한 바이오차의 원소의 함량 및 펜톤반응 시 용출되는 철의 양을 아래의 표 1에 도시하였다.

표 1

[0056]

| Yield(%) | C (%) | H (%) | N (%) | Fe (%) | Released Fe (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|
| 40.6 | 31.6 | 0.4 | 2.6 | 8.6 | 0.12 |

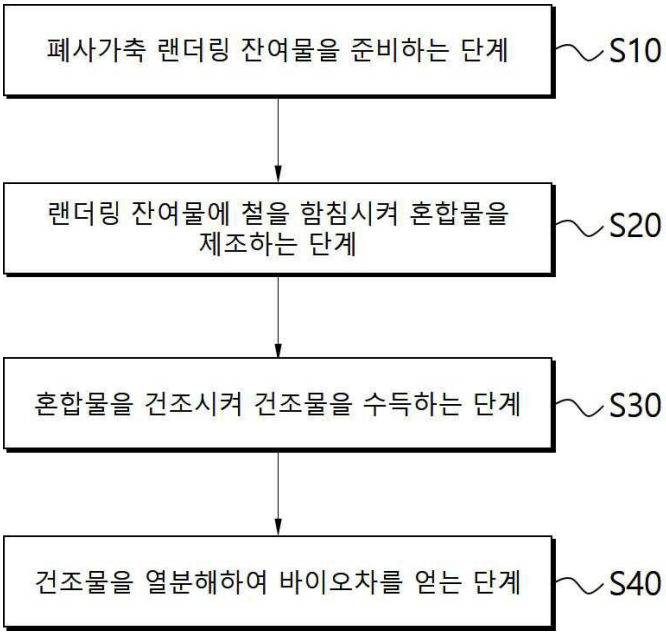
[0058] 상기 시험결과, 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 경우 바이오차는 다량의 철을 함유하고 있음을 확인할 수 있었으며, 펜톤반응 시 수용액 상에서 용출되는 철의 농도는 극히 미량으로 기존 방류수 수질기준인 2mg/L에 만족하는 것을 확인하였다.

[0059] 또한, 도 5에 도시하고 있듯이 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 펜톤반응의 최적조건은 $H_2O_2$ : 바이오차 : 오염물질의 비율이 0.075g/L : 0.5g/L : 0.1g/L 일 때 가장 우수하였으며, 이는 기존의 다른 펜톤반응 촉매제에 비해 적은 양의 $H_2O_2$와 촉매제의 양으로 고농도의 오염물질을 분해할 수 있음을 확인하였다.

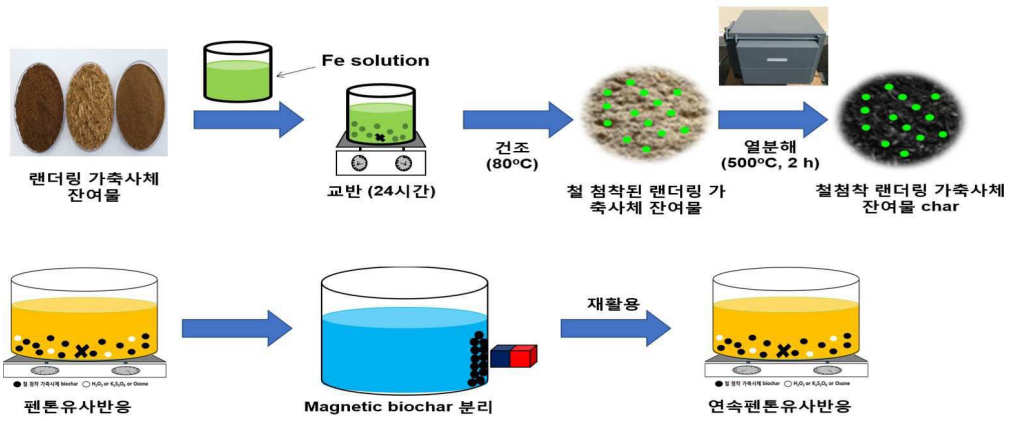
[0060] 따라서, 본 발명에 따른 철 첨착 랜더링 고형잔류물 바이오차의 경우 가축사체의 랜더링 고형잔류물을 포함한 바이오차의 펜톤반응은 수중으로 철의 용출과 같은 2차오염을 최소화할 수 있고, 고농도의 난분해성 오염물질의 분해에 적합한 것으로 평가되었다.

## 도면

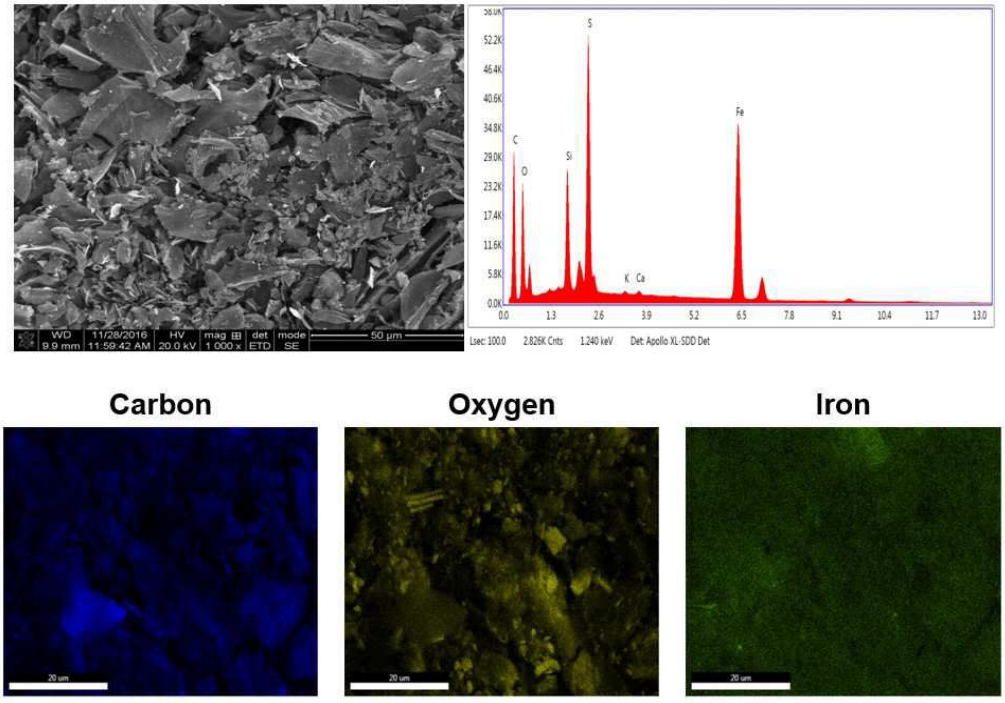
### 도면1


폐사가축 랜더링 잔여물을 준비하는 단계
S10
랜더링 잔여물에 철을 함침시켜 혼합물을 제조하는 단계
S20
혼합물을 건조시켜 건조물을 수득하는 단계
S30
건조물을 열분해하여 바이오차를 얻는 단계
S40

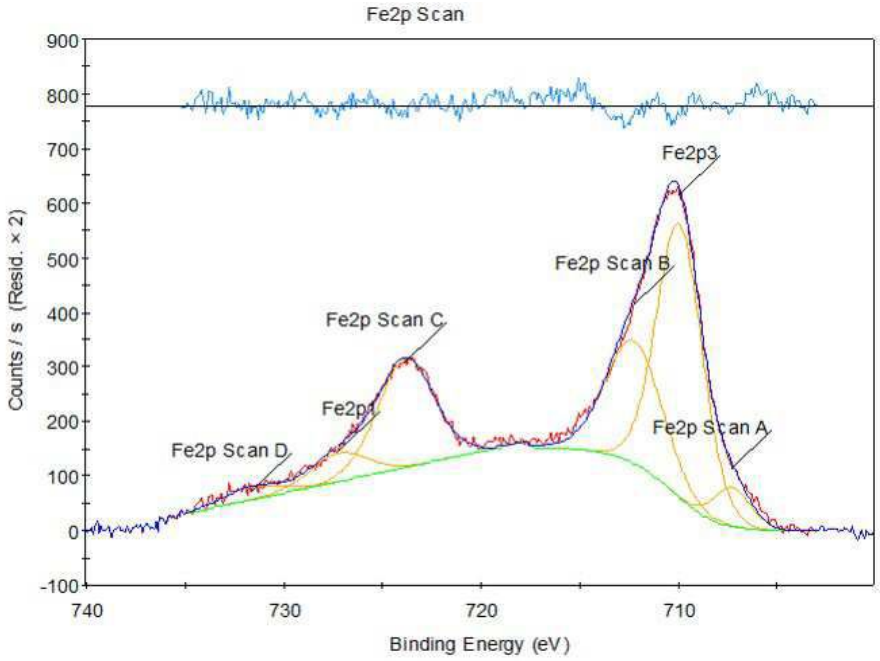
### 도면2


랜더링 가축사체 잔여물
Fe solution
교반 (24시간)
건조 (80°C)
철 첨착된 랜더링 가축사체 잔여물
열분해 (500°C, 2 h)
철첨착 랜더링 가축사체 잔여물 char
펜톤유사반응
Magnetic biochar 분리
재활용
연속펜톤유사반응

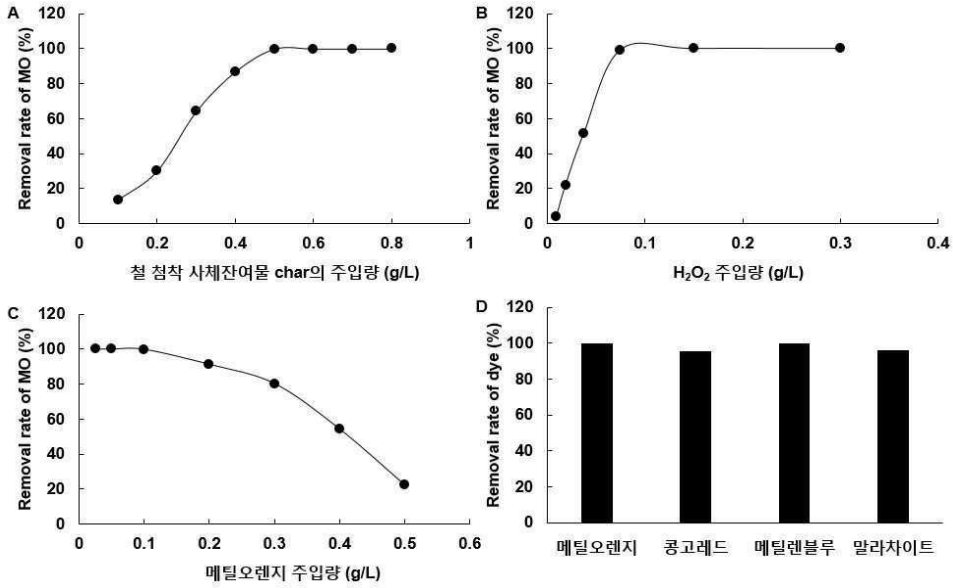
도면3


C
O
Si
S
K Ca
Fe
Carbon
Oxygen
Iron

도면4


Fe2p Scan
Fe2p3
Fe2p Scan B
Fe2p Scan C
Fe2p1
Fe2p Scan A
Fe2p Scan D
Counts / s (Resid. × 2)
Binding Energy (eV)

도면5


A
Removal rate of MO (%)
철 첨착 사체잔여물 char의 주입량 (g/L)
B
Removal rate of MO (%)
H2O2 주입량 (g/L)
C
Removal rate of MO (%)
메틸오렌지 주입량 (g/L)
D
Removal rate of dye (%)
메틸오렌지
콩고레드
메틸렌블루
말라차이트