



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월14일
(11) 등록번호 10-2408548
(24) 등록일자 2022년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 17/00 (2006.01) A01K 1/015 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 17/00 (2013.01)
A01K 1/0155 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0098273
(22) 출원일자 2021년07월27일
심사청구일자 2021년07월27일
(56) 선행기술조사문헌
KR100128812 B1*
KR1019830002619 B1*
KR1020190080170 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
성용주
대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트
509-1402
김동섭
대전광역시 유성구 장대로71번길 34, 108동 104호
(장대동, 장대푸르지오)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 정현아

(54) 발명의 명칭 고흡수성 왕겨의 제조방법 및 이의 방법으로 제조된 고흡수성 왕겨, 이를 포함하는 상토

(57) 요약

본 발명은 고흡수성 왕겨의 제조방법 및 이의 방법으로 제조된 고흡수성 왕겨에 관한 것으로, 상세하게는 왕겨를 알칼리 용액에 침지시키는 연질화 단계; 상기 알칼리 용액으로부터 상기 왕겨를 분리하는 분리 단계; 및 상기 분리된 왕겨를 세척하는 세척 단계;를 포함하는, 고흡수성 왕겨의 제조방법 및 이의 방법으로 제조된 고흡수성 왕겨 및 이를 포함하는 상토에 관한 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345323135
과제번호	2020R1I1A3074632
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구-지역대학우수과학자
연구과제명	바이오매스 유래 실리카 원료를 활용한 침강 실리카 제조 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

분쇄처리하지 않은 왕겨를 물 100중량부에 대하여 NaOH 또는 KOH를 4중량부 이상 포함하는 10℃ 내지 40℃의 알칼리 용액에 18시간 내지 48시간동안 침지시키는, 연질화 단계;

상기 알칼리 용액으로부터 상기 왕겨를 분리하는, 분리 단계; 및

상기 분리된 왕겨를 세척하는, 세척 단계;를 포함하는, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 알칼리 용액은 알칼리 약품 및 용매를 포함하고,

상기 알칼리 용액은 상기 알칼리 약품을 상기 왕겨의 전건중량 대비 10중량% 내지 30중량%로 포함하는, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 알칼리 용액은 상기 알칼리 약품을 상기 왕겨의 전건중량 대비 15중량% 내지 25중량%로 포함하는, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 용매 및 왕겨의 중량비는 3:1 내지 10:1인, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 용매 및 왕겨의 중량비는 3:1 내지 7:1인, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 분리 단계는,
연질화 처리된 왕겨를 탈수시키는 단계;를 포함하는, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 고흡수성 왕겨의 제조방법은
세척된 왕겨를 탈수, 건조 및 경화하여 회수하는 단계;를 더 포함하는, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 고흡수성 왕겨의 제조방법은
상기 탈수를 통해 상기 세척 단계에서 사용한 세척수를 분리 회수하여 상기 연질화 단계에 재사용하는 단계;를 더 포함하는, 상토용 고흡수성 왕겨의 제조방법.

청구항 12

제1항의 제조방법으로 제조되는, 상토용 고흡수성 왕겨.

청구항 13

제12항의 고흡수성 왕겨를 포함하는 상토.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고흡수성 왕겨의 제조방법 및 이의 방법으로 제조된 고흡수성 왕겨, 이를 포함하는 상토에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 벼의 도정 과정 중 발생하는 부산물인 왕겨는 미곡종합처리장을 중심으로 매년 대량으로 지속적으로 발생되고 있으나, 주로 육계 또는 우사용 축사갈래, 퇴비용 수분조절제, 포장용 충전제 등의 저부가가치 용도로 이용되어 왔다. 그러나, 중량대비 부피가 큰 왕겨는 유가상승 및 인건비 상승에 따른 운송비 증가로 인해 활용에 있어서 비용이 상승하고 특별하고 적합한 용도 및 품질을 가지고 있지 않아 왕겨의 활용가치는 점차 감소하고 있는 실정으로서 폐기성 부산물로서의 왕겨의 처리를 위한 왕겨 활용 용도 확보가 요구되고 있다. 이러한 왕겨는 표면에 치밀하게 피복된 리그닌과 이산화규소(실리카)의 존재로 조직이 강직하고 수분침투가 어려워 부식이 쉽게 되지 않는 특징이 있다. 기존의 왕겨는 분쇄나 팽연화를 통해 표면의 치밀한 구조를 물리적으로 연화시키는 방법으로 수분흡수성이 요구되는 분야(퇴비화, 축사갈래 등)에 사용하기 위한 기술개발이 이루어져 왔으나, 균일한 입자특성의 상실과 미세분의 생성 등으로 인해 천연 소재로서의 장점이 상실되는 단점이 있으며 수분흡수성이 충분히 증가되지 못하는 문제가 있다. 이에 따라 왕겨의 천연 성상은 균일한 입자크기와 형태를 지녀 그 자체로 뛰어난 장점이 되므로 이를 유지하며 수분흡수성 등의 기능성을 증대시킬 수 있는 방법의 요구되고 있는 실정이다.

- [0004] 왕겨의 표면에 피복된 실리카와 리그닌은 알칼리 용해성을 띄는 공통된 특성을 지니기 때문에, 알칼리 약품을 이용하여 왕겨 표면의 실리카 및 리그닌을 제거 또는 조절하여 왕겨의 표면을 구조적 및 화학적으로 개질하는 경우 상대적으로 우수한 친수성 표면특성을 부여함으로써 왕겨의 수분흡수성을 개선할 수 있다. 또한 수분흡수성이 높은 균일한 입자형태의 유기물은 작물의 생장에 필요한 고부가가치 용도의 인공토양의 주요한 구성원료로써 활용이 가능한 장점이 있다. 농업용 또는 조경용 용도에서 일반적으로 사용되는 인공토양 인 상토는 식재되는 식물의 발육에 적합한 물리성, 화학성, 생물성을 갖춘 자재로서 식물체를 기계적으로 지지해주고, 식물의 생육에 필요한 양분, 수분, 산소 등을 공급해주는 역할을 수행하는 기반 요소라고 할 수 있다. 좋은 상토는 식물의 양분흡수 특성에 적합한 균형있는 비료요소를 적절하게 공급하는 기능을 갖추어야 하며, 식물에게 요구되는 물을 적절하게 공급할 수 있는 수분흡수성과 보수성을 가지고 있어야 한다. 또한 뿌리에 공기를 공급하고 호흡으로 발생하는 탄산가스의 배출을 원활하게 하도록 공극을 유지하여 통기성을 제공하는 구조적 특성이 충족되어야 하며, 식물을 지탱하는 역할을 해야 한다.
- [0005] 이러한 특성을 충족하기 위해 일반적으로 상토는 2가지 이상의 재료를 혼합한 비토양상토로 구성되며, 이때 주요한 상토재료들은 크게 유기물 기반 재료와 무기물 기반 재료로 구분된다. 유기물 재료로는 피트모스, 코코피트, 부숙수피, 훈탄 등이 주로 사용되며, 무기물로는 펄라이트, 버미큘라이트, 입상암면 등이 이용되고 있다. 상토용 유기물은 주로 C/N율보다 조직이 안정적인 구조를 지녀 이화학적 안정성이 높고 수분흡수성이 높은 특성을 가진 재료가 주로 이용된다. 현재 상토의 유기물 자재로서 대표적인 것은 피트모스와 코코피트(코이어, 코이어더스트, 브라운더스트)이다. 피트모스는 부피의 98% 가량을 차지하는 수분세포를 지녀 물과 공기를 적정한 비율로 함유할 수 있으며, 통기성과 보비력이 우수하고 토양속에서 분해속도가 느려 이화학적 안정성이 장기간 안정적으로 유지되는 특징을 가진다. 또한 코코피트는 코코넛 과실의 중과피나 껍질 조직 분말로 제조된 것으로 보수성이 좋고 건조한 이후에도 쉽게 수화되며, 배수성이 좋고 잡초나 병원균 발생률이 낮으며 분해에 안정한 장점 등으로 상토 재료로써 널리 이용되고 있다. 이처럼 피트모스와 코코피트는 대표적인 상토의 유기물 재료로써 이용되고 있으나, 시설원예, 스마트팜 및 도시녹화 확대 등으로 인해 최근 들어 크게 그 수요가 증가하고 있고, 수입 100% 제품으로서 공급이 제한적임에 따라 가격이 크게 증가하고 있는 실정이다.
- [0006] 이에 따라 국내 발생 유기물 소재인 왕겨를 열처리하거나 부숙하여 품질을 개선함으로써 상토용 원료로 사용하기 위한 노력들이 우리나라와 일본을 중심으로 지속적으로 이루어져 왔다. 왕겨는 실리카와 리그닌의 함량이 높은 화학적 성분 특성으로 토양속에서 쉽게 분해되거나 부숙되지 않을 뿐만 아니라, 형태와 성분의 균일성도 매우 높기 때문에 상토용 재료로써 이용가능성이 높게 평가되어 왔다. 그러나 왕겨 표면에 실리카가 치밀하게 피복되어 있어 상토용 재료로서의 수분흡수성이 낮아지는 단점이 있고, 안정된 상태로 존재하는 왕겨 표면의 실리카는 토양내에서 이온화가 잘 이루어지지 않아 상토용 소재로서의 활용도를 더욱 낮게 함으로써 상토용 재료로서의 왕겨 활용은 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다
- [0008] 왕겨를 상토용 재료로써 사용하기 위해, 대한민국 등록특허 특0128812호(특허문헌 1)에서는 왕겨 상토의 제조 방법'으로 왕겨를 분쇄하여 12 목의 체로 거른 왕겨분말을 카제인 소다 적용하여 100℃ 온도에서 약 40분간 증자를 실시하고, 이후 물을 가하여 40분간 2차 증자를 실시하고 이후 물을 추가적으로 첨가하여 pH를 조절하고 증자액을 건조함으로써 최종 왕겨 상토를 제조하는 방법을 개시하였다. 하지만 이러한 방법은 왕겨를 분말화하여 제조물의 구조적 특성이 상토용 재료로서 적합하지 않고, 카제인소다의 실리카 추출효율이 매우 낮아 왕겨 수분흡수성 등의 개선효과가 확인되지 않으며 특히, 과도한 용수의 적용이 필요하여 발생하는 매우 많은 양의 증자액을 건조하는 방법으로 제품을 제조함에 따라 경제성이 매우 낮은 단점을 가지고 있다.
- [0010] 또한, 대한민국 등록특허 제10-0318085호(특허문헌 2)에서는 '육묘용 상토재료로서 왕겨의 가공방법 및 이를 이용하여 제조된 혼합상토'를 개시하며, 왕겨를 80~100℃의 온도에서 팽연화하여 입자를 조절하고 부숙촉진제인 고오랑과 수분을 투입하여 50℃ 온도조건에서 30~90일간 부숙을 진행하여 혼합상토로 제조하는 방법을 개시한 바 있다. 하지만 상기 특허문헌 2 또한 상기 특허문헌 1과 같이 입자를 소급하여 표면적 증대를 통한 수분특성을 개선하고, 부숙을 진행함으로써 양호한 CEC와 pH 특성을 충족시켰다. 그러나 팽연화 처리도 분쇄 처리와 같이 물리적인 방법으로 치밀한 실리카 표면구조를 근본적으로 파괴하지 못하여 표면친수성 강화가 이루어지지 않았으며 비표면적 증대를 통한 수분보유특성을 개선하는 정도의 미미한 효과발현만이 기대되며, 30~90일간의 부숙 단계가 요구되어 생산성이 매우 떨어지는 단점이 있다.
- [0012] 이에 본 발명에서는 왕겨를 알칼리 약액으로 상온에서 전처리하여 표면의 치밀한 구조의 실리카를 포함하는 무기물을 용해시켜 보다 수분이 쉽게 왕겨의 내부구조로 침투 가능하도록 연질화를 진행하고, 잔존하는 알칼리 약품의 효율적으로 제거 및 재활용을 위한 순환형 세척 단계를 통해 최종적으로 왕겨 기반의 고흡습성 경량상토

소재의 경제적인 제조 방법에 대해 고시하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 특0128812호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-0318085호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 일 측면에서의 목적은
[0016] 고흡수성 왕겨의 제조방법 및 이의 방법으로 제조된 고흡수성 왕겨, 이를 포함하는 상토를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0018] 상기 목적을 달성하기 위하여,
[0019] 일 측면에서는,
[0020] 왕겨를 알칼리 용액에 침지시키는, 연질화 단계;
[0021] 상기 알칼리 용액으로부터 상기 왕겨를 분리하는, 분리 단계; 및
[0022] 상기 분리된 왕겨를 세척하는, 세척 단계;를 포함하는, 고흡수성 왕겨의 제조방법이 제공된다.
[0024] 이때 상기 연질화 단계는 10℃ 내지 40℃의 상온에서 수행될 수 있다.
[0026] 상기 알칼리 용액은 알칼리 약품 및 용매를 포함하고,
[0027] 상기 알칼리 용액은 상기 알칼리 약품을 상기 왕겨의 전건중량 대비 10중량% 내지 30중량%로 포함할 수 있고, 바람직하게는 15중량% 내지 25중량%로 포함할 수 있다.
[0029] 또한, 상기 알리 용액의 용매 및 왕겨의 중량비는 3:1 내지 10:1일 수 있고, 바람직하게는 3:1 내지 7:1일 수 있다.
[0031] 또한, 상기 연질화 단계는 12시간 내지 48시간 동안 수행될 수 있고, 바람직하게는 16시간 내지 20시간 동안 수행될 수 있다.
[0033] 또한 상기 분리 단계는, 연질화 처리된 왕겨를 탈수시키는 단계;를 포함할 수 있다.
[0035] 상기 고흡수성 왕겨의 제조방법은
[0036] 세척된 왕겨를 탈수, 건조 및 경화하여 회수하는 단계;를 더 포함할 수 있고,
[0037] 상기 탈수를 통해 상기 세척 단계에서 사용한 세척수를 분리 회수하여 상기 연질화 단계에 재사용하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
[0039] 다른 일 측면에서는,
[0040] 상기 제조방법으로 제조되는, 고흡수성 왕겨가 제공된다.
[0042] 또 다른 일 측면에서는,
[0043] 상기 고흡수성 왕겨를 포함하는 상토가 제공된다.

발명의 효과

- [0045] 본 발명의 고흡수성 왕겨의 제조방법은 왕겨의 알칼리 처리를 통해 왕겨를 연질화하여 흡수성이 향상된 왕겨를 제조하는 방법으로 저비용 및 빠른 공정 시간으로 균일한 품질의 고흡수성 왕겨를 제조하는 점에서 종래의 왕겨

연질화 방법인 분쇄, 팽연화 및 증자 처리등의 공정 대비 제조효율이 우수한 장점을 갖는다.

- [0046] 본 발명의 고흡수성 왕겨의 제조방법은 수세척 공정시 발생하는 다량의 폐수를 연질화 단계에서 재사용함으로써 알칼리 약품 및 세척수 비용을 절감할 수 있다.
- [0047] 본 발명의 고흡수성 왕겨의 제조방법으로 제조된 고흡수성 왕겨는 일반 왕겨 대비 수분흡수율이 현저히 우수해 경량 상토용 재료로서 활용될 수 있다.
- [0049] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0051] 도 1은 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- 도 2는 알칼리 용액의 NaOH 농도에 따른 무기물 함량 변화를 측정한 결과 그래프이다.
- 도 3은 알칼리 용액의 용매 및 왕겨의 중량비에 따른 무기물 함량 변화를 측정한 결과 그래프이다.
- 도 4는 침지 시간에 따른 세척 전/후 무기물 함량 변화를 측정한 결과 그래프이다.
- 도 5는 실시 예 2에서 제조한 고흡수성 왕겨, 비교 예 1의 왕겨, 비교 예 2의 팽연 왕겨 및 비교 예 3의 코코피트의 시간에 따른 수분흡수 변화를 비교한 결과 그래프이다.
- 도 6은 실시 예 2에서 제조한 고흡수성 왕겨, 비교 예 1의 왕겨, 비교 예 2의 팽연 왕겨 및 비교 예 3의 코코피트의 모세관수 함량을 비교한 결과 그래프이다.
- 도 7은 실시 예 2에서 제조한 고흡수성 왕겨, 비교 예 1의 왕겨, 비교 예 2의 팽연 왕겨 및 비교 예 3의 코코피트의 자유수 및 결합수 함량을 비교한 결과 그래프이다.
- 도 8은 비교 예 1, 실시 예 2 및 실시 예 8의 왕겨의 무기물 함량을 비교한 결과 그래프이다.
- 도 9는 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨 제조 시, 세척수를 재사용하지 않고 왕겨를 제조하는 방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- 도 10은 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨 제조 시, 세척수를 재사용하여 왕겨를 제조하는 방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- 도 11은 비교 예 1 및 비교 예 2, 실시 예 1 내지 3의 왕겨의 pH 및 NaCl 함량을 측정한 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 비교 예 1 내지 3, 실시 예 8 및 9의 왕겨의 pH 및 NaCl 함량을 측정한 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0052] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명한다. 그러나 본 발명의 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하에서 설명하는 실시 예로 한정되는 것은 아니다. 또한, 이하의 실시 예는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다.
- [0054] 일 측면에서는,
- [0055] 왕겨를 알칼리 용액에 침지시키는, 연질화 단계;
- [0056] 상기 알칼리 용액으로부터 상기 왕겨를 분리하는, 분리 단계; 및
- [0057] 상기 분리된 왕겨를 세척하는, 세척 단계;를 포함하는, 고흡수성 왕겨의 제조방법이 제공된다.
- [0059] 이하, 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법을 도면을 참조하여 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0061] 도 1은 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [0063] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 입자크기가 균일하고 미곡종합처리장에서 일괄적으로 발생하는 등 자원적 특성이 우수하나 표면의 실리카 입자를 포함하는 무기물 입자가 치밀하게 피복되어 수분흡수율이 매우 낮아 상토를 포함하는 유기 식생용 재료로서 활용하기 어려운 왕겨를 이용하여 흡수성을 향상시킨 고흡수성 왕

겨를 제조하는 방법이다.

- [0064] 이때 상기 왕겨는 균일한 크기의 입자크기를 가질 수 있으며, 바람직하게는 분쇄처리되지 않은 왕겨이다.
- [0066] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 왕겨를 알칼리 용액에 침지시키는 연질화 단계를 포함한다.
- [0067] 상기 연질화 단계는 왕겨의 흡수성을 향상시키기 위해, 알칼리 약품을 이용하여 왕겨 표면에 형성되어 있어 흡수성을 저해시키는 실리카를 포함하는 무기물을 제거하는 단계이다.
- [0068] 상기 단계를 통해 연질화 처리된 왕겨는 전처리하지 않은 또는 팽연 왕겨보다 현저히 우수한 흡수성을 나타낸다.
- [0069] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 바람직하게는 왕겨를 10℃ 내지 40℃의 상온에서 알칼리 용액에 침지시키며, 이에 저비용 및 고효율로 왕겨를 연질화할 수 있다.
- [0071] 이때 상기 알칼리 약품은 NaOH, KOH 및 암모니아수로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있으나 이에 제한된 것은 아니다.
- [0073] 상기 알칼리 용액의 상기 알칼리 약품은 상기 왕겨의 전건중량 대비 10중량% 내지 30중량%로 함유될 수 있고, 바람직하게는 15중량% 내지 25중량%로 함유될 수 있다. 이때 상기 왕겨의 전건중량은 왕겨의 건조중량을 의미한다.
- [0074] 상기 알칼리 약품의 함량은 연질화 단계에서 왕겨 표면의 실리카를 포함하는 무기물을 효과적으로 제거하기 위한 것이다.
- [0075] 만약, 상기 알칼리 약품의 농도가 10중량% 미만인 경우 실리카 용해 정도가 미비할 수 있고, 상기 알칼리 약품의 농도가 30중량%를 초과하는 경우, 실리카를 포함하는 무기물의 제거와 무관하게 알칼리 약품이 너무 많이 사용됨에 따라 이후 세척단계에서 과량의 세척수를 사용해야하는 문제가 발생될 수 있다.
- [0077] 또한 상기 알칼리 용액의 용매 및 왕겨의 중량비는 3:1 내지 10:1일 수 있고, 바람직하게는 3:1 내지 7:1일 수 있다.
- [0078] 성가 알칼리 용액의 용매 및 왕겨의 중량비가 3:1 내지 10:1일 때, 바람직하게는 3:1 내지 7:1일 때 보다 바람직하게는 5:1일때 실리카를 포함하는 무기물이 효과적으로 제거될 수 있다.
- [0080] 또한, 상기 연질화 단계에서 침지 시간은 12시간 내지 48시간일 수 있고, 보다 바람직하게는 16시간 내지 20시간일 수 있다.
- [0081] 만약 상기 연질화 시간이 12시간 미만인 경우 실리카를 포함하는 무기물 용해 정도가 미비할 수 있고, 상기 연질화 시간이 48시간을 초과하는 경우 48시간이 지난 이후부터는 실리카를 포함하는 무기물 제거가 미비하여 궁극적으로 연질화 공정 효율이 저하될 수 있다.
- [0083] 다음, 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 상기 알칼리 용액으로부터 상기 왕겨를 분리하는, 분리 단계를 포함한다.
- [0084] 상기 단계는 연질화 처리된 왕겨를 탈수시키는 단계를 포함한다. 이를 통해 이후 세척단계에서 사용되는 세척수의 양을 최소화할 수 있다.
- [0085] 이때 상기 탈수는 바람직하게는 분리된 왕겨의 함수율이 약 35% 내지 50%이 되도록 분리된 왕겨에 잔존하는 알칼리 용액을 제거하는 것이 바람직하다.
- [0086] 상기 탈수는 진공탈수, 압착탈수, 원심분리 탈수등의 탈수 방법이 사용될 수 있으나 이에 제한된 것은 아니며, 종래의 공지된 다른 탈수 방법이 사용될 수 있다.
- [0088] 다음, 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 상기 분리된 왕겨를 세척하는, 세척 단계를 포함한다.
- [0089] 일 측면에 따라 제조된 고흡수성 왕겨는 흡수성이 우수한 장점을 가져 상토로서 사용될 수 있으나 상기 세척단계에서 세척이 제대로 이루어지지 않을 경우, 왕겨에 알칼리 금속염이 함유될 수 있으며 과도한 양의 알칼리 금속염을 함유하는 왕겨를 상토로 사용할 경우, 이로 인해 토양의 알칼리 염농도가 증가하고 생육작물의 식생에 문제를 일으킬 수 있다.
- [0090] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 상기 세척 단계를 통해 통상적인 상토기준인 pH 5~9 및 알칼리 금

속염 함량 2중량% 이내의 기준을 충족하는 고흡수성 왕겨를 제조할 수 있으며, 바람직하게는 상기 세척단계를 통해 세척된 고흡수성 왕겨는 pH 7~9을 나타낼 수 있고, 알칼리 금속염을 1중량%이하, 바람직하게는 0.01중량% 내지 0.7중량%의 함량으로 함유할 수 있다.

- [0092] 상기 단계는 분리된 왕겨에 남아있는 잔여 알칼리 약품을 제거하는 단계로서, 상기 분리된 왕겨 및 세척수를 혼합하는 방법으로 수행될 수 있다. 상기 단계에서 알칼리 약품을 제거하기 위해 사용되는 상기 세척 수는 상기 분리된 왕겨의 전건 중량 대비 3배 내지 7배 중량으로 혼합하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0094] 다음, 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 세척된 왕겨를 탈수, 건조 및 경화하여 회수하는 단계;를 더 포함할 수 있으며, 이를 통해 연질화된 고흡수성 왕겨를 후득할 수 있다.
- [0095] 이때 상기 탈수는 진공탈수, 압착탈수, 원심분리 탈수등의 탈수 방법이 사용될 수 있으나 이에 제 한된 것은 아니며, 유기물질을 탈수시키는 종래의 공지된 다른 탈수 방법이 사용될 수 있다.
- [0096] 상기 탈수는 이후 수행되는 건조 공정의 부하를 최소화하기 위해, 바람직하게는 세척된 왕겨의 함수율이 약 30% 이하, 보다 바람직하게는 10% 내지 30%가 되도록 탈수할 수 있다.
- [0098] 또한, 상기 건조 및 경화는 탈수된 왕겨의 잔여 수분을 제거하고, 또한 왕겨의 잔여 용해성분(예를 들어 실리카, 리그닌, 셀룰로오스등의 무기물)을 경화시키기 위한 것으로, 바람직하게는 100℃ 이상의 조건에서 열판 건조 또는 열풍건조의 방법으로 수행될 수 있다.
- [0099] 이때 상기 경화는 상기 용해성분들이 수분과 수소 결합하여 수분에 용해되는 상태에서 수분과 결합이 분리되어 더이상 용해되지 않는 상태로 변화하는 것을 의미한다. 일례로, 왕겨의 잔여 용해성분 중 실리카는 열에 의한 건조에 의해탈수되면서 인접한 실리카와 결합하게 된다. 일정한 수준까지의 탈수반응은 실리카 이온 간의 수소 결합(-Si-H-Si-)을 형성하여 수분에 의해 용해되는 가역적 결합이 되지만, 높은 온도에서 열처리 될 경우, 실리카 이온간의 공유 결합(-Si-O-Si-, -Si=Si-)이 되어 수분과 결합되지 않는 형태로 경화될 수 있다.
- [0101] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 상기 건조단계를 통해 잔여 용해성분의 수분 용해성을 낮추어 지용성을 증대시키고 수분에 의한 미생물 활동을 억제함으로써 보관용이성을 증대시킬 수 있다.
- [0103] 또한, 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 상기 탈수를 통해 세척 단계에서 사용한 세척수를 분리 회수하여 상기 연질화 단계에서 재사용하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0104] 상기 단계는 왕겨를 세척하는 단계에서 사용한 세척수를 재사용하기 위한 단계이다.
- [0106] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 세척 단계에서 사용한 세척수로서 알칼리 약품을 포함하는 용액을 연질화 단계에 재사용함으로써, 세척 단계에서 통해 발생하는 폐수를 최소화할 수 있고 알칼리 약품을 다회 사용할 수 있어 환경 친화적인 장점이 있다.
- [0108] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 제조방법은 알칼리 용액을 이용한 화학적 연질화 처리를 통해 왕겨 표면의 실리카를 포함하는 무기물을 제거하고 친수성기를 활성화하여 연질화하고 이후, 분리 및 세척 단계를 통해 잔존하는 화학약품을 제거함으로써 고흡습성 왕겨의 제조방법으로서 저비용 및 빠른 공정 시간으로 균일한 품질의 고흡수성 왕겨를 제조할 수 있다. 이에 종래의 왕겨 연질화 방법인 분쇄, 팽연화 및 증자 처리등의 공정 대비 제조효율이 우수한 장점을 갖는다. 또한 수세척 공정시 발생하는 다량의 폐수를 연질화 단계에서 재사용함으로써 알칼리 약품 및 세척수 비용을 절감할 수 있다.
- [0110] 다른 일 측면에서는,
- [0111] 상기 제조방법으로 제조되는, 고흡수성 왕겨가 제공된다.
- [0113] 상기 제조방법으로 제조된 고흡수성 왕겨는 연질화 처리하지 왕겨 또는 팽연 왕겨 대비 수분 흡수성 및 수분 보유성이 현저히 우수한 장점이 있다.
- [0114] 또한 상토기준인 pH 5~9 및 알칼리 금속염 함량 2중량% 이내의 기준을 충족하여 상토로서 유용하게 활용될 수 있다.
- [0115] 상기 고흡수성 왕겨는 바람직하게는 pH 7~9을 나타낼 수 있고, 알칼리 금속염을 1중량%이하, 바람직하게는 0.01중량% 내지 0.7중량%로 함유할 수 있다.
- [0117] 또 다른 일 측면에서는

- [0118] 상기 고흡수성 왕겨를 포함하는 상토가 제공된다.
- [0120] 이하, 실시 예 및 실험 예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0121] 단, 하기 실시 예 및 실험 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시 예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0123] <실시 예 1>
- [0124] 단계 1: 왕겨 1kg, 알칼리 약품 100g, 물 200g을 첨가하여, 알칼리 약품인 NaOH는 왕겨의 전건중량 대비 10% 첨가하고, 약액(물)은 약액(물) : 왕겨의 중량비가 5:1이 되도록 첨가하고, 18시간동안 상온에서 침지시켜 왕겨를 연질화시켰다.
- [0125] 단계 2: 상기 단계 1에서 제조된 연질 왕겨를 압착프레스를 통해 함수율 35~50%의 수준으로 충분히 탈수하였다. 각 탈수가 완료된 연질 왕겨 중 일부는 세척하지 않고, 일부는 상기 탈수가 완료된 연질 왕겨 중량의 5배의 물(5kg)로 세척하여, 세척/비세척 각각 왕겨 시료를 105℃의 열풍건조기에서 24시간 동안 건조하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0127] <실시 예 2>
- [0128] 상기 실시 예 1에서 알칼리 약품인 NaOH는 왕겨의 전건중량 대비 20% 첨가하는 것으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0130] <실시 예 3>
- [0131] 상기 실시 예 1에서 알칼리 약품인 NaOH는 왕겨의 전건중량 대비 30% 첨가하는 것으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0133] <실시 예 4>
- [0134] 상기 실시 예 1에서 약액(물)을 약액(물) : 왕겨의 중량비가 5:1이 되도록 첨가하는 것으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0136] <실시 예 5>
- [0137] 상기 실시 예 1에서 침지 시간을 12시간으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0139] <실시 예 6>
- [0140] 상기 실시 예 1에서 침지 시간을 24시간으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0142] <실시 예 7>
- [0143] 상기 실시 예 1에서 침지 시간을 48시간으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0145] <실시 예 8>
- [0146] 상기 실시 예 2와 동일한 조건으로 연질화를 진행하되, 상기 실시 예 2의 단계 3에서 세척을 위해 사용한 물을 사용하는 것으로 달리하여 이하와 같이 수행하였다.
- [0147] 단계 1: 1차 생산의 연질화 알칼리 용액과 2차 생산의 연질화 알칼리 용액이 동일한 알칼리도(Digits)를 나타내는 NaOH 첨가량(g)을 아래의 알칼리도 측정방법을 통해 측정하였으며 이 때의 NaOH 첨가량은 180g으로 나타났다. 이에, 왕겨 1kg, 알칼리 약품 180g, 상기 실시 예 2의 단계 3에서 세척을 위해 사용한 물 200g을 첨가하여, 알칼리 약품인 NaOH는 왕겨의 전건중량 대비 20% 첨가하고, 약액(물)은 약액(물) : 왕겨의 중량비가 5:1이 되도록 첨가하는 것을 제외하고 실시 예 2와 동일한 방법을 수행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.
- [0148] 단계 2: 연질화 처리가 완료된 왕겨를 압착프레스 탈수를 진행하였으며, 탈수된 연질화 왕겨를 각 전건 중량의 5배의 세척수를 사용하여 세척하였다. 세척 이후, 다시 압착프레스 탈수를 진행하고 105℃의 열풍건조기에서 12시간 동안 건조처리를 진행하여 고흡수성 왕겨를 제조하였다.

[0150] 알칼리도 측정방법

[0151] 1차 생산 세척수를 이용한 2차 생산 연질화 알칼리 용액의 NaOH 사용량을 지정하기 위한 알칼리도 측정 진행하였다. 알칼리도 측정 시료는 1차 생산의 연질화 알칼리 용액과 1차 생산 세척수를 사용하였다.

[0152] 알칼리도 측정방법은 50 ml의 시료에 Bromcresol Green-Methyl Red indicator power 1g을 첨가한 후, 충분히 교반하여 청적색의 용액으로 제조한다. 각 시료 용액에 Digital titrator를 이용하여 1.600 ± 0.008 N의 황산 용액을 첨가하여, 투명한 색상으로 변하는 순간의 Digits를 측정한다. 이 때, $\text{Digits} \times 0.002 = \text{mEq} = \text{N}(\text{NaOH}$ 경우 Na가 1가 이온이므로)이다. 1차 생산의 연질화 알칼리 용액은 약 2500 digits로 나타났으며 이는 5N NaOH 용액으로 확인되었다. 1차 생산 세척수는 약 250 digits로써 약 0.5N NaOH로 확인되었으며 이는 180g의 NaOH를 첨가하여 동일한 알칼리도의 약액 조성이 가능하다.

[0154] <비교 예 1>

[0155] 전처리하지 않은 왕겨를 준비하였다.

[0157] <비교 예 2>

[0158] 수도용 상토로 혼합되어 사용되는 팽연왕겨를 준비하였다.

[0159] 상기 팽연왕겨는 시중에 판매되는 팽연왕겨 제품(대원 GSI)을 사용하였으며, 상기 제품을 100mesh 크기의 메쉬망에 분급하여 미세분을 제거하여 사용하였다.

[0161] <비교 예 3>

[0162] 코크피트(인도산 압축 코크피트, 덕인코크피트(사))를 준비하였다.

[0163] 상기 코크피트는 인도에서 제조된 압축 코크피트 블록을 구매하여 사용하였다. 코크피트 블록은 압축된 상태로 함수율 50%가 되도록 코크피트 블록과 수분을 1:1 중량비로 혼합하여 팽윤시킨 후 사용하였다.

[0165] <비교 예 4>

[0166] 상기 실시 예 1에서, 단계 2를 아래와 같이 수행하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하여 고흥수성 왕겨를 제조하였다.

[0167] 단계 2: 상기 단계 1에서 제조된 연질 왕겨를 압착프레스를 통해 함수율 35~50%의 수준으로 충분히 탈수하여 고흥수성 왕겨를 제조하였다.

[0169] <실험 예 1> 왕겨의 알칼리 침지처리에 의한 무기물 함량 특성 변화

[0170] 알칼리 약품에 의한 왕겨 표면의 알칼리 용해성 물질(실리카)의 제거로 왕겨의 연질화가 진행됨에 따라, 알칼리 침지처리 이후 연질화된 왕겨에 포함된 무기물 함량의 변화를 측정하여 연질화 효율을 분석하였다.

[0171] 이를 위해 아래의 표 1과 같이 연질화 처리 조건을 달리한 실시 예 1 내지 실시 예 7에서 제조한 고흥수성 왕겨를 $525 \pm 25^\circ\text{C}$ 의 회화로에서 4시간 동안 연소시켜 아래의 식 1을 이용해 측정하였으며 그 결과를 도 2 내지 도 4에 나타내었다.

표 1

[0173]

	재료	알칼리 용액의 NaOH 농도	액비 (알칼리 용액의 용매: 왕겨)	침지 시간
		(왕겨전건중량 대비, %)	(g:g)	(시간)
비교예 1	왕겨	미처리		
비교예 2	팽연 왕겨	미처리		
실시예 1	왕겨	10	5:1	18
실시예 2	왕겨	20	5:1	18
실시예 3	왕겨	30	5:1	18
실시예 4	왕겨	20	10:1	18
실시예 5	왕겨	20	5:1	12
실시예 6	왕겨	20	5:1	24
실시예 7	왕겨	20	5:1	48

[0175] <식 1>

$$[0176] \text{무기물 함량}(\%) = \frac{\text{회분 전건중량}(\%)}{\text{시료 전건중량}(\%)} \times 100$$

[0178] 도 2는 알칼리 용액의 NaOH 농도에 따른 세척 전/후 무기물 함량 변화를 측정한 결과 그래프이다.

[0179] 도 2에 나타난 바와 같이, 연질화 단계에서 알칼리 용액의 NaOH 농도에 따른 세척 전, 후 왕겨 시료의 무기물 함량은 NaOH 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향이 나타났다. 하지만 NaOH를 왕겨전건중량 대비 20%이상으로 사용한 실시 예 2 및 3에서 무기물 함량 차이가 미비하였으며, 이를 통해 NaOH를 왕겨전건중량 대비 20%이상으로 사용하더라도 연질화 효율이 더이상 효과적으로 향상되지 않음을 알 수 있다.

[0180] 상기 결과로부터 알칼리 약품을 최소화하며 연질화를 효과적으로 진행하기 위해서는 NaOH를 왕겨전건중량 대비 15% 내지 25%, 바람직하게는 20% 내지 25%로 적용하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

[0182] 도 3은 알칼리 용액의 용매 및 왕겨의 중량비(액비)에 따른 세척 전/후 무기물 함량 변화를 측정한 결과 그래프이다.

[0183] 도 3에 나타난 바와 같이, 연질화 단계에서 알칼리 용액의 용매의 함량에 따른 세척 전, 후의 무기물 함량은 액비 5:1 조건(실시예 2)에서는 세척 전/후의 무기물 함량 차이가 보다 크게 발생하는 반면, 액비 10:1 조건(실시예 4)에서 세척 전/후의 무기물 함량 차이가 보다 작게 나타남을 알 수 있다. 이는 높은 수분 투입에 의한 실질적인 알칼리도(약품의 농도)의 저하로 알칼리 침지 효과가 낮아진 결과로 판단된다.

[0184] 상기 결과로부터 세척 후 보다 낮은 무기물 함량을 갖는 고흡수성 왕겨를 제조하기 위해서는 액비 10:1 보다는 낮은 조건, 바람직하게는 액비 3:1 내지 7:3의 조건, 보다 바람직하게는 5:1(실시예 2)에서 연질화를 수행하는 것이 보다 바람직함을 알 수 있다.

[0186] 도 4는 침지 시간에 따른 세척 전/후 무기물 함량 변화를 측정한 결과 그래프이다.

[0187] 도 4에 나타난 바와 같이, 18시간(실시예 2)까지는 알칼리 침지 처리시간이 증가함에 따라 무기물 함량이 급격히 감소되는 반면 24시간(실시예 6) 및 48시간(실시예 7) 이상의 조건에서는 무기물 함량 감소 정도가 미비함을 알 수 있다.

[0188] 상기 결과로부터 제조 효율을 고려하여 보다 빠른 시간내에 효과적으로 고흡수성 왕겨를 제조하기 위해서는 바람직하게는

[0189] 이에 알칼리 침지처리시간은 18시간 내외, 바람직하게는 16시간 내지 20시간동안 진행하는 것이 보다 바람직함을 알 수 있다.

[0191] <실험 예 2> 왕겨의 수분흡수 특성 분석

[0192] 일 측면에 따라 제조된 고흡수성 왕겨의 수분 흡수 특성을 확인하기 위하여, 실시예 2에서 제조한 고흡수성 왕겨를 비교예 1의 왕겨, 비교예 2의 팽연 왕겨, 비교예 3의 코코피트와 비교하였으며, 그 결과를 도 5 내지 도 7에 나타내었다.

[0193] 도 5는 시간에 따른 수분함량 변화를 나타낸 그래프이다.

[0194] 도 5에 나타난 바와 같이, 비교예 1의 왕겨, 비교예 2의 팽연 왕겨, 비교예 3의 코코피트 및 실시예 2의 고흡수성 왕겨에 대해 비교한 결과, 시간경과 0시간에서의 수분함량은 각 재료의 최대 수분흡수율로써, 팽연화를 통해 표면의 치밀한 구조를 완화한 비교예 2의 팽연 왕겨는 비교예 1의 일반왕겨보다 양호한 수분흡수율과 수분보유 특성을 나타내었으나 개질효과가 미비한 것을 알 수 있다.

[0195] 반면, 실시예 2의 고흡수성 왕겨는 수분흡수율을 약 500%로 비교예 1 및 2의 왕겨 또는 팽연 왕겨에 비해 현저히 우수한 것을 알 수 있다. 또한 시간이 지남에 따라 비례적으로 수분함량이 감소하였는데, 이는 자유수의 범위에서 증발이 빠르게 나타난 결과로 예상해볼 수 있다.

[0197] 도 6은 모세관수 함량을 비교한 결과 그래프이고, 도 7은 자유수 및 결합수 함량을 비교한 결과 그래프이다.

[0198] 도 6 및 도 7에 나타난 바와 같이, 수분이 활용가능한 수분범위인 모세관수 함량은 기존 상토 재료인 코코피트가 가장 우수한 특성을 나타내었다. 한편 왕겨의 경우, 비교예 1왕겨의 경우, 약 86%, 비교예 2의 팽연화 처리를 진행한 팽연 왕겨는 약 93%의 모세관수 함량이 나타난 반면, 실시예 2의 고흡수성 왕겨는 약 173%로 비교

예 1 및 2의 종래의 왕겨 대비 약 2배의 모세관수 함량 개선 효과를 나타남을 알 수 있다. 이는 실시 예 2의 고흡수성 왕겨는 팽연 왕겨에 비해 결합수 범위는 유사하지만 자유수 함량이 증가함에 따라 모세관수 함량이 보다 개선되었기 때문인 것으로 볼 수 있다.

[0200] 상기 결과로부터 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨는 종래의 일반왕겨 또는 팽연 왕겨 대비 수분흡수성이 현저히 우수함을 알 수 있다.

[0202] <실험 예 3> 세척수 재사용에 따른 특성 분석(1)_고흡습성 왕겨의 무기물 함량 비교

[0203] 세척수 회수 시스템의 적용에 따른 특성을 확인하기 위해 아래의 표 2에서와 같이, 비교 예 1의 왕겨, 실시 예 2의 고흡수성 왕겨(1차 생산 왕겨)와 상기 실시 예 2의 고흡수성 왕겨의 생산에 사용한 세척수를 연질화 공정에 재사용하여 제조한 실시 예 8의 고흡수성 왕겨(2차 생산 왕겨)의 무기물 함량을 비교하고 그 결과를 도 8에 나타내었다.

[0204] 무기물 함량은 실험 예 1에서와 같이, $525 \pm 25^\circ\text{C}$ 의 회화로에서 4시간 동안 연소시켜 유기물을 모두 제거하고 중량을 측정하여 상기 식 1을 이용해 무기물 함량을 측정하였다.

표 2

생산 회차	재료	1차 생산		2차 생산	
		연질화 처리 조건 (NaOH g, 액비, 시간)	세척수	연질화 처리 조건 (NaOH g, 액비, 시간)	세척수
비교예 1	왕겨 1kg	미처리		미처리	
실시예 2		200g, 5:1, 18h	청수, 5kg	-	
실시예 8		-		180 g, 5:1, 18h	1차 생산 세척수, 5kg

[0207] 도 8에 나타난 바와 같이, 비교 예 1의 왕겨의 무기물 함량은 약 12%로 높은 반면 실시 예 2의 고흡습성 왕겨의 무기물 함량은 약 3.8%로, 상기 실시 예 2에서 사용한 세척수를 재사용하여 제조한 고흡습성 왕겨(실시예 8)의 무기물 함량은 약 4%로 현저히 낮으며, 유사한 값으로 나타남을 알 수 있다.

[0208] 이를 통해, 세척수를 재사용함으로써, 보다 적은 알칼리 약품을 사용하여 유사한 특성을 나타내는 고흡수성 왕겨를 제조하는 할 수 있음을 알 수 있다.

[0210] <실험 예 4> 세척수 재사용 유무에 따른 특성 분석(2)_폐수 및 알칼리 약품 사용량 저감 효과

[0211] 세척수 재사용 유무에 따른 비용 절감 효과를 확인하기 위하여, 도 9 및 도 10에 도시한 바와 같이, 왕겨 2kg에 대해 세척수 회수 시스템을 적용하지 않고 실시 예 2와 같은 방법을 2회 수행한 경우(도 9) 및 세척수 회수 시스템을 적용하여 실시 예 2 및 실시 예 8의 방법을 수행한 경우(도 10)의 비용을 비교하여 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

	세척수 회수 시스템 미적용 시	세척수 회수 시스템 적용 시	절감 효과
원료 (g)	왕겨 2kg 기준		
사용 세척수(g)	20,000	15,500	22.5 %
사용 NaOH(g)	400	380	5 %
발생 약액 폐수(g)	9,000	9,000	0 %
발생 세척 폐수(g)	9,000	0	100 %

[0213] 상기 표 3에 나타난 바와 같이, 세척수 회수 시스템을 적용한 경우, 그렇지 않은 경우 대비 왕겨 2kg 기준 사용 세척수를 22.5% 절감할 수 있고, NaOH 약품을 5% 절감할 수 있고, 1차 세척시 발생한 폐수를 100% 활용할 수 있는 점에서 폐수의 발생량을 크게 저감할 수 있음을 알 수 있다.

[0215] <실험 예 5> 고흡습성 왕겨의 이화학적 특성 분석

[0216] 일 측면에 따른 고흡수성 왕겨의 토양소재로서의 활용가능성을 평가하기 위하여 아래의 표 4에서와 같이 종래의

일반 왕겨(비교예 1), 팽연 왕겨(비교예 2)를 비교예로써 활용하였으며, 연질화 조건 중 알칼리 약품(NaOH)의 함량을 10%, 20%, 30%로 달리한 조건(각 실시예 1, 2, 3)을 수행하여 알칼리 약품에 의한 이화학적 특성을 평가하였다. 또한 세척수 회수 시스템을 적용한 조건(실시예 8)과 세척 공정을 진행하지 않은 조건(비교예 4)으로 제조하여 세척 공정의 적용 여부와 세척수 회수 시스템을 적용한 세척 공정을 진행한 경우의 이화학적 특성으로서 pH, NaCl 함량을 비교 분석하였으며 그 결과를 아래의 표 5 및 도 11 및 12에 나타내었다.

[0217] 이때 pH 및 NaCl 농도는 각 전건 시료 5g을 증류수 495ml와 혼합하여 1% 농도로 희석한 후, 1시간 동안 존치하여 시료로부터 용출된 용출액의 pH 및 NaCl의 농도를 각각 pH meter와 염농도 측정기를 통해 측정하였다.

표 4

	재료	연질화 단계 조건			세척 단계 조건 사용 세척수
		약액 NaOH 농도 (왕겨전건중량 대비, %)	액비 (약액g:왕겨g)	침지 시간 (hour)	
비교예 1	왕겨	미처리			
비교예 2	팽연 왕겨	미처리			
실시예 1	왕겨	10	5:1	18	청수
실시예 2	왕겨	20	5:1	18	청수
실시예 3	왕겨	30	5:1	18	청수
실시예 8	왕겨	20	5:1	18	1차 생산 세척수
비교예 4	왕겨	20	5:1	18	미처리

표 5

	비교예 1	비교예 2	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 8	비교예 3
pH	7.5	7.7	7.6	8.0	8.5	8.1	10.2
NaCl (%)	0	0	0.2	0.3	0.5	0.3	4.6

[0222] 도 11은 비교 예 1 및 비교 예 2, 실시 예 1 내지 3의 왕겨의 pH 및 NaCl 함량을 측정한 결과를 나타내는 그래프이다.

[0223] 상기 표 5 및 도 11을 참조하면 비교 예 1의 왕겨 및 비교 예 2의 팽연 왕겨는 7.5~7.7의 중성 pH를 나타내었으며 NaCl은 검출되지 않았다. 반면 실시 예 1 내지 3의 고흡습성 왕겨는 pH 7.6~8.5로 NaOH의 함량이 증가함에 따라 약알칼리성을 나타내었으며, NaCl 함량도 0.2~0.5%로 NaOH 함량 증가에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 연질화 공정에서 미비하게 잔존하는 알칼리 약품에 의해 약알칼리성과 최대 0.5% 이내의 NaCl을 함유하나, 상토용 재료의 기준치인 2% 이내의 수치로써 토양소재로써 적절한 품질을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 상기 결과로부터 상토재료로서 사용하기 위해서는 NaOH를 왕겨 전건중량 대비 30% 이내로 적용하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

[0225] 또한, 세척 공정의 적용 여부와 세척수 회수 시스템을 적용한 고흡습성 왕겨의 pH 및 NaCl 함량변화를 확인하여 도 12에 나타내었다.

[0226] 도 12는 비교 예 1 내지 3, 실시 예 8 및 9의 왕겨의 pH 및 NaCl 함량을 측정한 결과를 나타내는 그래프이다.

[0227] 상기 표 5 및 도 12에 나타난 바와 같이, 세척 공정을 적용하지 않은 비교 예4의 경우, pH 10.2, NaCl 함량 4.6%로 상토기준으로 pH 5~9 및 NaCl 함량 2% 이내의 기준을 벗어나는 것으로 알 수 있다.

[0228] 이에 일 측면에 따른 고흡습성 왕겨가 상토재료로서 사용가능한 pH를 나타내고 적정 알칼리 금속염을 함유하도록 하기 위해서는 연질화 단계이후 세척 공정을 수행해야 함을 알 수 있다.

[0229] 또한 세척수 회수 시스템을 적용 여부에 따라서 pH 8.0~8.1, NaCl 함량 0.3%로 큰 차이가 나타나지 않아 세척수 회수 시스템에 의한 고흡습성 왕겨의 품질저하는 발생되지 않는 것을 알 수 있다.

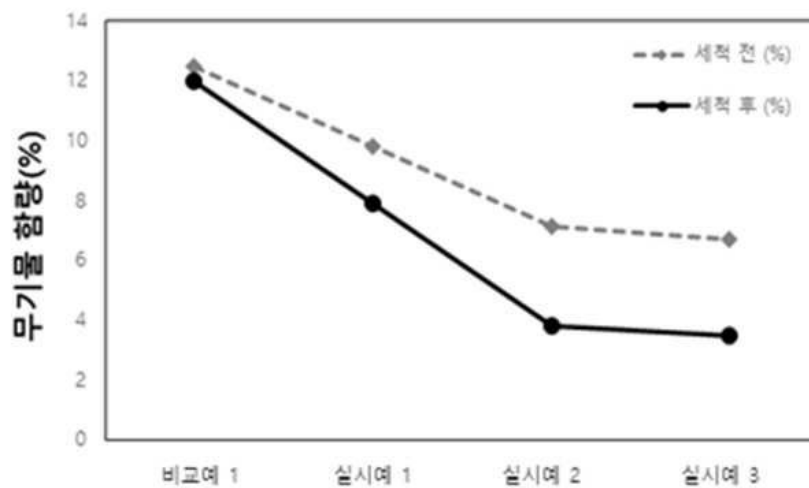
[0230] 이에 세척수 회수 시스템을 적용함으로써 보다 저비용으로 고흡습성 왕겨를 제조할 수 있음을 알 수 있다.

도면

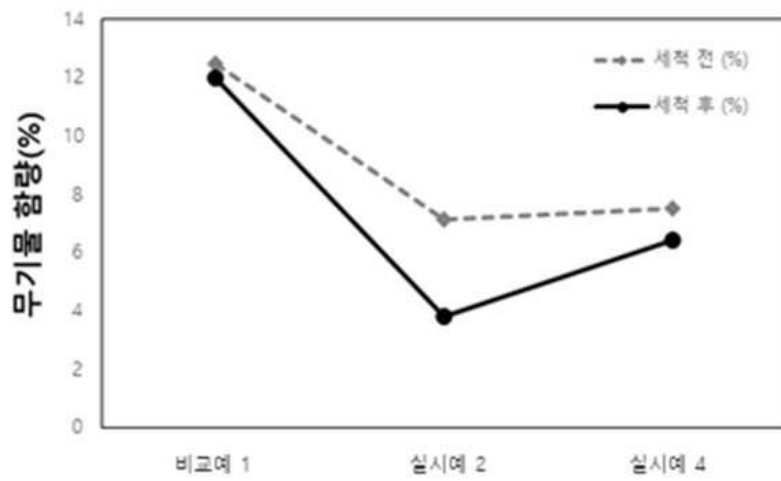
도면1



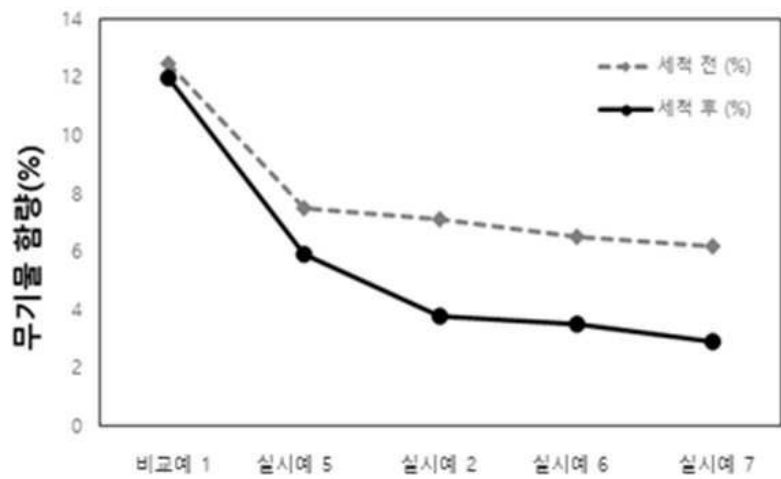
도면2



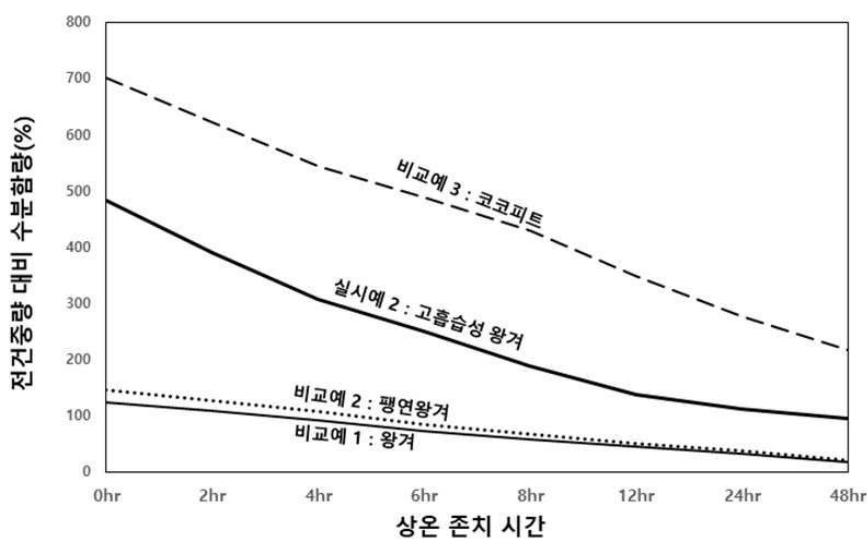
도면3



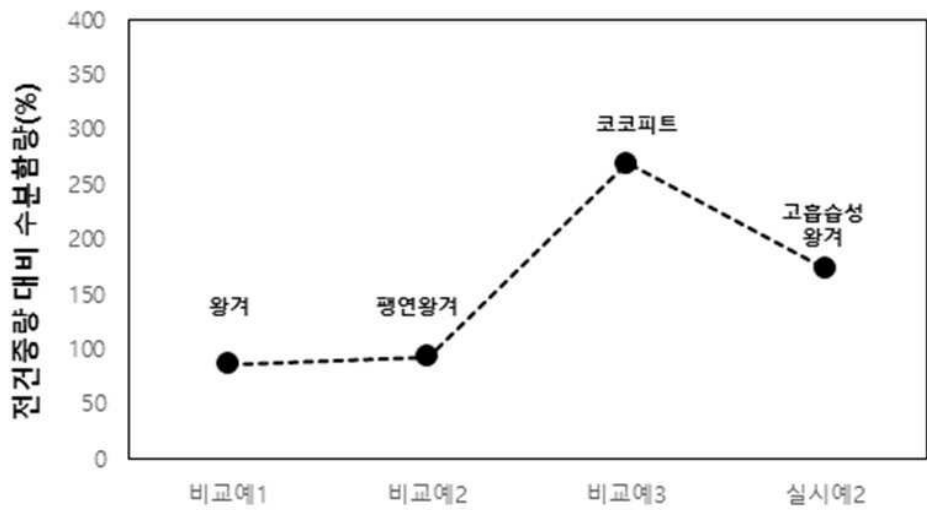
도면4



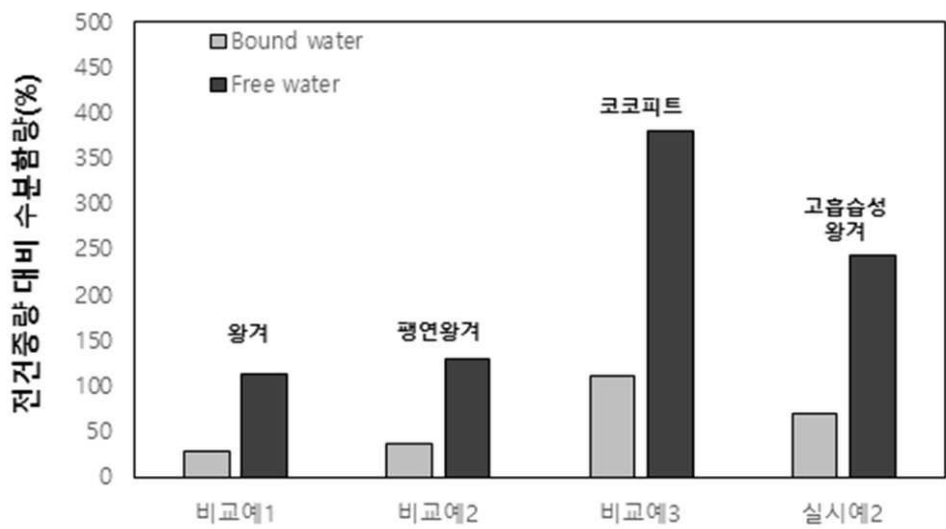
도면5



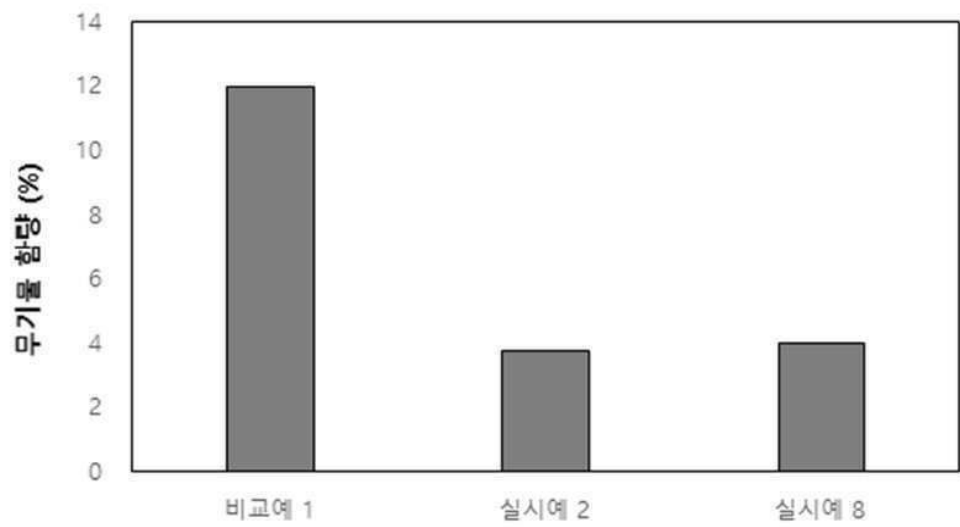
도면6



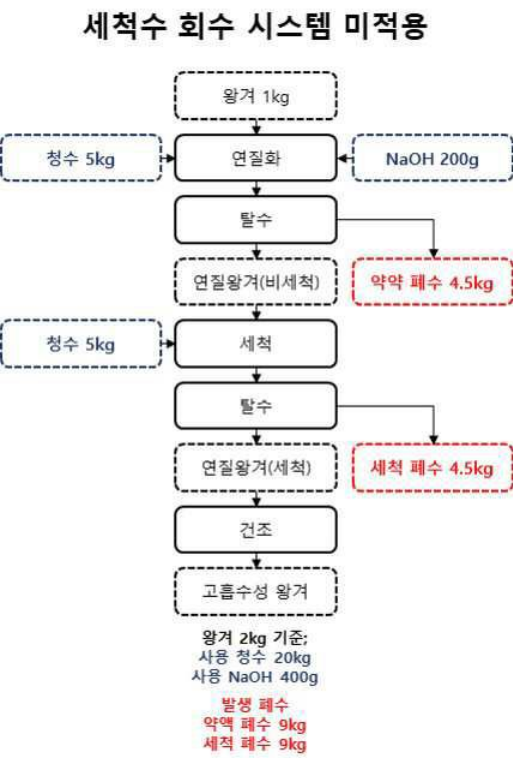
도면7



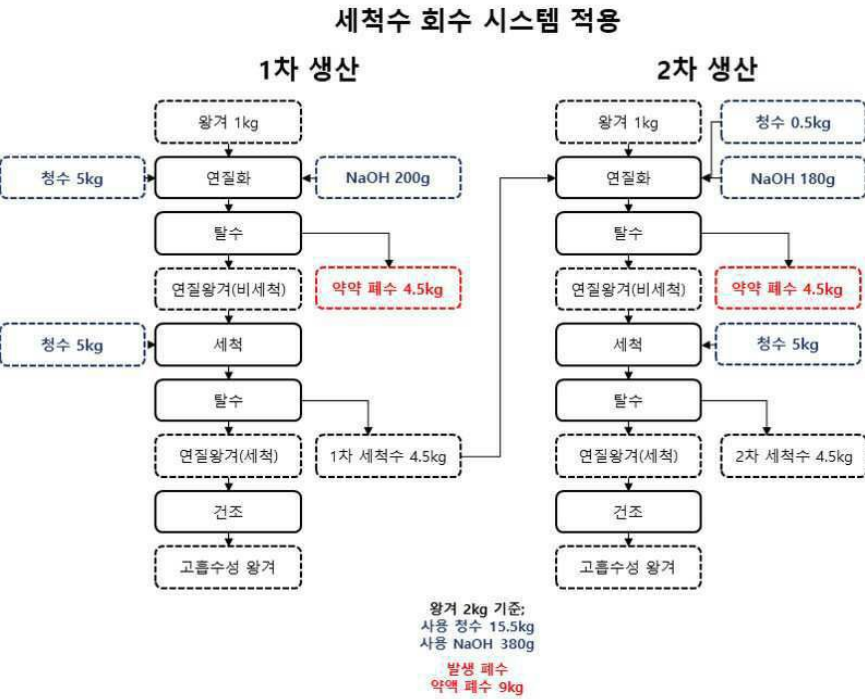
도면8



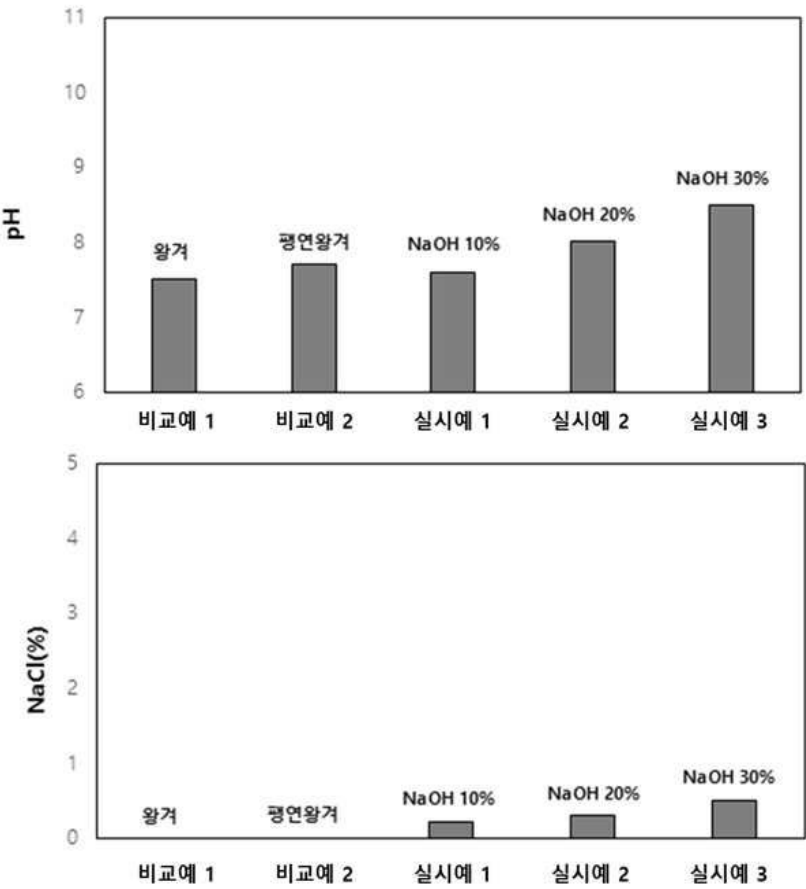
도면9



도면10



도면11



도면12

