



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0096885
(43) 공개일자 2016년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B03B 5/28 (2006.01) C02F 3/32 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B03B 5/28 (2013.01)
C02F 3/327 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0018501

(22) 출원일자 2015년02월06일

심사청구일자 2015년02월06일

기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

성용주

대전광역시 유성구 대학로 99 충남대학교 환경소재공학과

김동섭

대전광역시 유성구 장대로71번길 34, 108동 104호

김동성

전라남도 신안군 비금면 용소길 181-7

(74) 대리인

특허법인충정

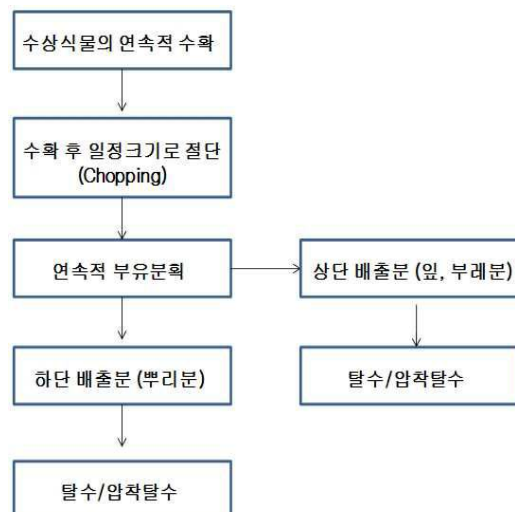
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 부레옥잠을 연속적으로 분리하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 비중차이를 이용하여 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)를 연속적으로 분리하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 부레옥잠의 수확, 절단, 분획, 압착·탈수 단계를 연속적으로 수행하는 분리 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 방법을 수행하는 장치에 관한 것으로서, 본 장치는 이동가능한 소형이므로 수변(강가, 호숫가 등)에 설치가 가능하며, 부피가 매우 크고 무거운 부레옥잠들을 공장까지 별도로 이송하지 않고 현장에서 바로 수확한 후 수확, 절단, 분획, 압착·탈수 단계를 거쳐 원료화를 가능하게 하는 특징이 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

부레옥잠의 잎 및 부레를 포함하는 상층부와 뿌리를 포함하는 하층부를 연속적으로 분리하는 방법으로서, 하기 단계를 포함하는 방법:

- a) 부레옥잠을 제공하는 단계;
- b) 제공된 부레옥잠이 초파(chopper)에서 절단되는 단계;
- c) 절단된 부레옥잠을 수중에서 비중차이를 이용하여 분획하는 단계로서, 물에 뜨는 부레옥잠의 상층부 분획분을 회수하고 물에 가라앉는 부레옥잠의 하층부 분획분을 회수하는 단계; 및
- d) 회수된 상층부 분획분과 하층부 분획분 각각을 압착·탈수시키는 단계.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 a) 단계에서 부레옥잠이 컨베이어 벨트를 통해 연속적으로 제공되는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 b) 단계에서 부레옥잠이 1 내지 100 mm 의 크기로 절단되는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 c) 단계에서, 임펠러에 의한 유체 유동이 발생된 수중에서, 절단된 부레옥잠이 분획되는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 임펠러는 노형(paddle), 프로펠러형, 스크류형 또는 터빈형인 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 임펠러의 교반 속도는 100 내지 500 rpm 인 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 c) 단계의 분획은 10 ~ 50 s/100 g(건조중량) 의 조건으로 수행되는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 d) 단계에서 탈수된 물이 c) 단계로 재순환되는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 d) 단계에서의 압착은 200 kg/m^2 내지 1000 kg/m^2 의 압력으로 수행되는 방법.

청구항 10

부레옥잠의 잎 및 부레를 포함하는 상층부와 뿌리를 포함하는 하층부를 연속적으로 분리하는 장치로서, 하기를 포함하는 장치:

- a) 수집된 부레옥잠을 절단하는 초퍼(chopper);
- b) 임펠러가 설치된 제 1 유체 유동 분획기로서, 절단된 부레옥잠을 상층부와 하층부로 분획하는 제 1 유체 유동 분획기;
- c) 부상물 수집기 및 임펠러가 설치된 제 2 유체 유동 분획기로서, 상기 제 1 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부를 재분획하는 제 2 유체 유동 분획기; 및
- d) 상기 부상물 수집기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부와 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 하층부를 각각 압착·탈수하는 압착·탈수기.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 초퍼는 컨베이어 벨트 상에 위치하여, 컨베이어 벨트를 통해 이송되는 부레옥잠을 연속적으로 절단하는 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 높이는 제 1 유체 유동 분획기의 높이의 1/3 지점 내지 1/2 지점에 설치되는 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 높이는 제 2 유체 유동 분획기의 높이의 1/3 지점 내지 1/5 지점에 설치되는 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 부상물 수집기는 제 2 유체 유동 분획기의 높이의 3/5 내지 4/5 지점에 설치되는 장치.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러는 노형, 프로펠러형, 스크류형 또는 터빈형인 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 임펠러의 교반 속도는 100 내지 500 rpm 인 장치.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 유체 유동 분획기의 임펠러의 교반 속도가 제 2 유체 유동 분획기의 임펠러의 교반 속도 보다 낮은

장치.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 유체 유동 분획기로부터 취득된 부레옥잠의 상층부는, 제 1 유체 유동 분획기와 제 2 유체 유동 분획기 사이의 연결 통로를 통해 제 2 유체 유동 분획기로 운반되는 장치.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기로부터 취득된 부레옥잠의 하층부는 각 분획기의 하부의 연결 통로를 통해 수집되며, 스크린(screen)을 통해 물은 배출되고 부레옥잠의 하층부만 수집되는 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 스크린을 통해 배출된 물은 제 1 유체 유동 분획기로 재순환되는 장치.

청구항 21

제 19 항 또는 제 20 항에 있어서,

상기 스크린은 40 메쉬(mesh) 내지 100 메쉬인 장치.

청구항 22

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 유체 유도 날 또는 칸막이가 설치되어, 유체 또는 절단된 부레옥잠의 흐름이 제어되는 장치.

청구항 23

제 10 항에 있어서,

상기 압착·탈수기에서의 압착은 200 kg/m^2 내지 1000 kg/m^2 의 압력으로 수행되는 장치.

청구항 24

제 10 항에 있어서,

상기 초퍼는 부레옥잠을 1 내지 100 mm 의 크기로 절단하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비중차이를 이용하여 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)를 연속적으로 분리하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 부레옥잠의 수확, 절단, 분획, 압착·탈수 단계를 연속적으로 수행하는 분리 방법 및 상기 분리 방법을 수행하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업발전과 도시화 및 지속적인 지역개발 등의 영향으로 다양한 환경문제들이 발생되고 있는데 이러한 환경문제를 적절히 관리하여 국가 전체의 환경을 개선하고 보전하는 것은 국민의 행복한 삶을 위해 필수적인 요소가 되고 있다. 특히 도시 및 공단으로부터 유입되는 비점오염수 및 시설농가와 축산농가 등으로부터 발생하는 유기성 오염수들은 주요 하천이나 저수지 등으로 흘러들어오고 생활폐수 및 질소, 인 등과 같은 무기영양염류의 집적 등을 가져와 녹조발생 및 수중생태계 파괴 등 부영양화로 인한 수질오염을 유발하고 있다(Kim, M. S., Park, S.

H., Kim, M. S., Kim, H. J., Lee, M. K., Lee, M. G., Kim, S. H., Yang, J. H. and Kim, T. S., Contamination characteristics of agricultural groundwater around livestock burial areas in Korea, The journal of engineering geology 24(2) : 237-246(2014).. 이러한 대표적인 수질오염에 대응하고 하천수의 부영양화를 최소화하기 위한 여러 가지 설비 및 방법들에 대한 연구개발이 이루어지고 있으나 비점오염원으로부터 유입되기 때문에 광범위한 범위를 대상으로 추가적인 설비가 필요하거나, 이를 위한 상당한 수준의 에너지 및 관리비용의 추가적 집행 등으로 현실적인 대응에 많은 어려움이 있는 실정이다. 따라서 현재 친환경적이고 저비용의 수질정화 방법에 대한 관심이 높아지고 있는데, 대표적인 친환경 수질 정화 방법으로 대형수생식물을 사용한 수질정화 방법을 들 수 있다. 부레옥잠, 부들, 물창포, 연꽃 등이 이러한 목적으로 활용될 수 있는데 이중 부레옥잠은 백합아강 백합목 물옥잠과 에이크호르니아속에 속하는 담수 수생식물로써(Lee, J. S., Ability of Water Quality Remediation by Using the Ornamental Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) of Water Floating Plant, Flower Res. J. 14(2) : 104-110(2006). 특별히 수질정화 기능이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 실제 부레옥잠은 COD, NH₄-N, PO₄-P 등 수질의 부영양화를 일으키는 물질을 흡수하여 생장하게 되는데(Kim, B. Y., Lee, J. S. and Kim, J. H., Survey on Nutrient Removal Potential and Growth State of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) at Seo-Ho, Korean journal of environmental agriculture 17(2) : 145-149(1998), 특히 질소와 인을 비롯한 합성세제의 제거에 효과적이며, 영양염류 제거 효율을 실험한 결과, 질소는 70~80%, 인은 40~50% 정도의 제거율을 나타내는 것으로 보고된바 있다(Jun, M. S. and Kim, B. C., Nutrient Removal Potential of water Hyacinth Cultured in Nutrient-enriched Water and Swinery Wastewater, Korean journal of environmental biology 17(1):117-124(1999)). 이러한 부레옥잠의 수질정화 효과를 활용하여 축산폐수의 정화를 위한 실험이(Moon, B., H., Utilization of water hyacinth for livestock wastewater purification, Korea swine Journal 11(122):100-103(1989): Kim, B., Y., Kim, K., S., Park, Y., D., Studies on the nutrient removal potential of selected aquatic plants in the pig waste water, Korean journal of environmental agriculture 7(2):111-116(1988)) 실시된바 있고, 생활오수(Kim, C. S., Ko, J. Y., Lee, J. S., Park, S. T., Ku, Y. C. and Kang, H. W., Selection of Aquatic Plants Having High Uptake Ability of Pollutants in Raw Sewage Treatment, Korean journal of environmental agriculture 26(1):25-35(2007)), 하수처리 공정 영향(Chung, J. R., Ryu, H. I. and Ryu, J. K., Effects of Heavy Metals on the Bewater Treatment Process by Water Hyacinth, The Korean journal of sanitation 9(2):110-119(1994)) 및 수중영양염류 제거(Jun, M. S. and Kim, B. C., Nutrient Removal Potential of water Hyacinth Cultured in Nutrient-enriched Water and Swinery Wastewater, Korean journal of environmental biology 17(1):117-127(1999)) 등에 적용가능성이 평가된바 있다.

- [0003] 생체 식물을 이용한 친환경 수질정화 기술에 대한 관심이 증대되면서 다양한 수생 식물(부레옥잠, 물상추, 개구리밥 등) 중 특히 부레옥잠을 활용한 수질 정화에 대한 관심이 높아지고 있다. 부레옥잠은 상층부인 잎과 부레, 하층부인 뿌리로 나누어진다. 각 부위별로 잎이 약 12%, 부레 약 60%, 뿌리 약 27%의 무게비를 나타내며, 주요 구성성분인 섬유질 및 리그닌 함량은 다소 차이가 나는 것으로 알려져 있다.
- [0004] 특히 부레옥잠은 인, 질소, 중금속 등 수중영양염류 및 유해 물질을 흡착하는 데에 탁월한 효과가 있어, 2010년 낙동강 강정보 침사지에 부레옥잠 식재와 2012년 경기도 구리시에서 한강 시민공원에 부레옥잠 수질정화 장치를 설치하여 부레옥잠의 수질 정화 능력을 활용하였다.
- [0005] 부레옥잠은 수질정화에 매우 효과적이거나, 열대 또는 아열대 기후에서 서식하는 수종이기 때문에, 국내의 경우 여름철 번식하여 생장한 부레옥잠이 겨울철 저온기온에서 동사하기 때문에 추가적인 수질 오염의 원인이 되고 있다. 이에 따라 부레옥잠의 동절기 이전의 회수 및 처리가 필수적이거나, 이에 따른 장치 및 연구개발이 진행되고 있지 않은 실정이다.
- [0006] 기존 부레옥잠의 경우 퇴비 또는 사료 등의 용도로 활용하는 방법 등이 제안되었으나 경제성이 낮고 수분이 많고 부피가 커서 처리가 용이하지 않으며, 상층부와 하층부의 특성이 달라 이를 제대로 분획하지 못하여 자원 및 소재로써 고부가가치화가 이루어지지 못하였다.
- [0007] 부레옥잠의 경우 물 위에 존재하는 부레를 포함한 잎·줄기를 포함한 상층부와 물아래 존재하는 뿌리를 포함한 하층부가 형태적, 물리적 특성이 다르다. 부레옥잠의 상층부 중 부레의 경우 다른 부위에 비해 매우 낮은 비중을 나타내는데, 이는 리고 부레옥잠은 잎자루가 둥그런 모양으로 그 안에 공기로 인하여 밀도가 작아져 물의 표면에 뜰 수 있는 구조를 갖는다. 하층부인 뿌리의 경우 생물학적으로 다량의 중금속 및 진흙과 같은 이물질을 흡착하고 있기 때문에 높은 비중을 나타내는 특징이 있다.

[0008] 부레옥잠의 물에 부유하는 성질 때문에 부레옥잠은 강이나 하천의 흐름을 따라 이동하다가 강·하천 기슭에 대부분 분포하여 서식하게 되며, 일정 거리를 두고 무리지어 분포하게 된다.

[0009] [그림 1] 영산강 유역의 부레옥잠 분포(2014년 11월)



[0010]

[0011] 본 발명은 부레옥잠의 부위별 비중 특성이 다른 점을 이용하여 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)를 연속적으로 분리하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 종래의 물비중 선별기와 유사한 기술 분야를 갖는다. 이러한 물비중 선별기에 대한 연구는 섬유, 석유화학, 전자, 광물 분야에서 주로 개발되었다. 실제 물비중 선별의 기원은 사금을 채취하기 위해 행해왔던 전통적인 방법이 지속적으로 발전되어 현재는 비중을 통한 풍력, 수력 등을 이용하여, 폐기물을 재활용하기 위한 기술로써 활용되고 있다. 기존의 물비중을 이용한 기술들로는 한국특허출원번호 제1999-0087327호, 한국등록특허 제0418234호, 한국등록특허 제0948490호, 한국특허출원번호 제2002-0084250호 등이 있다.

[0012] 기존의 이러한 발명들은 여러 소재나 재료가 혼합된 폐기물에서 비중 선별을 통해 재자원화하는 것에서 본 발명과 유사점이 있으나, 대체로 분리되는 물질이 뚜렷한 비중차이를 가지는 경우에 한해서만 적용이 가능하고 연속적인 분리는 어려운 측면이 있다. 본 발명은 교반 속도, 분쇄 전처리에 의한 입자 크기 조절 등을 통해 생물의 다양한 변수에 대한 완화가 가능하며, 장비의 이동이 용이하여 현장에 유동적으로 적용가능한 장점이 있다. 또한, 본 발명은 수상식물의 자원화를 위한 수확, 절단, 분획, 압착·탈수 단계까지의 일관된 통합적 공정을 제안하는 것으로서 본 수상식물의 부위별 분리 및 자원화에 최적화되어 있는 기술이다.

[0013] 즉, 본 발명자들은 비중차이를 이용하여 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)를 연속적으로 분리하는 방법 및 장치를 개발함으로써, 현장에서 수확부터 원료화 공정까지 진행하고자 하였고, 수확된 부레옥잠의 이송 및 자원화를 용이하게 하고자 하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 비중차이를 이용하여 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)를 연속적으로 분리하는 방법 및 상기 방법을 수행할 수 있는 장치를 제공하는 것이다. 본 발명에 따라, 부레옥잠의 수확, 절단, 분획, 압착·탈수 단계를 연속적으로 수행하여, 현장에서 부레옥잠의 수확부터 원료화까지 가능하도록 하고자 하였다. 또한, 본 발명에서는 물을 이용한 습식 공정을 이용함으로써, 부레옥잠이 갖는 이물질(모래, 진흙 등)이 공정 내에서 세척되도록 하여, 추가적인 세척공정이 요구되지 않도록 하였다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 부레옥잠의 잎 및 부레를 포함하는 상층부와 뿌리를 포함하는 하층

부를 연속적으로 분리하는 방법으로서, 하기 단계를 포함하는 방법을 제공한다:

[0016] a) 부레옥잠을 제공하는 단계;

[0017] b) 제공된 부레옥잠이 초퍼(chopper)에서 절단되는 단계;

[0018] c) 절단된 부레옥잠을 수중에서 비중차이를 이용하여 분획하는 단계로서, 물에 뜨는 부레옥잠의 상층부 분획분을 회수하고 물에 가라앉는 부레옥잠의 하층부 분획분을 회수하는 단계; 및

[0019] d) 회수된 상층부 분획분과 하층부 분획분 각각을 압착·탈수시키는 단계.

[0020] 또한 본 발명은, 부레옥잠의 잎 및 부레를 포함하는 상층부와 뿌리를 포함하는 하층부를 연속적으로 분리하는 장치로서, 하기를 포함하는 장치를 제공한다:

[0021] a) 수집된 부레옥잠을 절단하는 초퍼(chopper);

[0022] b) 임펠러가 설치된 제 1 유체 유동 분획기로서, 절단된 부레옥잠을 상층부와 하층부로 분획하는 제 1 유체 유동 분획기;

[0023] c) 부상물 수집기 및 임펠러가 설치된 제 2 유체 유동 분획기로서, 상기 제 1 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부를 재분획하는 제 2 유체 유동 분획기; 및

[0024] d) 상기 부상물 수집기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부와 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 하층부를 각각 압착·탈수하는 압착·탈수기.

[0025] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 초퍼는 컨베이어 벨트 상에 위치하여, 컨베이어 벨트를 통해 이송되는 부레옥잠을 연속적으로 절단할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 1 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 높이는 제 1 유체 유동 분획기의 높이의 1/3 지점 내지 1/2 지점에 설치될 수 있다.

[0027] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 높이는 제 2 유체 유동 분획기의 높이의 1/3 지점 내지 1/5 지점에 설치될 수 있다.

[0028] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 부상물 수집기는 제 2 유체 유동 분획기의 높이의 3/5 내지 4/5 지점에 설치될 수 있다.

[0029] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러는 노형, 프로펠러형, 스크류형 또는 터빈형일 수 있다.

[0030] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 임펠러의 교반 속도는 100 내지 500 rpm 일 수 있다.

[0031] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 1 유체 유동 분획기의 임펠러의 교반 속도가 제 2 유체 유동 분획기의 임펠러의 교반 속도 보다 낮을 수 있다.

[0032] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 1 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부는, 제 1 유체 유동 분획기와 제 2 유체 유동 분획기 사이의 연결 통로를 통해 제 2 유체 유동 분획기로 운반될 수 있다.

[0033] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 하층부는 각 분획기의 하부의 연결 통로를 통해 수집되며, 스크린(screen)을 통해 물은 배출되고 부레옥잠의 하층부만 수집될 수 있다.

[0034] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 스크린을 통해 배출된 물은 제 1 유체 유동 분획기로 재순환될 수 있다.

[0035] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 스크린은 40 메쉬(mesh) 내지 100 메쉬일 수 있다.

[0036] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 유체 유도 날 또는 칸막이가 설치되어, 유체 또는 절단된 부레옥잠의 흐름이 제어될 수 있다.

[0037] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 압착·탈수기에서의 압착은 200 kg/m^2 내지 1000 kg/m^2 의 압력으로 수행될 수 있다.

[0038] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 초퍼는 부레옥잠을 1 내지 100 mm 의 크기로 절단할 수 있다.

발명의 효과

[0039] 본 발명은 비중차이를 이용하여 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)를 연속적으로 분리하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 부레옥잠의 수확, 절단, 분획, 압착·탈수 단계를 연속적으로 수행할 수 있어 현장에서 수확부터 원료화까지 가능하다는 장점이 있다.

[0040] 또한, 본 발명은 상기 방법을 수행하는 장치에 관한 것으로서, 본 장치는 이동가능한 소형이므로 수변(강가, 호숫가 등)에 설치가 가능하여, 부피가 매우 크고 무거운 부레옥잠들을 공장까지 별도로 이송하지 않고 현장에서 바로 수확한 후 원료화가 가능하다는 장점을 갖는다.

[0041] 또한, 종래 기술은 정형화된 원료의 분획 기술이었으나, 본 발명은 생물의 자원화 분획기술로써, 와류의 유속, 분쇄 방식에 의해 그 다양성에 의한 분획의 정밀도를 높일 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명은 물을 이용한 습식 공정으로써, 부레옥잠이 갖는 이물질(모래, 진흙 등)의 공정 내 세척이 추가적으로 가능하며, 추가적인 세척공정이 필요 없다는 장점도 가지고 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 수상식물의 연속적인 수확 및 부위별 분리 공정을 개략적으로 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치를 포함한 이동식 컨베이어 벨트 차량의 측면 모식도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치를 포함한 이동식 컨베이어 벨트 차량 상단면 모식도이다.
- 도 4는 컨베이어 벨트와 초퍼(chopper)를 이용한 연속식 절단 장치의 모식도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치의 예시적인 단면 모식도이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치의 유체 유동 흐름을 나타낸 분획 원리 모식도이다.
- 도 7은 부레옥잠의 부위별 수중 층분리를 나타내는 사진이다.
- 도 8은 부레옥잠과 초본류의 층분리 상태를 비교하여 나타내는 사진이다.
- 도 9는 부레옥잠의 분획 전 및 후의 무게비를 측정하여 평가한 것을 나타내는 사진이다.
- 도 10은 부레옥잠 분쇄 후의 상층부 및 하층부의 분획 특성을 나타내는 사진이다.
- 도 11은 회전속도에 따른 절단된 부레옥잠의 위치 변화를 나타내는 사진이다.
- 도 12는 부상물 수집기의 모식도이다.
- 도 13은 임펠러에 의한 부레옥잠의 상층부(잎 및 부레)와 하층부(뿌리)의 순환을 나타내는 모식도이다.
- 도 14는 유체 유도 날의 역할 및 효과를 나타내는 모식도이다.
- 도 15는 수집된 부레옥잠 분획의 압착·탈수 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 본 발명자들은, 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)의 비중차이를 이용하여 비교적 간단한 기계적 분획 전처리를 통해 활용가치를 극대화하기 위한 분획 기술을 개발하였다. 즉, 본 발명자들은, 비중차이를 이용하여 부레옥잠의 상층부(잎, 부레) 및 하층부(뿌리)를 연속적으로 분리하는 방법 및 장치를 개발하였다. 실제 부레옥잠의 활용에서 뿌리분에는 진흙, 모래 등의 이물질이 다량 포함되어 있어 추가적인 세척이 요구되는데, 습식 공정 기반으로 개발된 본 발명의 경우 분획과 세척공정을 동시에 진행함으로써 효율을 극대화할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그리고 본 발명에서는 수확, 분쇄, 선별 공정이 연속적으로 구성되어 있으며 이동가능한(portable) 소형 분리 장치가 이용되기 때문에, 현장에서 수확부터 원료화 공정까지 진행함으로써 수확된 부레옥잠의 이송 및 자원화가 용이하도록 구성할 수 있는 특징이 있다. 즉, 본 발명자들은 기존 수확방식과 달리 부레옥잠의 생육 특성을 고려하여, 이동식 소형 분리 장치 및 연속식 분리 방법을 적용하여 부레옥잠의 간편한 수확이 가능하게 하고자 하였다.

[0044] 한편, 부레옥잠의 효율적인 분획을 위해서는 적절한 분쇄 공정을 통해 상층부 분획분의 충분한 부상능력을 유지

할 수 있어야 한다. 분쇄 시, 적절한 크기(5 ~ 50 mm)로 입자 크기를 조절하여 분획 특성을 극대화할 수 있다. 또한 종래 기술은 정형화된 원료의 분획 기술이었으나, 본 발명은 생물의 자원화 분획기술로써, 와류의 유속, 분쇄 방식에 의해 그 다양성에 의한 분획의 정밀도를 높일 수 있다. 또한 본 발명은 물을 이용한 습식 공정으로써, 부레옥잠이 갖는 이물질(모래, 진흙 등)의 공정 내 세척이 추가적으로 가능하며, 추가적인 세척공정이 필요 없다. 본 발명에 따라 적절하게 분쇄되어 분획된 각각의 부레옥잠 분획분들은 분리된 후 압착탈수되고, 탈수된 물은 다시 분획공정에서 재사용하게 된다. 탈수된 분획분의 경우 부피가 크게 감소되므로, 이 후 탈수된 분획분을 활용 공정이나 활용 장소 이동시키거나 저장하는 것이 매우 용이하다. 또한, 본 발명자들은 부레옥잠의 수확, 절단, 분획, 압착·탈수 단계를 연속적으로 수행하는 장치의 소형화를 통해 이동식 시스템을 구축함으로써, 부레옥잠들을 별도의 공장 등으로 이송시키지 않고 강유역이나 호수 등의 수변으로 이동시켜 현장에서 바로 처리할 수 있게 하였다.

- [0045] 즉, 본 발명은 부레옥잠의 잎 및 부레를 포함하는 상층부와 뿌리를 포함하는 하층부를 연속적으로 분리하는 방법으로서, 하기 단계를 포함한다:
- [0046] a) 부레옥잠을 제공하는 단계;
- [0047] b) 제공된 부레옥잠이 초퍼(chopper)에서 절단되는 단계;
- [0048] c) 절단된 부레옥잠을 수중에서 비중차이를 이용하여 분획하는 단계로서, 물에 뜨는 부레옥잠의 상층부 분획분을 회수하고 물에 가라앉는 부레옥잠의 하층부 분획분을 회수하는 단계; 및
- [0049] d) 회수된 상층부 분획분과 하층부 분획분 각각을 압착·탈수시키는 단계.
- [0050] 일 구현예에 따르면, 상기 a) 단계에서 부레옥잠이 연속적으로 제공될 수 있으며, 바람직하게는 컨베이어 벨트 등을 이용하여 연속적으로 제공될 수 있다.
- [0051] 일 구현예에 따르면, 상기 b) 단계에서 부레옥잠이 1 내지 100 mm 의 크기로 절단될 수 있으며, 바람직하게는 10 내지 50 mm 의 크기로 절단될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 상기 초퍼로는 절삭 물러, 커팅기 또는 비팅기 등이 사용될 수 있다.
- [0052] 일 구현예에 따르면, 상기 c) 단계에서 부레옥잠은 임펠러에 의한 유체 유동(와류)이 발생된 수중에서 분획될 수 있으며, 상기 임펠러 종류로는 노형(paddle), 프로펠러형, 스크류형, 터빈형 등이 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0053] 일 구현예에 따르면, 상기 c) 단계에서 임펠러가 사용되는 경우, 교반 속도는 100 내지 500 rpm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0054] 일 구현예에 따르면, 상기 c) 단계의 분획은 10 ~ 50 s/100 g(건조중량) 의 조건으로 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0055] 일 구현예에 따르면, 상기 c) 단계에서 물에 뜨는 부레옥잠의 상층부를 회수하고, 물에 가라앉는 부레옥잠의 하층부를 회수함으로써 부레옥잠을 상층부 및 하층부로 분획할 수 있다.
- [0056] 일 구현예에 따르면, 상기 d) 단계에서 탈수된 물은 c) 단계로 재순환될 수 있다.
- [0057] 일 구현예에 따르면, 상기 d) 단계에서의 압착은 200 kg/m^2 내지 1000 kg/m^2 의 압력으로 수행될 수 있다.
- [0058] 또한, 본 발명은 부레옥잠의 잎 및 부레를 포함하는 상층부와 뿌리를 포함하는 하층부를 연속적으로 분리하는 장치로서, 하기를 포함한다:
- [0059] a) 수집된 부레옥잠을 절단하는 초퍼;
- [0060] b) 임펠러가 설치된 제 1 유체 유동 분획기로서, 절단된 부레옥잠을 상층부와 하층부로 분획하는 제 1 유체 유동 분획기;
- [0061] c) 부상물 수집기 및 임펠러가 설치된 제 2 유체 유동 분획기로서, 상기 제 1 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부를 재분획하는 제 2 유체 유동 분획기; 및

- [0062] d) 상기 부상물 수집기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부와 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 하층부를 각각 압착·탈수하는 압착·탈수기.
- [0063] 일 구현예에 따르면, 상기 초퍼는 컨베이어 벨트 상에 위치하여, 컨베이어 벨트를 통해 이송되는 부레옥잠을 연속적으로 절단할 수 있으며, 초퍼로는 절삭 롤러, 커팅기 또는 비팅기 등이 사용될 수 있다.
- [0064] 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 높이는 제 1 유체 유동 분획기의 높이의 1/3 지점 내지 1/2 지점에 설치될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0065] 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러는 수직방향의 유체 유동을 생성시키는 것이 아닌 제 2 유체 유동 분획기 쪽을 향하는 유체 유동을 생성시키도록 설치될 수 있다.
- [0066] 일 구현예에 따르면, 상기 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 높이는 제 2 유체 유동 분획기의 높이의 1/3 지점 내지 1/5 지점에 설치될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0067] 일 구현예에 따르면, 상기 c) 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 부상물 수집기는 제 2 유체 유동 분획기의 높이의 3/5 내지 4/5 지점에 설치될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0068] 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 종류로는 노형, 프로펠러형, 스크류형, 터빈형 등이 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러 종류 및 크기는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0069] 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러의 교반 속도는 100 내지 500 rpm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 양 임펠러의 교반 속도는 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, 바람직하게는 제 1 유체 유동 분획기의 임펠러의 교반 속도가 제 2 유체 유동 분획기의 임펠러의 교반 속도 보다 낮다. 양 임펠러의 교반 속도의 차이는 100 내지 300 rpm 일 수 있다.
- [0070] 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 상층부는, 제 1 유체 유동 분획기와 제 2 유체 유동 분획기 사이의 연결 통로를 통해, 제 2 유체 유동 분획기로 운반된다.
- [0071] 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기로부터 수득된 부레옥잠의 하층부는 각 분획기의 하부의 연결 통로를 통해 수집되며, 스크린(screen)을 통해 물은 배출되고 하층부만 수집될 수 있다.
- [0072] 일 구현예에 따르면, 부레옥잠의 하층부 수집시 스크린을 통해 배출된 물은 제 1 유체 유동 분획기로 재순환될 수 있다.
- [0073] 일 구현예에 따르면, 상기 스크린은 40 메쉬(mesh) 내지 100 메쉬일 수 있다.
- [0074] 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기에 유체 유도 날 또는 칸막이를 설치함으로써, 유체 또는 절단된 부레옥잠의 흐름을 제어할 수 있다.
- [0075] 하기에서는 본 발명에 따른 장치의 구성을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0076] 1) 초퍼(chopper)
- [0077] - 물 위에 부상하는 부레옥잠을 후크(hook)가 설치된 컨베이어 벨트 방식으로 수집하고, 설치된 초핑날(chopping blade)에 의해 10 ~ 100 mm 크기의 입자로 절단한다. 절단된 부레옥잠 입자는 컨베이어 벨트에 의해 유체 유동 분획기로 투입된다. 이 때, 절단되는 입자의 크기는 초핑날의 크기와 간격에 의해 조절이 가능하며, 수확시의 부레옥잠의 상태에 따라 적절히 조절이 가능하다.
- [0078] 2) 유체 유동 분획기
- [0079] - 최상단 부분에 원료의 투입을 위한 투입구와 상단의 수분공급로 및 부상물 수집관이 설치된 부유물(부레옥잠의 상층부) 출구, 하단부의 침강물(부레옥잠의 하층부) 수집을 위한 침강물 출구로 구성된다.
- [0080] - 유체 유동 분획기 내부의 물에 유체 유동을 발생시키기 위하여 임펠러를 활용하며, 유체 유동으로 인하여 부레옥잠의 상층부가 제 1 유체 유동 분획기의 상단의 칸막이를 넘어갈 정도로 흐름을 증가시켜야 한다. 임펠러로서 프로펠러 등을 사용할 수 있다.

- [0081] - 원심력, 부력, 항력을 고려하여, 비중이 작은 부레옥잠의 잎·줄기 부분의 상층부는 부유되어 상부에서 분리되며, 뿌리 부분을 포함하는 하층부의 경우 상대적으로 상층부에 비하여 비중이 높아 하부에 설치된 분리 장치에 의하여 배출된다.
- [0082] - 본원에서는 도면 등에서 예시적으로 2 개의 유체 유동 분획기가 연속된 것으로 나타내었으나, 이에 제한되는 것은 아니며 필요에 따라 2 개 이상의 유체 유동 분획기를 연속적으로 배치할 수 있다.
- [0083] 3) 수분공급로
- [0084] - 수분공급로는 유체 유동 분획기 내부에 일정량의 수위가 유지되도록 하는 수분공급장치로서, 장치 외부의 물 및 하단부의 배수구에서 분리되어 나오는 물을 재순환시켜서 재투입한다.
- [0085] 4) 임펠러(와류발생기)
- [0086] - 유체 유동 분획기 내부의 물의 와류를 발생시키기 위한 프로펠러 등으로서, 일정한 방향으로만 회전하며, 와류에 의한 최외측 수위가 부상물 수집기에 닿을 만큼의 와류를 발생시킨다. 발생된 와류는 중앙부에서 하강 난류와 외측에서 상승 난류를 발생시키며(도 13 참조), 비중이 작은 잎과 부레 입자는 유선형 몸통부의 중앙 이상의 범위에서 순환하면서 부상물 수집기에 의해 배출되며, 비중이 큰 뿌리 입자는 중앙 이하의 범위에서 순환하면서 침강물 분리 장치에 의해 배출된다.
- [0087] 5) 부상물 수집기
- [0088] - 제 2 유체 유동 흐름 분획기에서 상층부의 회수를 용이하게 하기 위하여 임펠러가 위치한 가운데 부분에 부상물 수집기를 설치하여 상층부를 분리한다.
- [0089] 6) 침강물 분리 장치(배수구 및 스크린)
- [0090] - 침강물은 수압에 의해 발생한 흡인력에 의해 외부로 배출되게 되는데, 침강물과 함께 비중이 상대적으로 무거운 부레옥잠의 하층부가 배출되게 된다. 배출된 침강물은 배수구 하단에 설치된 스크린에 의해 수분과 침강 고형물이 분리되게 된다.
- [0091] 하기에서는 본 발명에 따른 장치를 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본원에 개시된 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 또한, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지는 것으로 해석된다.
- [0092] [도 2] 는 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치를 포함한 이동식 컨베이어 벨트 차량의 측면 모식도를 나타낸다. 이를 참조로, 수확된 부레옥잠은 롤러(1)를 가진 컨베이어 벨트(2)를 통해 초퍼(4)로 이동한다.
- [0093] [도 3] 은 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치를 포함한 이동식 컨베이어 벨트 차량 상단면 모식도를 나타낸다. 이를 참조로, 제 1 유체 유동 분획기의 임펠러(8)와 제 2 유체 유동 분획기의 임펠러(17)가 개시되어 있다.
- [0094] [도 4] 는 컨베이어 벨트와 초퍼(chopper)를 이용한 연속식 절단 장치의 모식도를 나타낸다. 이를 참조로, 수확된 부레옥잠은 롤러(1)를 가진 컨베이어 벨트(2)를 통해 초퍼(4)로 이동되고, 초퍼 내부의 절삭 롤러(3)는 부레옥잠을 절단한다.
- [0095] [도 5] 는 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치의 예시적인 단면 모식도를 나타낸다. 이를 참조로, 수분공급로(5)에서 나오는 물과 초퍼에서 나오는 절단된 부레옥잠이 제 1 유체 유동 분획기(16)로 들어간다. 제 1 유체 유동 분획기(16)에서 프로펠러(8)에 의해 물의 유체 흐름(와류)(7)가 발생되고, 절단된 부레옥잠의 상층부(잎 및 부레)는 연결 통로를 통해 제 2 유체 유동 분획기(14)로 들어간다. 제 1 유체 유동 분획기(16) 내의 부레옥잠의 하층부(뿌리)는 배수구(10)를 통해 이동하고, 스크린(12)에서 물이 배출된 후 하층부만 수집된다. 상기 스크린(12)을 통해 배출된 물은 배수구(11)를 통해 저수조로 이동하여 펌프(도시되지 않음)를 통해 다시 제 1 유체 유동 분획기(16)로 재순환된다. 제 2 유체 유동 분획기(14)에서 프로펠러(17)에 의해 물의 유체 흐름(와류)이 발생되고, 제 2 유체 유동 분획기(14)로 들어간 제 1 유체 유동 분획기(16)의 부레옥잠의 상층부는 제 2 유체 유동 분획기(14)에서 재분획되어, 상층부는 제 2 유체 유동 분획기(14) 내에 설치된 부상물 수집기(도시되지 않음)에서 수집되고, 하층부는 제 2 유체 유동 분획기(14) 하부의 연결 통로로 이동하여 스크린(12 또는 13)에

서 물이 배출된 후 수집된다. 스크린(12 또는 13)을 통해 배출된 물은 배수구(11)를 통해 저수조로 이동하여 펌프(도시되지 않음)를 통해 다시 제 1 유체 유동 분획기(16)로 재순환된다. 또한, 제 1 유체 유동 분획기(16)에는 칸막이(6, 15) 및 유체 유도 날(9)이 설치되어, 유체 또는 절단된 부레옥잠의 흐름을 제어할 수 있다. 또한, 부상물 수집기에서 수집된 부레옥잠의 상층부와 각 분획기의 하부에서 수집된 부레옥잠의 하층부는 각각 일정 압착력을 가진 롤러 등의 압착·탈수기(도시되지 않음)로 운반된 후, 압착·탈수된다(도 15 참조). 또한, 제 1 유체 유동 분획기(16)의 RPM 은 제 2 유체 유동 분획기(14)의 RPM 보다 낮을 수 있다.

[0096] 한편, 유체 유도 날의 역할 및 효과를 나타내는 도면이 [도 14] 에 개시되어 있다. [도 14] 에서 나타낸 바와 같이, 유체 유도 날이 없는 경우에는 유체가 모서리에서 바람직하지 않은 흐름을 일으키거나 고여 있게 되므로, 이러한 유체 유도 날을 통해 유체를 원하는 방향으로 유동하게 한다.

[0097] [도 6] 는 본 발명에 따른 부레옥잠 분리 장치의 유체 유동 흐름을 나타낸 분획 원리 모식도를 나타낸다. 이를 참조로, 절단된 부레옥잠(18)은 임펠러에 의해 잎·줄기 상층부 유동(19)과 뿌리 하층부 유동(20)으로 나뉘고, 부레옥잠의 상층부 유동(19)은 칸막이(26) 및 연결 통로(25)를 통해 제 2 유체 유동 분획기로 이동한다. 제 2 유체 유동 분획기에서는, 제 1 유체 유동 분획기에 설치된 임펠러보다 낮은 위치에 설치된 임펠러에 의해, 부레옥잠의 상층부 유동(24) 및 하층부 유동(23)이 생성된다. 제 1 유체 유동 분획기 및 제 2 유체 유동 분획기의 하층부 유동(20, 23)은 각 분획기의 하부로 유출되어, 스크린(22)에서 물이 배출된 후 수집되고, 스크린(22)에서 배출된 물은 잔여 배출수(21)로서 저수조로 이동한다. 또한, 제 2 유체 유동 분획기의 상층부 유동(24)은 부상물 수집기(도시되지 않음)에 의해 수집된다. 저수조로 들어간 잔여 배출수(21)는 펌프(도시되지 않음)에 의해 제 1 유체 유동 분획기로 재순환된다. 또한, 부상물 수집기에서 수집된 부레옥잠의 상층부와 각 분획기의 하부에서 수집된 부레옥잠의 하층부는 각각 일정 압착력을 가진 롤러 등의 압착·탈수기(도시되지 않음)로 운반된 후, 압착·탈수된다(도 15 참조). 또한, 제 1 유체 유동 분획기(16)의 RPM 은 제 2 유체 유동 분획기(14)의 RPM 보다 낮을 수 있다.

[0098] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0099] 실시예

[0100] 하천 또는 호수 등에서 수질오염 방지 및 생태환경 복원 등의 이유로 재배되고 있는 수상식물 중 대표적인 부레옥잠을 현장에서 수확하여, 본 발명을 통한 분리 및 분획 정도를 평가하고자 본 실험을 실시하였다.

[0101] [실시예 1] 부레옥잠 채취 및 절단

[0102] 영산강 인근에서 자생하고 있는 수고 30 ~ 45 cm, 뿌리장 15 ~ 25 cm, 잎폭 4 ~ 9 cm 크기의 부레옥잠을 채취하여, 본 발명에 따른 연속식 분리 분획 실험을 실시하였다. 채취된 부레옥잠은 회전칼날 방식의 초피를 활용하여 10 ~ 50 mm 크기의 입자로 절단되었다.

[0103] [실시예 2] 활용 적용성 평가를 위한 성분 및 특성 분석

[0104] 본 시료의 활용 가능성을 평가하기 위한 유기성분 조성 및 중금속 함량과 비료 및 사료 적용성 평가를 실시하였다. 각 평가는 잎, 부레, 뿌리로 분리하여 각 부위별 특성을 분석·평가하였다. 유기성분 조성은 홀로셀룰로오스(holocellulose), 리그닌, 온수추출물, 회분량, 유기용매 추출물을 분석하였으며, 중금속 함량은 Cd, Cu, As, Hg, Pb, Cr 의 함량 조사를 하였다. 비료 적용성 평가는 pH, EC(electrical conductivity; 전기전도도), 유기물(organic matter), $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-M}$, $\text{Av.P}_2\text{O}_5$, CEC(cation exchange capacity; 양이온 교환용량), T-N(total nitrogen; 총질소) 비를 측정하였으며, 사료 적용성 평가는 조섬유, 조단백, 조지방 함량을 조사하였다.

[0105] 부레옥잠은 홀로셀룰로오스 함량이 42 ~ 51% 로 실질적인 섬유질이 다량 함유되어 있는 섬유질 바이오매스로서,

타 식물 바이오매스와는 상이하게 회분함량이 8 ~ 12% 로 다소 많이 함유되어 있다. 또한 온수추출하는 경우 추출량이 20 ~ 29% 로서, 수용성 탄수화물(당, 전분류) 및 배당체 등의 함유가 많은 것을 확인할 수 있었다. 식물 성 구성성분은 각 부위에 따라 큰 차이점은 없었으나, 중금속 함량 조사에서 잎과 부레에 비해 뿌리 부위에서 비소와 크롬이 상대적으로 많이 검출되는 것을 확인하였다. 즉, 사료나 비료로 활용하기 위해서는 뿌리 부분의 분획이 필요할 것으로 판단된다. 특히, 부레옥잠의 잎 부분에는 조단백 함량이 상대적으로 매우 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 특성으로 보아, 복합사료 또는 배합사료의 원료로서 그 활용도가 매우 높고, 고품질 사료 생산이 가능할 것으로 예측된다.

비료로서의 활용성을 위한 성분 분석 결과, 부레옥잠의 전 부위가 기준치에 적합하여 비료로서의 매우 양호한 적용 가능성을 나타내었다.

[표 1] 부레옥잠의 부위별 성분 조성

부위	리그닌 함량	무기물 함량	온수추출량	유기용매 추출량	홀로셀룰로오스 함량
	(%)				
잎	23	12	29	2	42
부레	20	12	29	3	47
뿌리	16	8	20	2	51

[표 2] 부레옥잠의 부위별 중금속 함량

부위	Cu	As	Cr
	mg/kg		
잎	0.03	—	—
부레	1.00	1.80	—
뿌리	0.73	24.00	0.67

[표 3] 부레옥잠의 부위별 사료 성분 조성

부위	조단백	조지방	조섬유
	(%)		
잎	14.37	0.91	17.17
부레	5.79	0.95	18.04
뿌리	5.99	0.64	21.4

[표 4] 부레옥잠의 부위별 비료 성분 조성

부위	pH	EC	유기물	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Av. P ₂ O ₅	CEC	T-N
	(1:5, v/v)	(dS/m)	(%)	mg/kg			cmol+/kg	(%)
잎	5.59	3.41	88.82	163	538	492.5	15.10	0.04
부레	5.59	4.99	84.55	159	459	1204.2	15.02	0.05
뿌리	6.52	2.30	86.51	192	1504	44.5	15.89	0.07

[0115] **[실시예 3] 절단된 부레옥잠의 수중 층분리 확인**

[0116] 교반시의 부레옥잠의 부위별 층분리를 확인하기 위하여 아크릴 소재의 원통형 드럼에 앵커형 패들(anchor type paddle)을 설치한 교반기를 이용하였으며, 교반기에서 유체 유동 흐름을 형성하여 절단된 부레옥잠의 부위별 수중 층분리 현상을 확인하였다.

[0117] 절단된 부레옥잠 조각들을 물속에서 해리시킨 후 정치시켜 비중에 따른 층분리 특성을 분석하였다. [도 7] 에서 나타난 바와 같이, 정지된 물속에서 물 윗부분인 부유 부상층은 잎과 부레의 분쇄입자로 이루어진 최상층([도 7]의 부상물#1)과 바로 아래쪽에 상대적으로 큰 뿌리입자가 이루는 부상물 하층([도 7]의 부상물#2)으로 분리되어 존재하는 것을 확인할 수 있다. 현탁액의 중간 부분을 이루는 부유물 층([도 7]의 부유물)에서는 대체로 작은 뿌리입자가 수중에 부유하고 있는 것을 확인하였다. 가장 아래쪽에 침전되어 나타나는 침강물 층([도 7]의 침강물)에서는 미세 뿌리 입자 및 뿌리 흡착물 등 다양한 이물질이 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 절단된 부레옥잠의 부위별로 존재하는 수중 분리층이 상이하게 나타나는 것을 이용하여, 본 발명에 따른 부레옥잠의 연속식 분리 방법 및 장치(연속식 부유 분획 장치)를 개발할 수 있었다.

[0118] **[실시예 4] 절단된 부레옥잠과 초본류의 수중 층분리 비교**

[0119] 절단시킨(초핑시킨) 부레옥잠과 초본류를 물속에서 해리시킨 후 정치시켜 비중에 따른 수중 층분리 특성을 비교하였다. [도 8] 에서 나타난 바와 같이, 수중에서 부레옥잠은 층분리가 일어나는 것을 확인하였으나, 초본류의 경우 비중에 따른 층분리가 일어나지 않고 모두 가라앉는 특성을 보였다. 즉, 부레옥잠의 경우에는 잎·줄기 부분이 부레를 포함하기 때문에 밀도가 낮아 물에 가라앉지 않고 부유하는 특성을 보이나, 초본류의 경우에는 각 부위별로 밀도차가 없고 물보다 밀도가 크기 때문에 물속에 가라앉는 것을 파악할 수 있었다. 상기 결과에 따라 부레옥잠의 부위별 층분리 특성을 이용한 분획 기술의 적합성을 확인할 수 있었다.

[0120] **[실시예 5] 분획 비율 및 분획 성상 확인**

[0121] 초핑된 부레옥잠의 연속식 부유 분리 이후에 분획율을 분석하였으며, 각 분획된 부위별 성상을 확인하였다. 본 실시예의 실행 조건은 다음과 같다.

- [0122] - 절단 입자크기 : 10 ~ 50 mm
- [0123] - 분획 교반 속도 : 150 ~ 200 rpm
- [0124] - 임펠러 종류 : 앵커 패들(anchor paddle)
- [0125] - 분획 소요 시간 : 20 ~ 30 s/100 g(건조 중량)
- [0126] - 분획기의 용량(사용 공정수 용량) : 10 L

[0127] 최초 투입되는 부레옥잠의 무게비는 전체 100 g 중, 잎 및 부레가 68%, 뿌리가 32%의 무게비를 나타내었다. 절단 후 분획시킨 부레옥잠의 부위별 무게를 평가한 결과, 분획 후 잎 및 부레분이 63%, 뿌리분이 37% 로 측정되었으며, 이로부터 뿌리 분획분에서 소량의 잎 및 부레의 미세 입자가 함께 분획되어 측정되는 것을 알 수 있었다. 즉, 부레옥잠의 연속 절단시 불균일한 절단이 일어나면서, 잎 및 부레의 과도한 절단으로 미세 입자들이 부상력을 상실하여 일부 뿌리분과 같이 아래쪽으로 배출되는 것을 알 수 있다.

[0128] 이처럼 미세하게 절단된 입자들은 하강 기류에 의해 부상물의 순환 범위를 벗어나에 따라 침강물 분리장치에 의해 흡인되는 것으로 판단되는데, 이는 실제 부유 분획을 실시할 때 상이한 교반 속도(와류 속도) 및 분쇄 입자 조절을 통해 보다 양호하게 개선할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 실제로 서로 다른 생장상태를 나타내는 수생식물의 생태적 특성을 고려하여, 절단 크기를 조절하고 분리 공정에서의 공정 조건을 조절하는 등의 최적화가 필요할 것으로 판단된다.

[0129] **[실시예 6] 부레옥잠의 절단 및 분쇄에 따른 분획기술 적용 적합성 평가**

[0130] 부레옥잠의 절단 및 분쇄에 따른 분획기술의 적용 및 적합성을 평가하고자 하였다. 부레옥잠을 일정크기 이상으

로 절단(chopping)하여 상층부와 하층부로 분리한 후, 분리된 부레옥잠을 각각 분쇄하여 비교 평가하고자 하였다. [도 10] 에서 나타난 바와 같이, 절단방향으로 절단하는 초핑 방식의 경우 부레옥잠의 크기가 일정 이하로 분쇄되지 않아 비중에 따른 수중 층분리가 일어나지만([도 10]의 좌측 도면 참조), 과도하게 분쇄하는 경우 상층부를 이루는 잎·줄기 부분의 세포의 파괴 등으로 인해 부력의 손실을 가져와 잎·줄기 부분이 하층부를 이루는 뿌리와 함께 침전되는 것을 확인할 수 있었다([도 10]의 중간 및 우측 도면 참조). 상기 결과를 통하여 부레옥잠의 분획을 위해서는 적절한 크기의 절단 방식이 적용되어야 분획기술의 적용에 더욱 적합함을 확인할 수 있었다.

[0131] ([도 10] 의 중간 및 우측 도면이 각각 어떠한 방식으로, 얼마만큼의 크기로 분쇄되었는지 보다 자세히 기재해 주시기 바랍니다.)

[0132] **[실시예 7] 유체 유동 속도에 따른 분획 비교**

[0133] 절단된 부레옥잠의 유체 유동 흐름의 속도에 따른 분획 분리를 관찰 분석하였으며, 속도에 따라 분획되는 형상을 파악하였다.

[0134] - 절단 입자 크기 : 10 ~ 50 mm

[0135] - 분획 교반 속도 : 200 ~ 400 rpm

[0136] - 임펠러 종류 : 프로펠러

[0137] - 분획 소요 시간 : 20 ~ 30s/100 g(건조 중량)

[0138] - 분획기의 용량(사용 공정수 용량) : 10 L

[0139] 전체 유체의 회전력을 제공하는 임펠러의 속도차를 통한 부레옥잠의 유체 유동의 흐름을 달리하여, 부레옥잠 분획의 차이를 비교·평가하고자 하였다. 절단된 부레옥잠은 유체 유동 흐름에 따라 원심력, 부력, 항력을 받게 되는데 위의 3가지 힘이 유체 유동 흐름 속도에 따라 어떻게 적용되는지 확인하고자 하였다.

[0140] 원심력의 경우 회전 반경이 작을수록, 입자의 무게와 입자의 회전 속도가 커짐에 따라 원심력의 크기는 증가하게 된다:

$$\text{원심력} : F_c = \frac{m_p U_p^2}{r}$$

[0141]

[0142] 부력의 경우 입자의 크기가 클수록, 용액의 밀도가 클수록, 유동 흐름이 클수록, 회전반경이 작을수록 부력은 증가하게 된다:

$$\text{부력} : F_b = \frac{V_p p_f U_f^2}{r}$$

[0143]

[0144] 항력의 경우 유체에 대한 상대속도가 클수록, 유체의 밀도가 클수록, 물체의 운동방향에 수직한 평면에 투영된 기준면적이 작을수록, 항력계수가 클수록 항력은 커지게 된다:

$$\text{항력} : F_d = \frac{C_d U_r^2 A_p p_r}{2g_c}$$

[0145]

[0146] 즉, 유체의 속도를 높일 경우 입자의 회전속도가 커짐에 따라 원심력의 크기는 증가하게 되며, 무게가 클수록 밖으로 나가려는 힘이 증가하게 된다. 부력의 경우에는 입자의 크기에 따라 달라지게 되며, 상대적으로 잎 및 줄기를 포함한 부레옥잠의 상층부의 크기가 하층부에 비하여 입자의 크기가 크기 때문에 부력의 힘을 더욱 많이

받게 된다. 항력의 경우 상대적으로 부레옥잠의 상층부 크기가 크기 때문에 항력을 많이 받아 안쪽으로 몰리는 현상을 보이게 된다.

[0147] [도 11] 에서 나타난 바와 같이, 회전속도가 빠를 경우 원심력의 크기가 증가하여 비중이 상대적으로 무거운 뿌리부분을 포함하는 하층부의 경우 바깥쪽으로 분포함을 확인할 수 있었다. 또한 부레옥잠의 상층부가 부력에 의하여 위로 뜨며 항력이 상대적으로 크기 때문에 안쪽에 분포하는 것을 확인할 수 있었다. 회전속도가 느릴 경우에는 부력이 가장 큰 영향을 주기 때문에, 밀도가 작고 크기가 상대적으로 큰 부레옥잠의 잎·줄기 상층부 부분이 위쪽에 분포하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 특성을 활용하여 부레옥잠의 부위별 분획을 좀더 정밀하게 달성할 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0148] **[실시예 8] 임펠러의 높이 위치에 따른 부레옥잠 분획 기술 적용 적합성 평가**

[0149] 임펠러의 높이 위치에 따른 절단된 부레옥잠의 분획 분리 특성을 관찰·분석하여, 부레옥잠의 분획 기술에 적용하고자 하였다.

[0150] - 절단 입자 크기 : 10 ~ 50 mm

[0151] - 분획 교반 속도 : 200 rpm

[0152] - 임펠러 종류 : 프로펠러

[0153] - 분획 소요 시간 : 20 ~ 30 s/100 g(건조 중량)

[0154] - 분획기의 용량(사용 공정수 용량) : 10 L

[0155] 실험 결과, 임펠러가 아래쪽에 위치할 경우, 전체적으로 유체 유동 흐름이 작용하여, 분리 및 분획 과정에서 절단된 부레옥잠의 중간 정도의 비중을 차지하는 부분의 분획이 제대로 수행되기 힘든 것을 관찰하였다.

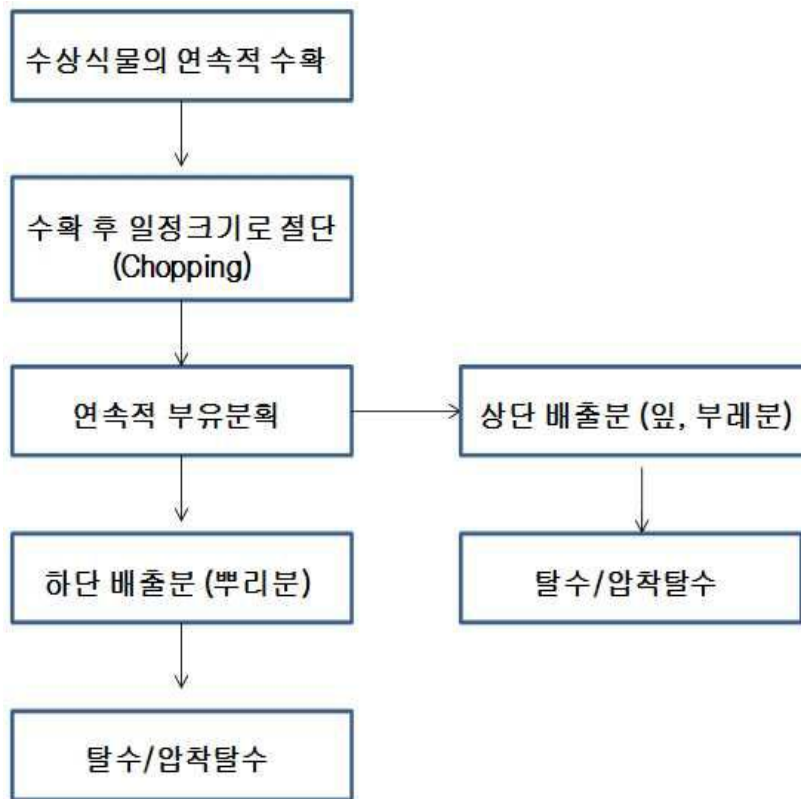
[0156] 임펠러의 위치가 상대적으로 위쪽에 분포할 경우, 부유하는 부레옥잠의 잎·줄기 상층부 부분에 직접적으로 관여하게 됨에 따라, 분급이 더욱 잘 일어나는 것을 확인할 수 있었다.

[0157] 상기 결과를 바탕으로 제 1 분급의 경우 임펠러의 위치를 높이고, 임펠러의 각도를 주어 분급에 용이하게 하였다. 또한, 제 1 분급에서는 저 rpm 을 활용하여 분급함에 따라 에너지 손실을 줄이고 효율을 높이하고자 하였다. 이어서, 제 2 분급의 경우 임펠러의 위치를 낮추고 고 rpm 을 활용하여 [도 7] 에서 나타나는 절단된 부레옥잠의 중간 비중을 가진 물질을 효율적으로 분리하고자 하였다.

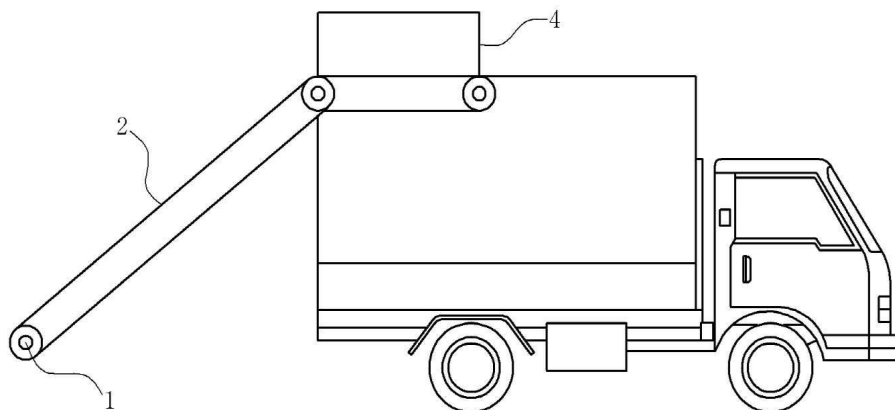
[0158] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

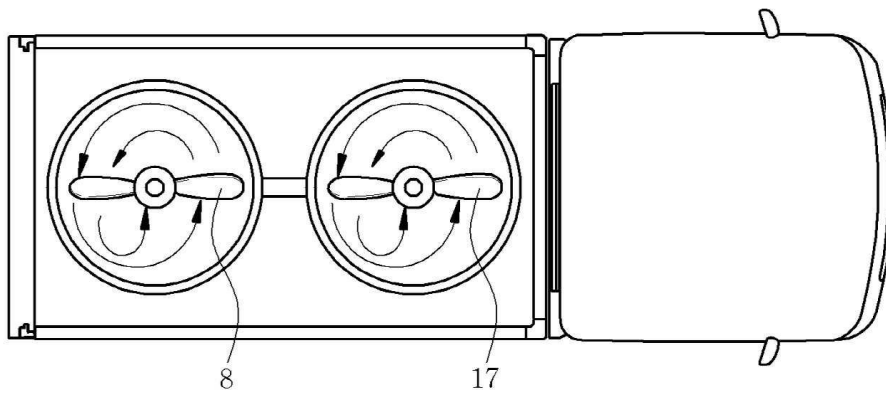
도면1



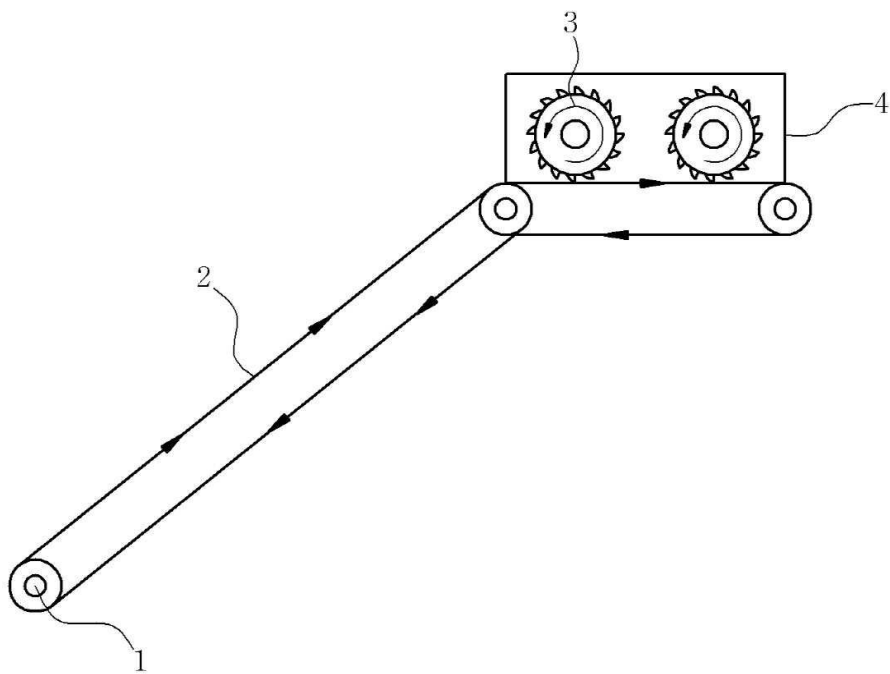
도면2



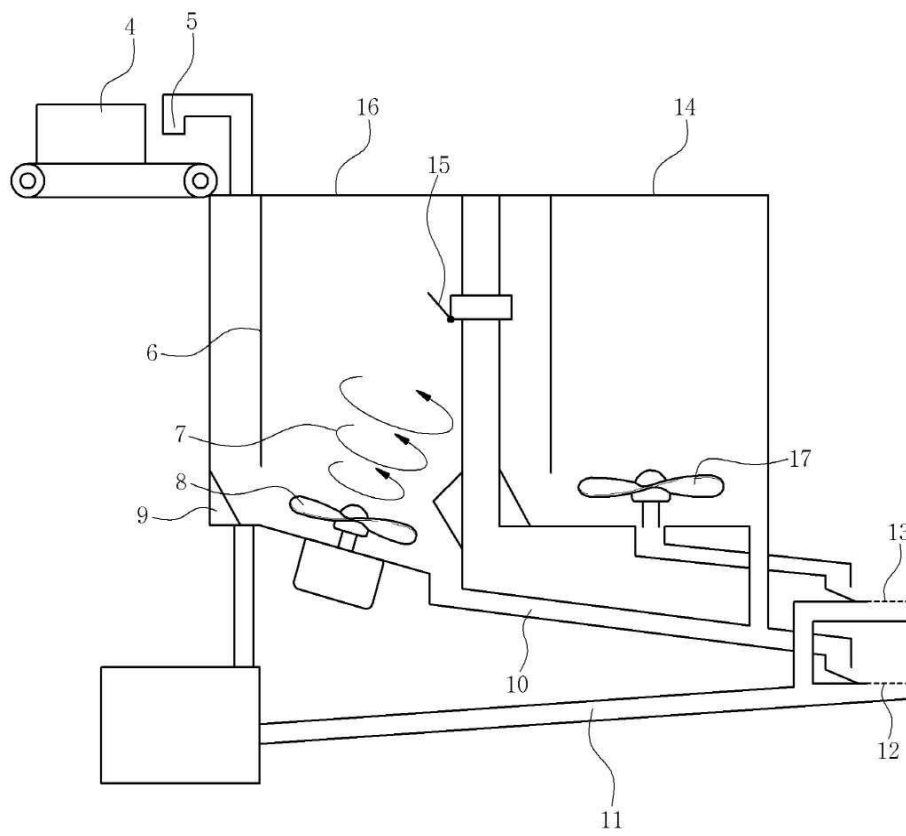
도면3



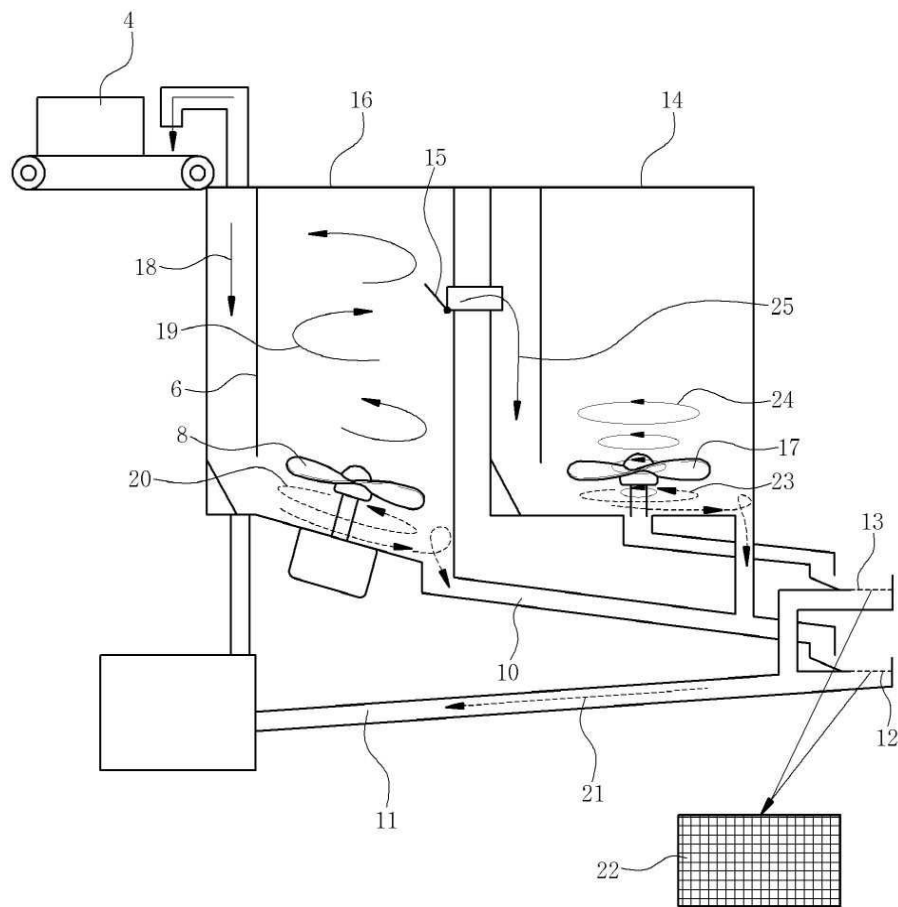
도면4



도면5



도면6



도면7



도면8



A : 부레옥잠

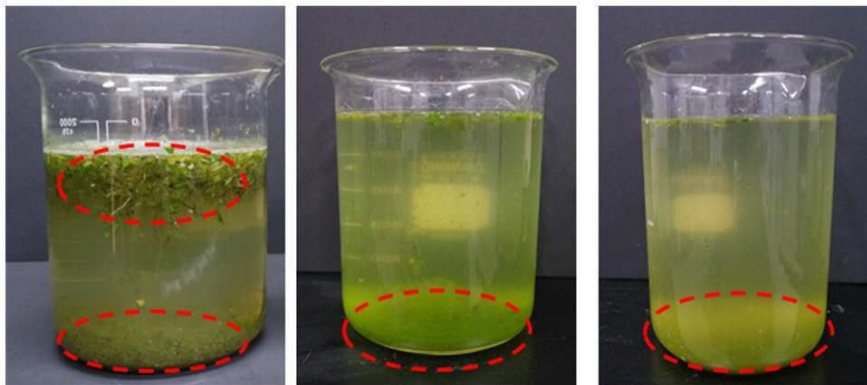


B : 초본류

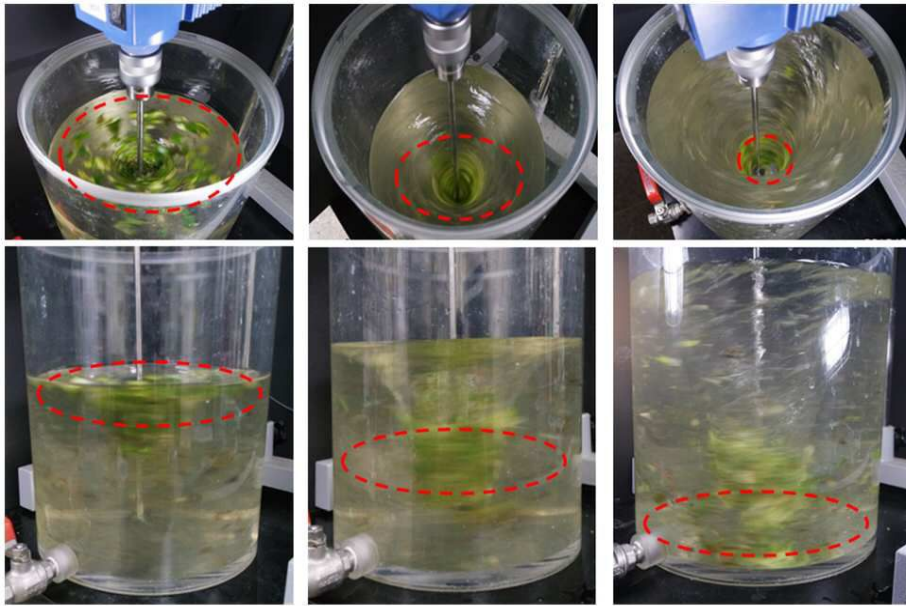
도면9



도면10



도면11

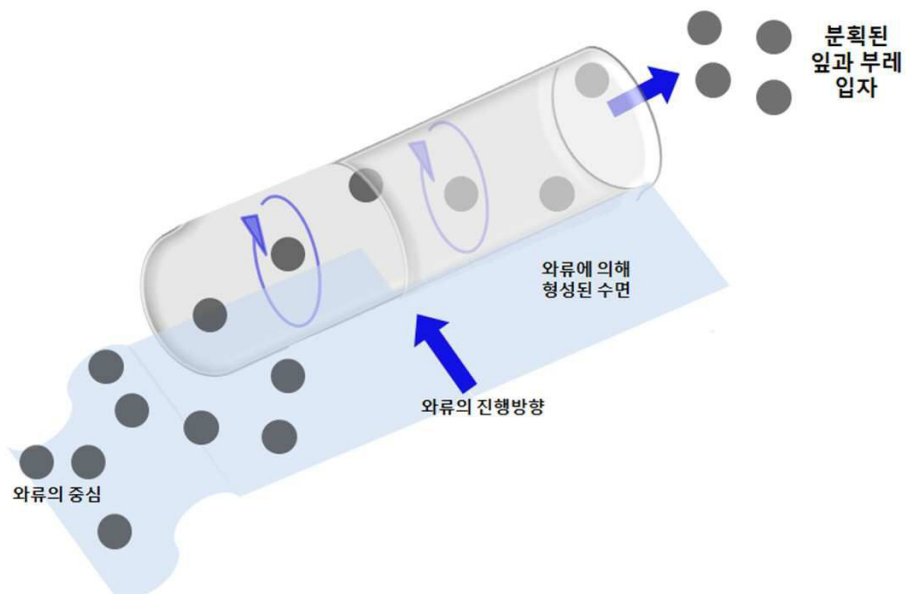


A : 200 ± 10 rpm

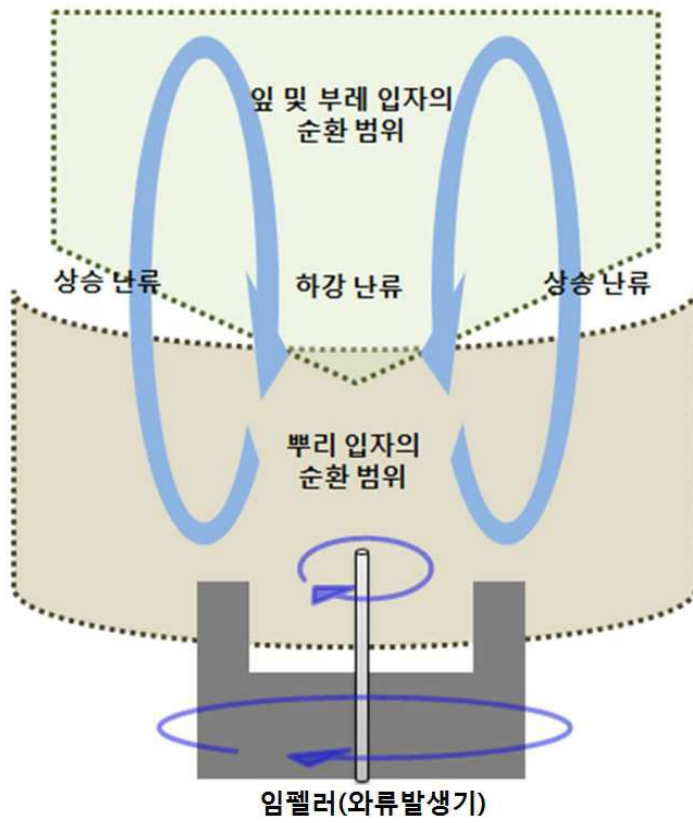
B : 300 ± 10 rpm

C : 400 ± 10 rpm

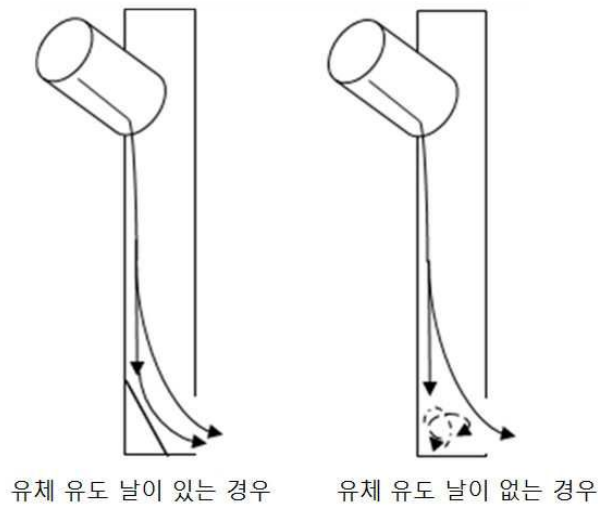
도면12



도면13



도면14



도면15

