



등록특허 10-2118957



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월04일
(11) 등록번호 10-2118957
(24) 등록일자 2020년05월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 33/00 (2006.01) *G06N 20/00* (2019.01)
G06N 3/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 33/0098 (2013.01)
G06N 20/00 (2019.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0014379
(22) 출원일자 2020년02월06일
심사청구일자 2020년02월06일
- (56) 선행기술조사문헌
KR102053738 B1
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 12 항

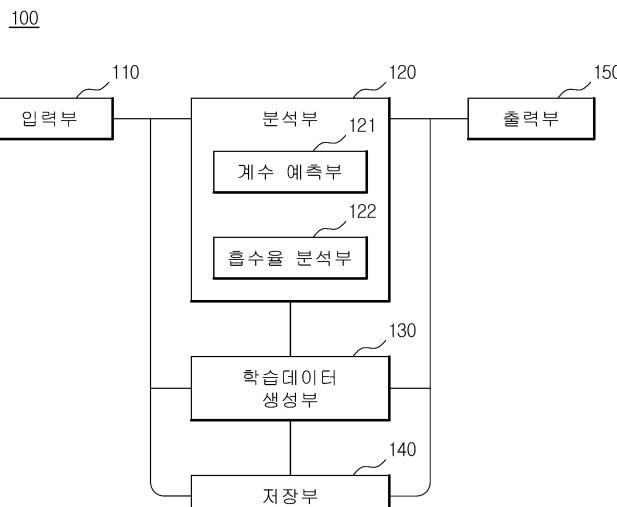
- (73) 특허권자
농업회사법인 상상텃밭 주식회사
경상북도 안동시 경동로 1375, 406호(송천동, 지역산학협력관)
- (72) 발명자
반병현
경상북도 안동시 안기1길 39, 102동403호(안기동, 안기동대원아파트)
- (74) 대리인
특허법인리담, 특허법인이지

심사관 : 이민영

(54) 발명의 명칭 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치 및 방법

(57) 요 약

본 발명은 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법에 관한 것으로, 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 방법에 있어서, 양액을 입력 받는 단계; 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수를 예측하는 단계; 및 상기 예측된 계수를 바탕으로 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도1

(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR102069202 B1

KR1020180015465 A

KR1020180022159 A

Massa et al., Scientia Horticulturae, Vol 118, 2008, pp. 228-235.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425134362

부처명 중소벤처기업부

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 창업성장기술개발(R&D)

연구과제명 농장 원격 자동 제어를 위한 클라우드 기반 대량 노드 데이터 스트림 처리 및 관리 인공지능 개발과 실내형 식물공장에서의 실증

기여율 1/1

주관기관 농업회사법인 상상텃밭 주식회사

연구기간 2019.06.15 ~ 2020.06.14

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 방법에 있어서,

양액에서 측정된 정보를 입력 받는 단계;

상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수를 예측하는 단계; 및

상기 예측된 계수를 바탕으로 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 단계;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 머신러닝이 예측하는 계수는 [수식 1]의 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나인 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법.

[수식 1]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

(여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, 상기 B 는 식물종에 대한 계수, 상기 S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

청구항 3

식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 방법에 있어서,

양액에서 측정된 정보를 입력 받는 단계; 및

상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 단계;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 머신러닝은, 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 [수식 2]를 이용해 분석하는 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법.

[수식 2]

$$\frac{d[\text{ion}]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

(여기서, $\frac{d[\text{ion}]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 문자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, B 는 식물종에 대한 계수, S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

청구항 5

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 머신러닝의 학습에 사용된 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물은 상미분 방정식으로 모델링된 네트워크 모델을 이용하여 생성된 데이터인 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법.

청구항 6

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 머신러닝은 딥러닝인 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법.

청구항 7

식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 장치에 있어서,

양액에서 측정된 정보를 입력 받는 입력부; 및

상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수를 예측한 후, 상기 예측된 계수를 바탕으로 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 분석부;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 머신러닝이 예측하는 계수는 [수식 3]의 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나인 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치.

[수식 3]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

(여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, 상기 B 는 식물종에 대한 계수, 상기 S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

청구항 9

식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 장치에 있어서,

양액에서 측정된 정보를 입력 받는 입력부; 및

상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 분석부;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 머신러닝은, 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 [수식 4]를 이용해 분석하는 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치.

[수식 4]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

(여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, B 는 식물종에 대한 계수, S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

청구항 11

제7항 또는 제9항에 있어서,

상기 머신러닝의 학습에 사용되는 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물 데이터를 생성하는 학습데이터 생성부;를 더 포함하되,

상기 학습데이터 생성부는 상미분방정식으로 모델링된 네트워크 모델인 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치.

청구항 12

제7항 또는 제9항에 있어서,

상기 머신러닝은 딥러닝인 것

을 특징으로 하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 원예작물의 양액재배는 토양을 이용하지 않는 재배 방법으로 생육에 필요한 영양 성분(다량 및 미량원소)을 적절하게 흡수할 수 있도록 알맞은 조성과 농도로 조절된 배양액을 식물에 공급해주며 재배하는 방법이다.

[0005] 양액재배는 물만으로 재배하는 순수 수경 재배(水耕栽培)와 배지(인공토양)에 심어 재배하는 배지경 수경재배가 있으며, 배양액을 만들어 재배하기 때문에 양액 재배(Solution Culture)라고도 한다.

[0007] 이러한 양액재배는 단기간에 많은 양의 작물을 수확할 수 있고 토양재배와 비교하여 자연환경의 지배를 덜 받기 때문에 농경이 불가능한 곳에서도 원예작물의 재배를 가능하게 한다.

[0009] 양액재배는 양액의 재활용 여부에 따라 개방 시스템과 폐쇄 시스템으로 구분되는데, 개방 시스템은 일정시간 사용한 양액을 다시 재사용하지 않고 배출하는 방식으로 배출양액의 잔여 비료성분으로 인하여 환경오염 및 비료의 불필요한 과다사용으로 인한 문제점이 있다.

[0011] 반면 폐쇄 시스템은 양액 이용율의 극대화 및 환경문제 해결을 위하여 많은 관심을 받고 있다.

[0013] 이런 양액재배는 양액이 작황에 지배적인 영향을 가져오므로 식물에 정확한 영양분을 공급하기 위하여 식물의 뿌리가 영양분을 흡수하는 과정에서 이온 흡수율을 분석하는 것이 중요하다.

[0015] 양액에서 식물의 뿌리가 영양분을 흡수하는 과정에서 이온 흡수율을 분석하는 종래기술로는 이온이 식물 뿌리로 흡수되는 과정을 비가역적 과정으로 이해한 것([1]), 질소와 칼륨의 흡수를 예측하는 회귀분석 기법을 이용한 수학적 모델([2]) 및 Empirical model (경험적 모델, 실험적 모델)을 사용하여 이온 흡수를 분석 ([3], [4])한 것이 있다.

[0017] [1] Buysse, J., Smolders, E., Merckx, R., 1996. Modelling the uptake of nitrate by a growing plant with an adjustable root nitrate uptake capacity: I. Model description. Plant Soil 181, 19-23.

[0019] [2] Silberbush, M., & Lieth, J. H. (2004). Nitrate and potassium uptake by greenhouse roses (*Rosa hybrida*) along successive flower-cut cycles: a model and its calibration. Scientia horticulturae, 101(1-2), 127-141.

[0021] [3] Pardossi, A., Falossi, F., Malorgio, F., Incrocci, L., & Bellocchi, G. (2005). Empirical

models of macronutrient uptake in melon plants grown in recirculating nutrient solution culture. Journal of plant nutrition, 27(7), 1261-1280.

[0023] [4] Massa, D., Mattson, N. S., & Lieth, H. (2008). An empirical model to simulate sodium absorption in roses growing in a hydroponic system. Scientia horticulturae, 118(3), 228-235.

[0025] 그러나 이온의 양이온은 2차능동수송으로, 음이온은 정전기적 인력으로 인한 전자기력이 주가 되는 symport를 통해 식물 뿌리 내부로 유입되는데 종래기술은 양이온과 음이온의 흐름을 구별할 수 없으며, 비가역적 모델이므로 뿌리 내부에서 유출되어 나가는 이온의 양을 반영할 수 없다는 문제점이 있다.

[0027] 또한, 종래기술은 식물종 및 식물 성장 정도에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석할 수 없는 문제점이 있다.

[0029] 또한, 종래기술은 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석은 식물 뿌리의 양이온 흡수계수를 알 수 없어 대학 연구진들이 식물을 동결건조하여 원소비를 분석하여 양액 조성을 1차로 추측하고, 재배실험을 거쳐 가며 이를 검증하기 때문에 비용 및 시간이 많이 소요되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0031] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 양액 내부의 이온 농도 변화를 분석해 식물종에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석할 수 있는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0033] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 식물 성장 정도에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 할 수 있는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0035] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 바람직한 일 측면에 따르면, 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 방법에 있어서, 양액을 입력 받는 단계; 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수를 예측하는 단계; 및 상기 예측된 계수를 바탕으로 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 단계;를 포함하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법을 제공할 수 있다.

[0037] 여기서, 상기 머신러닝이 예측하는 계수는 [수식 1]의 $\frac{B}{S}$ 및 $\frac{B}{V_m}$ 중 어느 하나일 수 있다.

[0038] [수식 1]

$$\frac{d[ion]}{dt} = - \frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

[0040] (여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적

특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, 상기 B 는 식물종에 대한 계수, 상기 S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

[0042] 본 발명의 바람직한 다른 측면에 따르면, 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 방법에 있어서, 양액을 입력 받는 단계; 및 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 단계;를 포함하

는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법을 제공할 수 있다.

[0044] 여기서, 상기 머신러닝은, 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 [수식 2]를 이용해 분석할 수 있다.

[수식 2]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

[0046]

[0047] (여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, S 는 식물종에 대한 계수, B 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

[0049]

여기서, 상기 머신러닝의 학습에 사용된 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성율은 상미분방정식으로 모델링된 네트워크 모델을 이용하여 생성된 데이터일 수 있다.

[0051]

여기서, 상기 머신러닝은 딥러닝일 수 있다.

[0052]

[0053]

본 발명의 바람직한 또 다른 측면에 따르면, 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 장치에 있어서, 양액을 입력 받는 입력부; 및 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성율, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수를 예측한 후, 상기 예측된 계수를 바탕으로 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 분석부;를 포함하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치를 제공할 수 있다.

[0055]

여기서, 상기 머신러닝이 예측하는 계수는 [수식 3]의 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나일 수 있다.

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

[0056]

[0057]

(여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, 상기 B 는 식물종에 대한 계수, 상기 S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

[0059]

본 발명의 바람직한 또 다른 측면에 따르면, 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 장치에 있어서, 양액을 입력 받는 입력부; 및 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성율, 상기 양액의 조성에 따른 pH 및 상기 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 상기 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 분석부;를 포함하는 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치를 제공할 수 있다.

[0061]

여기서, 상기 머신러닝은, 상기 식물종 및 상기 식물의 성장에 따른 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 [수식 4]를 이용해 분석할 수 있다.

[수식 4]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

[0063]

[0064] (여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 문자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, B 는 식물종에 대한 계수, S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

[0066]

또한, 상기 머신러닝의 학습에 사용되는 상기 양액의 시간에 따른 조성변화, 상기 양액의 이온 조성물 데이터를 생성하는 학습데이터 생성부;를 더 포함하되, 상기 학습데이터 생성부는 상미분방정식으로 모델링된 네트워크 모델일 수 있다.

[0068]

여기서, 상기 머신러닝은 딥러닝일 수 있다.

발명의 효과

[0070]

본 발명은 식물의 동결건조나 현미경적 분석이 아니라, 양액 분석을 통하여 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석할 수 있어 식물이 살아있는 채로 식물종에 따라 필요로 하는 최적의 영양분 비율을 분석할 수 있는 효과가 있다.

[0072]

또한, 본 발명은 식물 성장 정도에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석할 수 있어 질병이나 성장수준 변화를 분석할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0074]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습데이터 생성부의 네트워크 모델 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분석부가 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율에 대한 그래프이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치의 구성도이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법의 순서도이다.

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0075]

본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0077]

제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0079]

어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나, 또는 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '직접 연결되어' 있다거나, '직접 접속되어' 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0081]

본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, '포함한다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들

을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0083] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치의 구성도이다.

[0085] 도 1을 참조하면, 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치(100)는 입력부(110), 분석부(120), 학습데이터 생성부(130), 저장부(140) 및 출력부(150)를 포함한다.

[0087] 입력부(110)는 양액을 입력 받는다. 여기서, 입력부(110)는 양액에서 측정한 신호를 입력받을 수 있는 ISE 센서, EC 센서 등과 같은 센서 및 사용자가 직접 양액에 대해 입력 할 수 있는 키보드 등과 같은 입력장치 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0089] 입력부(110)는 양액에서 측정한 전압값, 농도값 및 pH를 입력 받거나, 사용자가 키보드 등과 같은 입력장치를 통해 입력한 양액에 포함된 화학물질 및 그 원료, 전압값, 농도값, 양액의 종류 및 pH 등을 입력 받을 수 있다.

[0091] 분석부(120)는 입력부(110)와 유무선으로 연결되어 있으며, 입력부(110)를 통해 양액을 입력 받아 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수를 예측하고, 예측한 계수를 바탕으로 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다. 여기서, 머신러닝은 딥러닝일 수 있으며, 분석부(120)의 학습에 사용된 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보는 온오프라인에서 수집된 이론적 양액의 조성에 따른 pH 및 전기전도도(EC) 정보일 수 있고, 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물은 학습데이터 생성부(130)에서 생성한 것이다.

[0093] 구체적으로, 분석부(120)는 계수 예측부(121) 및 흡수율 분석부(122)를 포함한다.

[0094]

[0095] 계수 예측부(121)는 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 식물 뿌리의 이온 흡수를 위한 이온 채널을 전기적 레지스터로 세포막의 다른 영역을 절연체로 고려하여 음의 법칙에서 유도된 [수학식1]에서 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나를 예측한다. 바람직하게는, $\frac{B}{S}$ 를 예측한다.

[0097] [수학식1]

$$\frac{d[ion]}{dt} = - \frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

[0098]

[0099] (여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, B 는 식물종에 대한 계수, S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

[0101]

흡수율 분석부(122)는 계수 예측부(121)에서 예측한 계수를 바탕으로 [수학식1]을 활용해 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다.

[0102]

[0103] 여기서, 식물종 및 식물의 성장에 따라 양액에서 식물의 뿌리의 이온 흡수율이 다르기 때문에, 이를 구별하기 위해 계수 예측부(121)가 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수

인 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나를 예측한 후 흡수율 분석부(122)가 양액의 조성변화로부터 식물종 및 식물 성장 정도에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 것이다.

[0104]

학습데이터 생성부(130)는 입력노드가 양액에 포함된 화학물질 또는 그 원료이고, 출력노드가 양액 중 식물 뿌리가 흡수하는 이온 조성물이며, 입력노드 및 출력노드에는 양액 중 식물이 흡수하는 이온 조성물 및 양액 중 식물이 흡수하지 못하는 이온 조성물이 연결되어 있는 상미분방정식으로 모델링된 네트워크 모델이다.

[0107]

학습데이터 생성부(130)는 입력부(110)를 통해 입력되는 양액에 포함된 화학물질 및 그 원료, 전압값, 농도값, 양액의 종류 및 pH 등을 바탕으로 저장부(140)에 저장된 양액에 포함된 화학물질 및 그 원료에 대응하는 상미분방정식을 제공 받아 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물 데이터를 생성하여 분석부(120)에 제공하여 학습하도록 하는 한편, 저장부(140)에 제공하여 저장하게 한다.

[0109]

저장부(140)는 학습데이터 생성부(130)의 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물 데이터 생성에 필요한 상미분방정식을 저장하고 있다. 여기서, 상미분방정식은 사용자로부터 입력받거나 온라인에서 수집한 자료일 수 있다.

[0111]

또한, 저장부(140)는 계수 예측부(121)가 예측한 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나와 흡수율 분석부(122)가 분석한 식물종 및 식물 성장 정도에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율, 학습데이터 생성부(130)가 생성한 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물 데이터를 저장할 수 있다. 여기서, 저장부(140)는 분석부(120)의 학습에 필요한 온오프라인에서 수집된 이론적 양액의 조성에 따른 pH 및 전기전도도(EC) 정보를 저장하고 있을 수 있다.

[0113]

출력부(150)는 분석부(120)와 유무선으로 연결되어 있으며, 분석부(120)가 분석한 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 출력한다.

[0115]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습데이터 생성부의 네트워크 모델 구조도이다. 여기서, 학습데이터 생성부(130)의 네트워크 모델(200)은 상추용 야마자키 양액을 입력 받았을 때이다.

[0116]

도 2를 참조하면, 학습데이터 생성부(130)의 네트워크 모델(200)은 상미분방정식으로 모델링된 것으로, 입력노드(210), 출력노드(220), 식물이 흡수하는 이온 조성물(230) 및 식물이 흡수하지 못하는 이온 조성물(240)을 포함한다.

[0119]

입력노드(210)는 입력부(110)를 통해 입력되는 양액에 포함된 화학물질 또는 그 원료이다. 여기서, 입력노드(210)는 물을 더 포함할 수 있다.

[0121]

출력노드(220)는 양액 중 식물 뿌리가 흡수하는 이온 조성물이다.

식물이 흡수하는 이온 조성물(230)은 입력노드(310) 및 출력노드(320)와 연결되어 있으며, 양액 중 식물이 흡수하는 이온이다.

[0125]

식물이 흡수하는 이온 조성물(240)은 입력노드(210) 및 출력노드(220)와 연결되어 있으며, 양액 중 식물이 흡수하는 이온으로 양액의 이온간의 반응에 의해 생성되는 침전물을 포함하고 있다.

[0127]

학습데이터 생성부(130)의 네트워크 모델(200)은 입력부(110)를 통해 상추용 야마자키 양액을 입력 받은 후, 저장부(140)에 저장된 상추용 야마자키 양액의 상미분방정식을 제공 받아 입력노드(210), 출력노드(220), 식물이 흡수하는 이온 조성물(230) 및 식물이 흡수하지 못하는 이온 조성물(240)에 상응하는 값들을 반영하여, 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물 데이터를 생성한 후 이를 분석부(120)가 머신러닝의 학습에 활용할 수 있도록 제공한다.

[0128]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분석부가 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율에 대한 그래프이다. 여기서, 도 3(a)는 상추용 야마자키 양액을 서로 다른 20개의 식물종에 공급 시 분석부(120)가 분석한 식물 뿌리

의 내부 pH를 비교한 그래프이며, 도 3(b)는 상추용 야마자키 양액을 서로 다른 20개의 식물종에 공급 시 분석부(120)가 분석한 식물 뿌리(310) 및 양액(320)의 총 용존 고형물(total dissolved solids, TDS)를 비교한 그래프이고, 도 3(c)는 상추용 야마자키 양액을 서로 다른 20개의 식물종에 공급 시 분석부(120)가 분석한 식물 뿌리 내부의 N(330), P(340), K(350)의 질량 비율을 비교한 그래프이다.

[0131] 도 3(a)를 참조하면, 서로 다른 20개의 식물종을 각각 상추용 야마자키 양액이 담긴 20개의 용기에 담은 후 입력부(110)를 각각의 용기에 삽입하여 양액을 입력 받은 후 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 $\frac{B}{S}$, S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나를 예측한 후, 예측한 계수를 바탕으로 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한 결과 식물 뿌리의 내부의 pH가 식물종에 따라 다른 것을 확인할 수 있다. 특히, 18번 식물종과 19번 식물종의 식물 뿌리의 내부의 pH가 상대적으로 매우 큰 것을 확인할 수 있다.

[0133] 도 3(b)를 참조하면, 서로 다른 20개의 식물종을 각각 상추용 야마자키 양액이 담긴 20개의 용기에 담은 후 입력부(110)를 각각의 용기에 삽입하여 양액을 입력 받은 후 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 $\frac{B}{S}$, S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나를 예측한 후, 예측한 계수를 바탕으로 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한 결과 식물 뿌리(310) 및 양액(320)의 총 용존 고형물(total dissolved solids, TDS)이 식물종에 따라 다른 것을 확인할 수 있다. 특히, 4, 18 및 19 식물종은 상추용 야마자키 양액으로부터 충분한 영양소를 흡수하지 못했음을 확인할 수 있다.

[0135] 도 3(c)를 참조하면, 서로 다른 20개의 식물종을 각각 상추용 야마자키 양액이 담긴 20개의 용기에 담은 후 입력부(110)를 각각의 용기에 삽입하여 양액을 입력 받은 후 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 $\frac{B}{S}$, S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나를 예측한 후, 예측한 계수를 바탕으로 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한 결과 식물 뿌리 내부의 N(330), P(340), K(350)의 질량 비율이 식물종에 따라 다른 것을 확인할 수 있다. 특히, 17 및 18 식물종은 충분한 N(330)를 흡수하지 못했으며, 일부 식물종은 충분한 K(350)를 흡수하지 못한 것을 확인할 수 있다.

[0137] 이는 식물종에 따라 식물 뿌리의 이온 흡수율이 다른 것을 보여주는 것으로, 분석부(120)의 계수 예측부(121)가 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 $\frac{B}{S}$, S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나를 예측한 후, 흡수율 분석부(122)가 예측한 계수를 바탕으로 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 때문에 식물종과 식물 성장 정도에 따른 적절한 양액과 알지 못하는 식물종과 식물 성장 정도에 대한 적절한 양액을 제조할 수 있다.

[0139] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치의 구성도이다.

[0141] 도 4를 참조하면, 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 장치(400)는 입력부(410), 분석부(420), 학습데이터 생성부(430), 저장부(440) 및 출력부(450)를 포함한다.

[0143] 분석부(420)는 입력부(410)와 유무선으로 연결되어 있으며, 입력부(410)를 통해 양액을 입력 받아 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 입력부(410)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다. 여기서, 머신러닝은 딥러닝일 수 있으며, 분석부(420)의 학습에 사용된 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보는 온오프라인에서 수집된 이론적 양액의 조성에 따른 pH 및 전기전도도(EC) 정보일 수 있고, 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물은 학습데이터 생성부(430)에서 생성한 것이다.

[0145] 분석부(420)는 식물 뿌리의 이온 흡수를 위한 이온 채널을 전기적 레지스터로 세포막의 다른 영역을 절

연체로 고려하여 음의 법칙에서 유도된 [수학식2]을 활용해 입력부(410)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다. 여기서, 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나는 저장부(440)에서 제공받거나, 저장부(440)에 계수가 없을 경우 분석부(420)가 머신러닝을 통해 예측할 수 있다.

[0147] [수학식2]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$$

[0148] $\frac{d[ion]}{dt}$

[0149] (여기서, $\frac{d[ion]}{dt}$ 은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화, $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로 D_A 는 확산 상수, M 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성, $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V_m$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, B 는 식물종에 대한 계수, S 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

[0151] 저장부(440)는 학습데이터 생성부(430)의 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물 데이터

생성에 필요한 상미분방정식을 저장하고 있다. 여기서, 상미분방정식은 사용자로부터 입력받거나 온라인에서 수집한 자료일 수 있다.

[0153] 또한, 저장부(440)는 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수,

분석부(420)가 분석한 물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 및 학습데이터 생성부(430)가 생성한 양액의 시간에 따른 조성변화 및 양액의 이온 조성물 데이터를 저장할 수 있다. 여기서, 저장부(440)는 분석부(420)의 학습에 필요한 온오프라인에서 수집된 이론적 양액의 조성에 따른 pH 및 전기전도도(EC) 정보를 저장하고 있을 수 있다.

[0155] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법의 순서도이다.

[0157] 도 5를 참조하면, S510단계에서는 분석부(120)가 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습한다.

[0159] S520단계에서는 입력부(110)를 통해 양액을 입력 받는다.

[0160]

[0161] S530단계에서는 분석부(120)의 계수 예측부(121)가 입력부(110)를 통해 양액을 입력 받아 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성

장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하기 위한 계수인 B , S 및 $\frac{B}{S}$ 중 어느 하나를 예측한다.

[0163] S540단계에서는 분석부(120)의 흡수율 분석부(122)가 계수 예측부(121)에서 예측한 계수를 바탕으로

[수학식1]을 활용해 입력부(110)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다.

[0164]

S550단계에서는 출력부(150)가 분석부(120)가 분석한 결과를 출력한다.

[0167] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석 방법의 순서도이다.

[0169] 도 6을 참조하면, S610단계에서는 분석부(420)가 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습한다.

[0171] S620단계에서는 입력부(410)를 통해 양액을 입력 받는다

[0172]

[0173]

S630단계에서는 분석부(420)가 입력부(410)를 통해 양액을 입력 받아 양액의 시간에 따른 조성변화, 양액의 이온 조성물, 양액의 조성에 따른 pH 및 양액의 조성에 따른 전기전도도(EC) 정보로 학습된 머신러닝을 활용해 입력부(410)를 통해 입력된 양액의 시간에 따른 조성변화로부터 식물종 및 식물의 성장에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다.

[0175]

S640단계에서는 출력부(450)가 분석부(420)가 분석한 결과를 출력한다.

[0177]

상술한 본 발명의 실시 예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시 예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

[0179]

하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시 예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0181]

펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시 예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드 등이 기록된 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독 가능 기록 매체 또는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 메모리 유닛은 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0183]

또한, 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방법으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0185]

더불어 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또한 몇 가지 대체 실시 예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0187]

이상에서 본 발명에 따른 실시 예들이 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명의 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 범위의 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 다음의 청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0189]

110 : 입력부

120 : 분석부

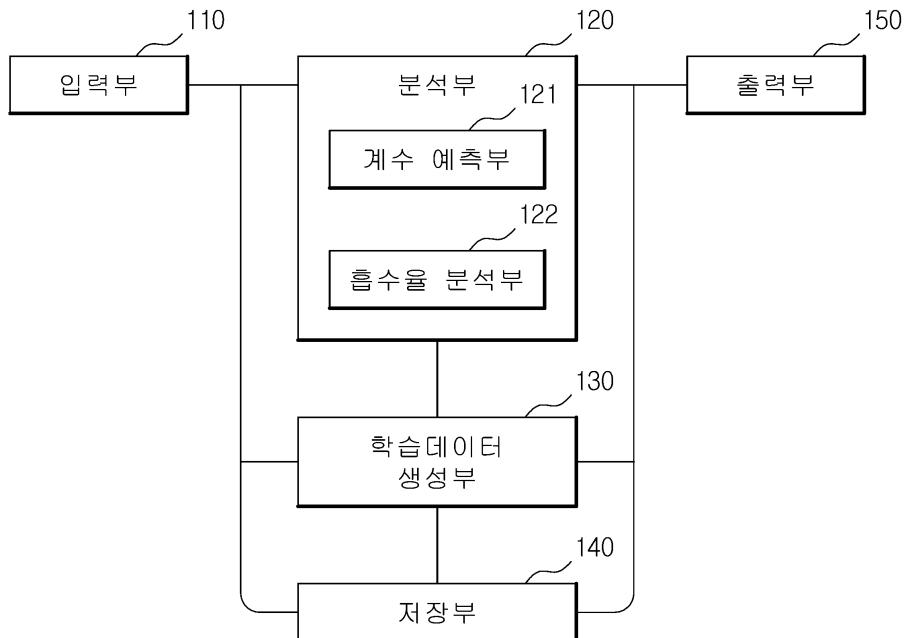
130 : 학습데이터 생성부 140 : 저장부

150 : 출력부

도면

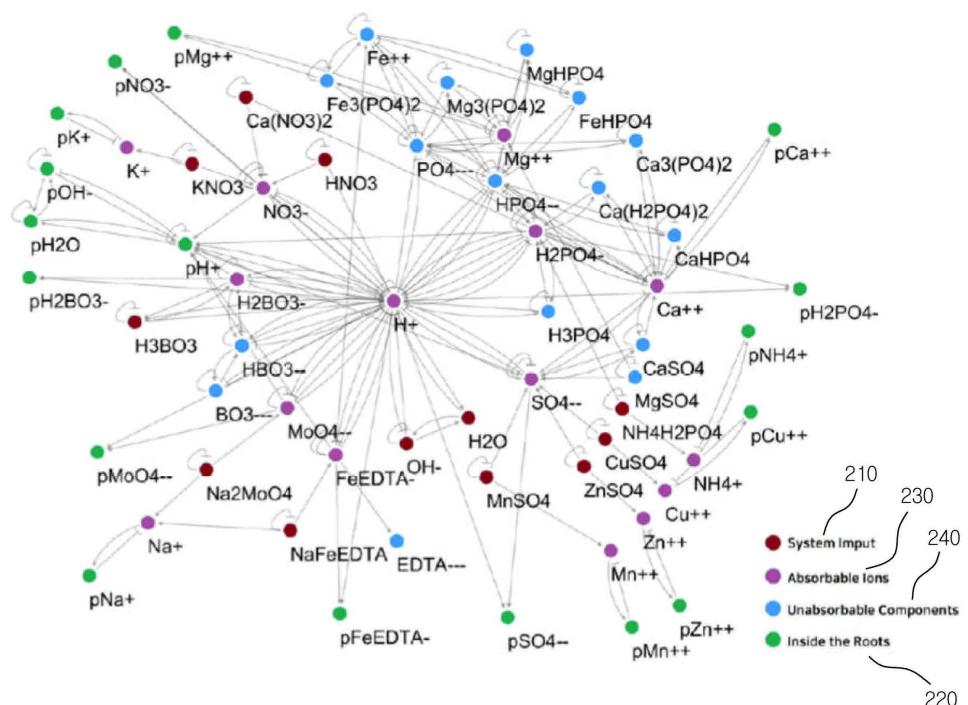
도면1

100

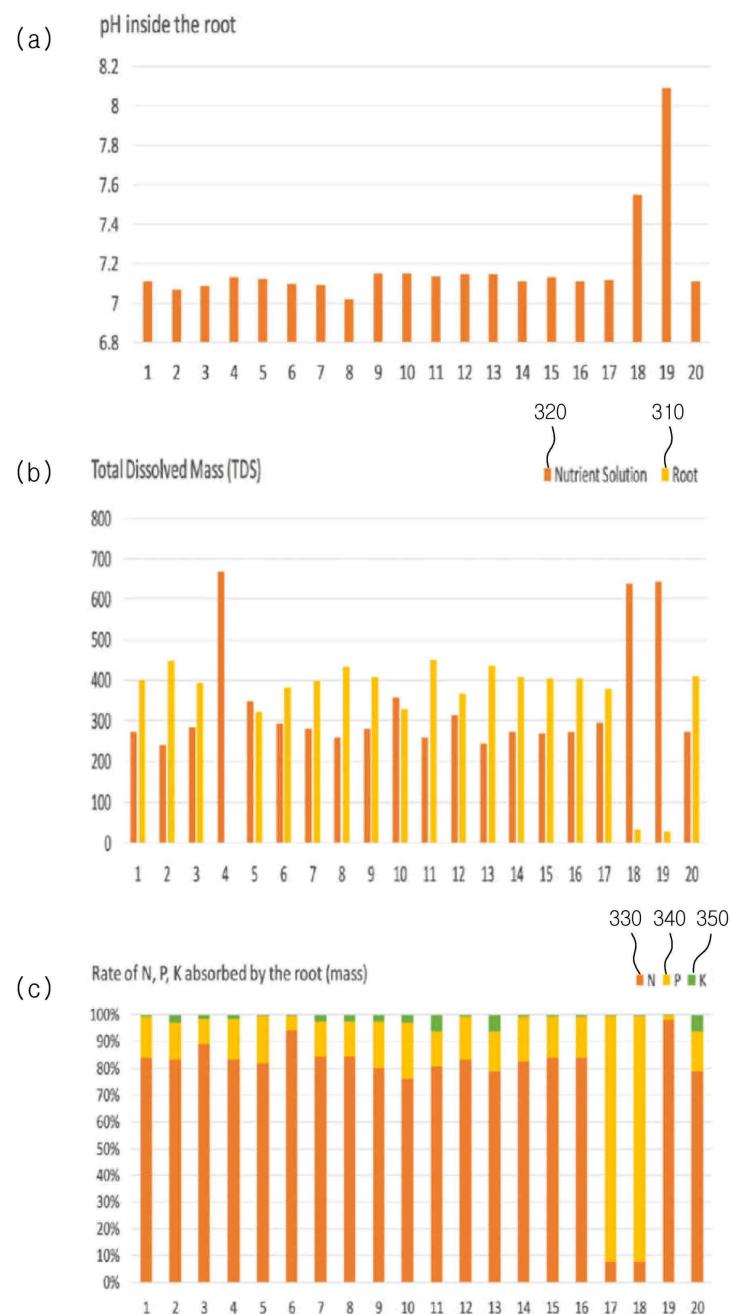


도면2

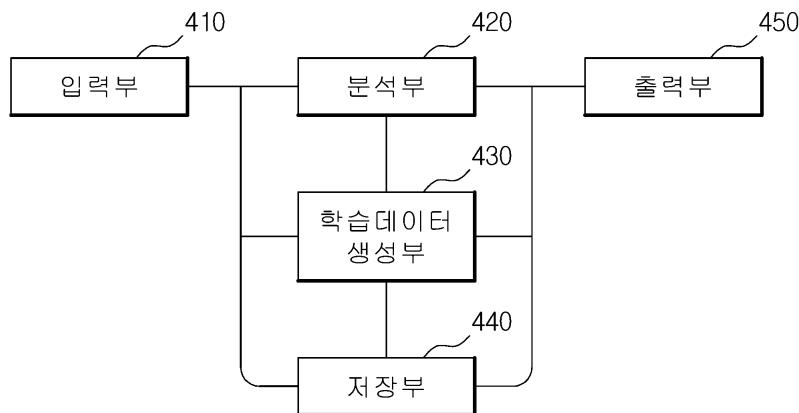
200



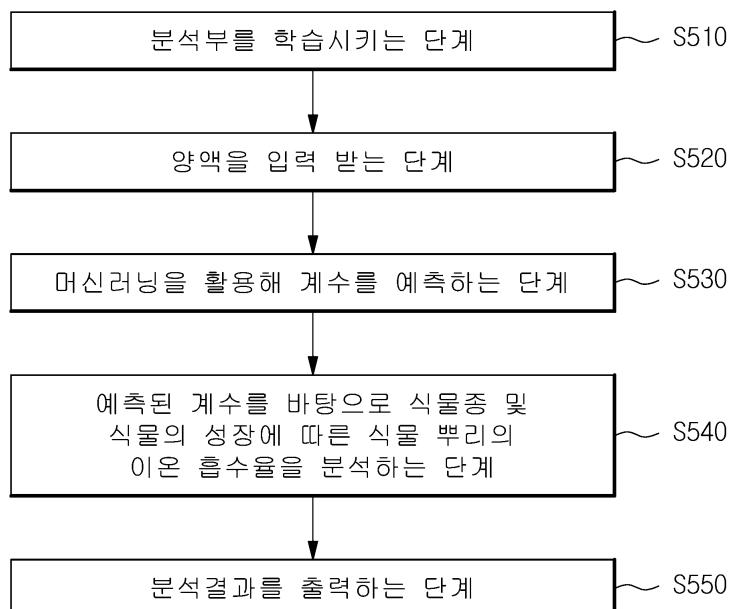
도면3



도면4

400

도면5



도면6

