



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0109180
(43) 공개일자 2022년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/02 (2012.01) A01G 9/24 (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01) G06Q 10/04 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/02 (2013.01)
A01G 9/24 (2019.05)
(21) 출원번호 10-2021-0012530
(22) 출원일자 2021년01월28일
심사청구일자 2021년01월28일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김성준
광주광역시 서구 풍암중앙로 68 금호타운 106-603
김효중
전라남도 영암군 삼호읍 세가래1길 17 종원아파트
103-1207
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인지원

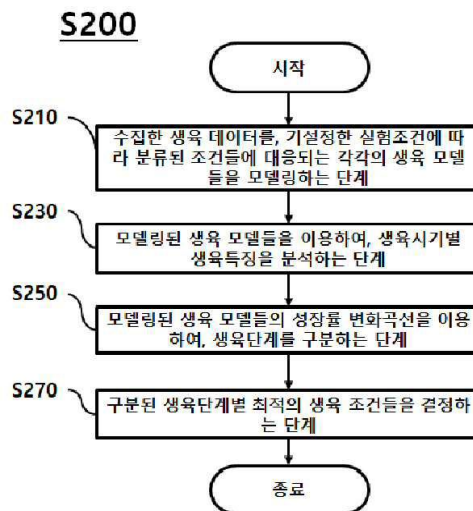
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 스마트팜의 생산성을 높이는 최적의 작물 재배 레시피 개발방법

(57) 요약

본 발명은 스마트팜의 생산성을 높이는 최적의 작물 재배 레시피 개발방법에 관한 것이다. 본 방법은 수집한 생육 데이터를, 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계, 모델링된 생육 모델들을 이용하여, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계, 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선을 이용하여, 생육단계를 구분하는 단계 및 구분된 생육단계별 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 33/0098 (2013.01)

G06Q 10/04 (2013.01)

(72) 발명자

최인규

광주광역시 광산구 수등로123번길 75 수완한양수자
인 101-1901

조기정

광주광역시 서구 풍암중앙로 25 풍암모아아파트
104-1203

주혜수

광주광역시 북구 삼정로 50-1 두암주공3단지아파트
306-902

지성

광주광역시 남구 대남대로 85, 101-504

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345264875

과제번호 NRF-2017R1D1A1B03032543

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업_이공학 개인기초연구지원사업_기본연구지원사업_기본연구(1
년~3년)

연구과제명 유연한 신뢰성 시험/평가 모형 및 신 산업 분야로의 확장에 관한 연구

기 여 율 1/1

과제수행기관명 조선대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

스마트팜의 생산성을 높이는 최적의 작물 재배 레시피 개발방법에 있어서,
수집한 생육 데이터를, 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계;
상기 모델링된 생육 모델들을 이용하여, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계;
상기 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선을 이용하여, 생육단계를 구분하는 단계; 및
상기 구분된 생육단계별 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계를 포함하는,
작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 방법은,
상기 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계를 통해 결정된 생육단계별 최적의 생육 조건들을 검증하는 단계; 및
상기 검증된 생육 조건들을 이용하여, 작물의 생산성을 예측하는 단계를 더 포함하는,
작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 생육 모델을 모델링하는 단계는,
사용자가 하나 이상의 생육조건 요소들을 설정하고, 각 요소들에 사용자가 기설정된 실험조건에 따라 측정한 생육 특성치 정보가 포함된 생육 데이터를 수집하는 단계;
상기 수집된 생육 데이터를 사용자가 설정한 재배기간에 따른 생육 특성치를 포함하는 정보로 생육 데이터를 보정하는 데이터 전처리 단계;
상기 전처리된 데이터를 분석하는 단계; 및
상기 분석된 데이터를 상기 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계를 포함하는,
작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 생육 데이터는,
사용자가 작물의 생육에 영향을 미치는 적어도 하나의 요소들에 각각 복수개의 조건들을 부여하고, 상기 요소들 각각에 부여된 복수개의 조건들을 조합하여 실험조건들을 분류하고, 실험을 통해 상기 분류된 실험조건들에 따

른 작물의 생육 특성치 정보를 포함하고,

상기 조건을 부여한 적어도 하나의 요소 외의 요소들에 부여된 조건은 동일하게 유지하며, 작물의 생육 특성치의 측정값은 작물의 일정시점 이후를 시점으로 하여 작물의 생육 특성치를 측정하는 데이터인,

작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전처리된 데이터를 분석하는 단계는,

상기 전처리된 데이터를 시각화하여, 상기 분류된 실험조건에 따른 각각의 생육 특성치를 비교하여 최적의 재배 조건을 분석하는 단계인,

작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 생육 모델을 모델링하는 단계는,

상기 분석된 데이터에 기반하여, 비선형 생육모델을 보정한 생육 모델을 모델링하는 단계이고,

상기 보정한 생육 모델은,

길이에 대한 대수 변환 및 비동질 오차항을 고려하여 보정한 모델인,

작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계는,

상기 모델링된 생육 모델을 이용하여, 작물의 생육 특성치를 예측하고, 생육기간에 따른 작물의 생육 특성치의 변화를 비교 분석하는,

작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 생육단계를 구분하는 단계는,

상기 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선의 변곡점을 기준으로 발아기, 성장기 및 성숙기로 생육단계를 구분하는 단계인,

작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 최적의 생육 조건을 결정하는 단계는,

상기 구분된 생육단계에 따라, 상기 분석한 생육시기별 생육특징에 기반하여, 작물의 최적의 생육 조건을 결정하는 단계인,

작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 최적의 생육 조건을 결정하는 단계는,

상기 구분된 생육단계에 따라, 각각 작물의 생육 특성치의 변화가 큰 생육조건을 결정하는 단계인,

작물 재배 레시피 개발방법.

청구항 11

제2항에 있어서,

상기 검증하는 단계는,

상기 결정된 생육 조건들을, 작물의 단일 생육조건의 결과와 비교를 통해 검증하는 단계인,

작물 재배 레시피 개발방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스마트팜의 생산성을 높이는 최적의 작물 재배 레시피 개발방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 생육 모델을 모델링하고, 그 모델링한 생육 모델을 이용하여 최적의 생육 조건들을 결정하는 작물 재배 레시피 개발방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 현재 시설 농가를 위한 작물 재배 시스템은 재배하는 작물의 생육 환경을 맞추기 위해 온실 내의 온도, 습도 및 일사량 등을 센서로 수집하고, 수집한 센싱데이터를 모니터링하여, 온실 내의 환경을 제어하고 있다. 또한, 양액이나 관수량은 전기전도도(Electric conductivity, EC) 센서 또는 토양 수분 센서 등을 이용하여 모니터링 및 제어하고 있다.

[0004] 다만, 이러한 작물 재배 시스템에서 이용되는 제어 값은 작물의 생장 작기와 같은 생육 기준을 고려하지 않으며, 전 작기에 일관 기준 값을 적용하고 있으므로, 작물의 생산성을 극대화시키기 어려운 면이 있다. 또한, 작물의 작기 별로 기준 값을 구별하여 제어하여도, 작물 재배 시 현재 진행 중인 작물의 작기에 대한 판단을 위해 데이터를 확보하지 않으므로, 작물의 작기 정보를 객관적으로 관리하기 어려운 면도 있다. 이는 작물 별로 생육 시기에 대한 정립된 모델의 부재를 원인으로 볼 수 있다. 따라서, 본 발명은 작물 별로 생육 시기에 대한 모델을 정립하고, 정립한 모델에 따른 작물의 관리를 통해 작물의 생산성을 극대화 또는 생산 효율의 최적화를 달성할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 한국공개특허공보 제10-2017-0105402호, 2017.09.19. 공개.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 스마트팜의 생산성을 높이는 최적의 작물 재배 레시피 개발방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0008] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트팜의 생산성을 높이는 최적의 작물 재배 레시피 개발방법이 개시된다. 상기 방법은 수집한 생육 데이터를, 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계, 모델링된 생육 모델들을 이용하여, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계, 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선을 이용하여, 생육단계를 구분하는 단계 및 구분된 생육 단계별 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 방법은, 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계를 통해 결정된 생육단계별 최적의 생육 조건들을 검증하는 단계 및 검증된 생육 조건들을 이용하여, 작물의 생산성을 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 생육 모델을 모델링하는 단계는, 사용자가 하나 이상의 생육조건 요소들을 설정하고, 각 요소들에 사용자가 기설정된 실험조건에 따라 측정된 생육 특성치 정보가 포함된 생육 데이터를 수집하는 단계, 수집된 생육 데이터를 사용자가 설정한 재배기간에 따른 생육 특성치를 포함하는 정보로 생육 데이터를 보정하는 데이터 전처리 단계, 전처리된 데이터를 분석하는 단계 및 분석된 데이터를 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 생육 데이터는, 사용자가 작물의 생육에 영향을 미치는 적어도 하나의 요소들에 각각 복수개의 조건들을 부여하고, 요소들 각각에 부여된 복수개의 조건들을 조합하여 실험조건들을 분류하고, 실험을 통해 상기 분류된 실험조건들에 따른 작물의 생육 특성치 정보를 포함하고, 조건을 부여한 적어도 하나의 요소 외의 요소들에 부여된 조건은 동일하게 유지하며, 작물의 생육 특성치의 측정은 작물의 일정시점 이후를 시점으로 하여 작물의 생육 특성치를 측정된 데이터일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전처리된 데이터를 분석하는 단계는, 전처리된 데이터를 시각화하여, 분류된 실험조건에 따른 각각의 생육 특성치를 비교하여 최적의 재배 조건을 분석하는 단계일 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 생육 모델을 모델링하는 단계는, 분석된 데이터에 기반하여, 비선형 생육 모델을 보정한 생육 모델을 모델링하는 단계이고, 보정한 생육 모델은, 길이에 대한 대수 변환 및 비동질 오차항을 고려하여 보정한 모델일 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계는, 모델링된 생육 모델을 이용하여, 작물의 생육 특성치를 예측하고, 생육기간에 따른 작물의 생육 특성치의 변화를 비교 분석할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 생육단계를 구분하는 단계는, 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선의 변곡점을 기준으로 발아기, 성장기 및 성숙기로 생육단계를 구분하는 단계일 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 최적의 생육 조건을 결정하는 단계는, 구분된 생육단계에 따라, 분석한 생육시기별 생육특징에 기반하여, 작물의 최적의 생육 조건을 결정하는 단계일 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 최적의 생육 조건을 결정하는 단계는, 구분된 생육단계에 따라, 각각 작물의 생육 특성치의 변화가 큰 생육조건을 결정하는 단계일 수 있다.

- [0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검증하는 단계는, 결정된 생육 조건들을, 작물의 단일 생육조건의 결과와 비교를 통해 검증하는 단계일 수 있다.
- [0021] 상기한 목적들을 달성하기 위한 구체적인 사항들은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술될 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0022] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해서 제공되는 것이다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 실험통제를 통해 데이터 수집을 표준화시켜 작물 재배 주기가 바뀌어도 기준이 바뀌지 않게 된다.
- [0025] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 작물 생육 특징을 기반으로 생육단계를 구분하고 있어서, 작물의 생육 단계별로 다른 기준을 통해 최적의 생육 조건을 도출할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인 효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 상기 언급된 본 발명 내용의 특징들이 상세하게, 보다 구체화된 설명으로, 이하의 실시예들을 참조하여 이해될 수 있도록, 실시예들 중 일부는 첨부되는 도면에서 도시된다. 또한, 도면과의 유사한 참조번호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭하는 것으로 의도된다. 그러나 첨부된 도면들은 단지 본 발명 내용의 특정한 전형적인 실시예들만을 도시하는 것일 뿐, 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 고려되지는 않으며, 동일한 효과를 갖는 다른 실시예들이 충분히 인식될 수 있다는 점을 유의하도록 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 작물 재배 레시피 개발 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 작물 재배 레시피 개발방법의 순서도를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도와 일조량의 작물 재배 요소별 조건을 부가하여 실험조건을 분류한 도면이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터를 생육기간 별 새싹채소 길이를 시각화한 그래프를 도시한 도면이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 시각화한 그래프를 5일 및 10일의 생육 평균길이 교호작용도를 도시한 도면이다.

도 5a는 기존 생육모델인 로지스틱 모델(logistic model)의 시각화한 그래프이다.

도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 보정된 생육 모델의 시각화한 그래프이다.

도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 모델링된 생육 모델을 이용하여 생육 모델을 분석한 그래프이다.

도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 생육시기별 생육 특징을 분석한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 생육 특징 정보를 분석하여 생육단계를 구분한 도면이다.

도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 재배 레시피를 검증을 위해 단일조건과 복합조건을 비교한 그래프이다.

도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 재배 레시피를 검증을 위해 단일조건과 복합조건을 비교한 도표이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 모델링된 생육 모델을 이용하여 작물의 생산성을 예측한 결과를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고, 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [0030] 청구범위에 개시된 발명의 다양한 특징들은 도면 및 상세한 설명을 고려하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다. 명세서에 개시된 장치, 방법, 제법 및 다양한 실시예들은 예시를 위해서 제공되는 것이다. 개시된 구조 및 기능상의 특징들은 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 구체적으로 실시할 수 있도록 하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 개시된 용어 및 문장들은 개시된 발명의 다양한 특징들을 이해하기 쉽게 설명하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0031] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0032] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트팜의 생산성을 높이는 최적의 작물 재배 레시피 개발방법을 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 작물 재배 레시피 개발 장치의 블록도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 컴퓨팅 장치인, 작물 재배 레시피 개발 장치(10)는 사용자 인터페이스(100), 데이터베이스(200) 및 프로세서(300)를 포함할 수 있다.
- [0036] 일 실시예에서, 사용자 인터페이스(100)는 사용자로부터 작물의 생육 시기별 데이터 및 데이터의 수정 사항을 수신할 수 있으며, 작물의 생육 정보를 사용자에게 제공할 수도 있다. 여기서, 작물의 생육 시기별 데이터는 각 시기별로 복수의 작기 정보를 포함할 수 있다. 또한, 사용자 인터페이스(100)는 복수의 작물의 생육 시기별 데이터를 수신할 수도 있다. 사용자 인터페이스(100)는 사용자로부터 작물에 대한 작업 수행 내역을 수신할 수 있으며, 후술하는 프로세서(300)를 통해 작물의 현재 작기에서 수행한 작업 및 수행할 작업에 대해 정보를 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0037] 일 실시예에서, 데이터베이스(200)는 프로세서(300)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 컴퓨팅 장치로 입력되거나 컴퓨팅 장치로부터 출력되는 데이터를 저장할 수도 있다. 또한, 데이터베이스(200)는 사용자가 하나 이상의 생육조건 요소들을 설정하고, 각 요소들에 사용자가 기설정된 실험조건에 따라 측정한 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분)정보가 포함된 생육 데이터를 수집하여 저장할 수 있다. 또한, 데이터베이스(200)는 수집된 생육 데이터를 사용자가 설정한 재배기간에 따른 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분)를 포함하는 정보로 생육 데이터를 보정하는 데이터 전처리한 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 데이터베이스(200)는 전처리된 데이터를 분석한 결과를 저장할 수 있다. 또한, 데이터베이스(200)는 분석된 데이터를 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하여 저장할 수 있다.
- [0038] 또한, 데이터베이스(200)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있으나 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [0039] 일 실시예에서, 프로세서(300)는 컴퓨터 시스템 전체를 제어하는 장치로서, 다양한 입력장치로부터 자료를 받아서 처리한 후 그 결과를 출력장치로 보내는 일련의 과정을 제어하고 조정하는 일을 수행할 수 있다.
- [0040] 또한, 프로세서(300)는 수집한 생육 데이터를, 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링할 수 있다. 또한, 프로세서(300)는 모델링된 생육 모델들을 이용하여, 생육시기별 생육특징을 분석할 수 있다. 또한, 프로세서(300)는 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선을 이용하여, 생육단계를 구분할 수 있다. 또한, 프로세서(300)는 구분된 생육단계별 최적의 생육 조건들을 결정할 수 있다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 작물 재배 레시피 개발방법의 순서도를 도시한 도면이다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 작물 재배 레시피 개발방법(S200)은 수집한 생육 데이터를, 기설정된 실험조건에 따라 분류된

조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계(S210), 모델링된 생육 모델들을 이용하여, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계(S230), 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선을 이용하여, 생육단계를 구분하는 단계(S250) 및 구분된 생육단계별 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계(S270)를 포함할 수 있다.

- [0044] 일 실시예에서, 생육 모델들을 모델링하는 단계(S210)는 수집한 생육 데이터를, 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계일 수 있다.
- [0045] 보다 구체적으로, 생육 모델들을 모델링하는 단계(S210)는 사용자가 하나 이상의 생육조건 요소들을 설정하고, 각 요소들에 사용자가 기설정된 실험조건에 따라 측정된 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분) 정보가 포함된 생육 데이터를 수집하는 단계, 수집된 생육 데이터를 사용자가 설정한 재배기간에 따른 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분) 정보를 포함하는 정보로 생육 데이터를 보정하는 데이터 전처리 단계, 전처리된 데이터를 분석하는 단계 및 분석된 데이터를 기설정된 실험조건에 따라 분류된 조건들에 대응되는 각각의 생육 모델들을 모델링하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0046] 또한, 생육 데이터를 수집하는 단계는 사용자가 하나 이상의 생육 조건 요소들을 설정하고, 각 요소들에 사용자가 기설정된 실험조건에 따라 측정된 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분) 정보가 포함된 생육 데이터를 수집하는 단계일 수 있다.
- [0047] 여기서, 생육 데이터는, 온도와 일조량을 포함한 작물의 생육에 영향을 미치는 적어도 하나의 요소들 각각 복수개의 조건들을 부여하고, 온도, 일조량을 포함하는 요소들 각각에 부여된 복수개의 조건들을 조합하여 실험조건들을 분류하고, 실험을 통해 분류된 실험조건들에 따른 작물의 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분) 정보를 포함하고, 조건을 부여한 적어도 하나의 요소 외의 요소들에 부여된 조건은 동일하게 유지하며, 작물의 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분)의 측정은 작물의 일정시점 이후를 시점으로 하여 작물의 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분)를 측정한 정보일 수 있다.
- [0048] 또한, 작물의 생육에 영향을 미치는 요소는 온도, 일조량, CO₂ 농도 및 습도 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있고, 작물의 생육 특성치는 작물의 부피, 길이 및 특정 성분(영양분) 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 생육 데이터는, 사용자가 온도와 일조량의 요소들에 각각 복수개의 조건들을 부여하고, 온도, 일조량의 요소들 각각에 부여된 복수개의 조건들을 조합하여 실험조건들을 분류하고, 실험을 통해 분류된 실험조건들에 따른 작물의 특성치 중 작물의 생육 길이 정보를 포함하고, 온도와 일조량 외의 요소들에 부여된 조건은 동일하게 유지하며, 생육 특성치 중 작물의 생육길이의 측정은 작물의 일정시점 이후를 시점으로 하여 작물의 생육 길이를 측정한 정보일 수 있다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [0050] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도와 일조량의 작물 재배 요소별 조건을 부가하여 실험조건을 분류한 도면이다.
- [0051] 도 3을 참조하면, 생육 데이터는 생육 조건 요소 중 온도와 일조량을 설정하고, 온도는 18도, 23도 및 28도의 조건을 부여하고, 일조량은 하루 4시간, 8시간 및 16시간의 조건을 부여할 수 있다. 상기 온도와 일조량에 부여된 조건을 조합하면 총 9가지의 실험 조건으로 분류할 수 있고, 각각의 조건의 조합들에 따른 작물의 생육길이를 측정한 데이터일 수 있다.
- [0052] 여기서, 온도와 일조량 외의 요소들 이라면, 습도는 70프로 이상, 배양액은 0.5%, 생육기간은 240시간(10일)으로 공통의 실험조건을 유지한다. 생육길이 측정 기간은 불리고, 싹틔우는 2일간은 온도 23도씨 일조량 0시간의 단일조건으로 고정한 후, 그 이후의 시간동안 9가지 실험 조건에 따라 재배한 작물의 생육 길이를 측정한 데이터 일 수 있다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [0053] 또한, 데이터 전처리 단계는 생육 데이터 수집단계를 통해 수집된 생육 데이터를 사용자가 설정한 재배기간에 따른 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분) 정보를 포함하는 정보로 생육 데이터를 보정하는 단계일 수 있다.
- [0054] 도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터를 생육기간 별 새싹채소 길이를 시각화한 그래프를 도시한 도면이고, 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 시각화한 그래프를 5일 및 10일의 생육 평균길이 교호작용도를 도시한 도면이다.
- [0055] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 전처리된 데이터를 분석하는 단계는 데이터 전처리 단계를 통해 전처리된 데이터를

시각화하여, 분류된 실험조건에 따른 각각의 생육 길이를 비교하여 최적의 재배 조건을 분석하는 단계일 수 있다. 또한, 도 4b를 참조하면, 120시간(5일)과 240시간(10일)에서 각각 23도, 8시간 및 23도, 4시간의 생육길이가 가장 우수함을 알 수 있다. 평균 길이는 생육기간과 재배조건(온도, 일조량)에 대해서 교호작용이 존재하고, 재배조건과 생육기간에 따라 평균길이의 차이가 존재함을 알 수 있다.

[0056] 도 5a는 기존 생육모델인 로지스틱 모델(logistic model)의 시각화한 그래프이고, 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 보정된 생육 모델의 시각화한 그래프이다.

[0057] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 생육 모델을 모델링하는 단계는 전처리된 데이터를 분석하는 단계를 통해 분석된 데이터에 기반하여, 하기의 수식 1의 비선형 모형인 로지스틱 모델(logistic model) 또는 프로빗 모델을 보정한 생육 모델을 모델링하는 단계일 수 있다. 여기서 하기의 수식 2인, 보정한 생육 모델은 길이에 대한 대수 변환 및 비동질 오차항을 고려하여 보정한 모델일 수 있다.

[0058] 기존의 생육모델은 왜도가 존재하며, 생육기간에 따라 산포가 점점 증가하는 문제가 있어서, 길이에 대한 대수 변환과 비동질 오차항을 고려하여 비선형 모델 중 특히 로지스틱 회귀모형으로 모델을 교정하여 적합도를 개선한 보정한 생육 모델을 모델링한다. 새로운 생육 모델을 통해 정규성과 등분산성이 개선된다.

수학식 1

$$y_i(t) = \frac{y_{\max}}{1 + \exp[k(t - t_m)]} + \epsilon$$

[0060]

[0061] 여기서, I 는 길이, t 는 재배기간(단위: 일), $y(t)$ 는 재배일 t 에서 길이, $y_{\max}$ 는 생육 모델 포화수준, k 는 생육 모델 기울기, t_m 는 생육 모델 기울기 변곡점, ϵ 는 정규 오차항 $N(0, \sigma^2)$ 을 의미한다.

수학식 2

$$\ln y_i(t) = f(t; k, t_m, y_{\max}) + \epsilon$$

$$= \frac{y_{\max}}{1 + \exp[k(t - t_m)]} + \epsilon$$

$$\text{where, } \epsilon \sim N(0, |f(t)|^{2q} \cdot \sigma^2)$$

[0063]

[0064] 여기서, $y(t)$ 는 생육기간 t 에서의 길이, i 는 생육조건(1~9), t 는 생육기간(단위: hr), $y_{\max}$, k , t_m 는 생육모델 파라미터, ϵ 는 정규 오차항, q 는 비동질 분산 함수 계수를 의미한다.

[0066] 도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 모델링된 생육 모델을 이용하여 생육 모델을 분석한 그래프이고, 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 생육시기별 생육 특징을 분석한 도면이다.

[0067] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계(S230)는 생육 모델들을 모델링하는 단계(S210)를 통해 모델링된 생육 모델들을 이용하여, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계일 수 있다. 도 6b를 참조하면, 발아기(4일)과 성장기 이후(8일) 시점의 생육결과를 분석한 결과, 조건에 따라 시기별로 생육특징에 차

이가 발생하며 23도와 28도가 우수한 특징임을 확인할 수 있다. 즉, 생육시기별 새싹채소에 유리한 조건을 선택적으로 제공할 경우, 우수한 생육특징이 발현될 가능성을 확인할 수 있다.

- [0068] 보다 구체적으로, 생육시기별 생육특징을 분석하는 단계(S230)는 모델링된 생육 모델을 이용하여, 작물의 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분)를 예측하고, 생육기간에 따른 작물의 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분)의 변화를 비교 분석할 수 있다.
- [0069] 예를 들어, 발아기단계는 발아기-성장기 전환시점이 빠르고, 기울기 최대시점에 빠르게 도달하는 작을수록 성장기 진입이 빠름을 확인할 수 있고, 성장기단계는 성장기 지속시간이 가장 길고, 최대 생육길이가 길게 자람을 확인할 수 있고, 성숙기는 길이 생장률이 감소함을 확인할 수 있다. 또한, 발아기는 짧을수록 성장기 진입이 빠르며, 성장기가 길수록 생육길이성장에 유리함을 확인할 수 있다. 따라서, 발아기는 성장기의 전환시점이 빠르고 생육길이가 우수한 조건인 23도, 8시간으로, 성장기와 성숙기의 경우는 성장기 지속시간이 길고 최종 생육길이가 우수한 조건인 23도 4시간임을 확인할 수 있다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [0070] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 생육 특징 정보를 분석하여 생육단계를 구분한 도면이다.
- [0071] 도 7을 참조하면, 생육단계를 구분하는 단계(S250)는 생육 모델들을 모델링하는 단계(S210)를 통해 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선을 이용하여, 생육단계를 구분하는 단계일 수 있다. 즉, 생육 모델의 수식을 이차미분을 통해 최대/최소값(변곡점)을 기준으로 발아기, 성장기, 성숙기로 구분할 수 있다.
- [0072] 보다 구체적으로, 생육단계를 구분하는 단계(S250)는 모델링된 생육 모델들의 성장률 변화곡선의 변곡점을 기준으로 발아기, 성장기 및 성숙기로 생육단계를 구분하는 단계일 수 있다. 생육단계를 구분하는 이유는 생육단계별로 필요한 조건이 다르므로, 생육 단계별로 최적의 조건을 결정하기 위함이다.
- [0073] 일 실시예에서, 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계(S270)는 구분된 생육단계별 최적의 생육 조건들을 결정하는 단계일 수 있다.
- [0074] 보다 구체적으로, 최적의 생육 조건을 결정하는 단계(S270)는 생육단계를 구분하는 단계(S250)를 통해 구분된 생육단계에 따라, 분석한 생육시기별 생육특징에 기반하여, 작물의 최적의 생육 조건을 결정하는 단계일 수 있다.
- [0075] 또한, 최적의 생육 조건을 결정하는 단계(S270)는 구분된 생육단계에 따라, 각각 작물의 생육 특성치(생육 길이, 부피 또는 영양분)의 변화가 큰 생육조건을 결정하는 단계일 수 있다.
- [0076] 도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 재배 래시피를 검증에 위해 단일조건과 복합조건을 비교한 그래프이고, 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 재배 래시피를 검증에 위해 단일조건과 복합조건을 비교한 도표이다.
- [0077] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 최적의 생육 조건을 검증하는 단계는 최적의 생육 조건을 결정하는 단계(S270)를 통해 결정된 생육 조건들을, 작물의 단일 생육조건 결과와 비교를 통해 검증하는 단계일 수 있다. 또한, 도 8a 및 도 8b를 보면, 발아기와 성장기에 각각 우수한 생육특징을 나타내는 조건을 선택적으로 제공한 복합 조건에서 가장 우수한 생육특징을 확인할 수 있다.
- [0078] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 모델링된 생육 모델을 이용하여 작물의 생산성을 예측한 결과를 도시한 도면이다.
- [0079] 도 9를 참조하면, 작물의 생산성을 예측하는 단계는 검증된 생육 조건들을 이용하여, 작물의 생산성을 예측하는 단계일 수 있다.
- [0080] 보다 구체적으로, 작물의 생산성을 예측하는 단계는 작물 재배 래시피에 수율 함수를 적용하여 연간 출하 횟수를 도출하는 단계일 수 있다.
- [0081] 예를 들어, 새싹채소의 분석 기준은 상품화 가능한 새싹채소의 길이를 최소 5cm 이상, 최소기준을 초과하는 새싹채소 길이의 비율을 수율로 정의하고, 새싹채소의 길이 분포의 하위 5%가 5cm에 도달하는 시점을 출하시점으로 정의할 수 있다. 수율은 생육 모델에 기반한 수율 함수로 정의 할 수 있으며, 하기 수식 3과 같다.
- [0082] 또한, 예측 결과, 단일의 재배조건 23도, 4시간의 경우 출하시점은 7.5일이며, 연간 출하 횟수는 48회, 단일의 재배조건 23도, 8시간의 경우 출하시점은 7.5일, 연간 출하 횟수는 48회이며, 복합 조건인 23도, 8시간 및 23도, 4시간의 복합 재배조건인 경우 출하시점은 5.9일, 연간 출하 횟수는 61회의 결과를 통해 복합 재배조건일

때 생성성이 향상됨을 확인할 수 있다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

수학식 3

$$P(y^*(t^*) > \ln(y_c)) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln(y_c) - f(t)}{|f(t)|^k \cdot \sigma}\right)$$

[0084]

[0086] 이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 통상의 기술자라면 본 발명의 본질적인 특성이 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능할 것이다.

[0087] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라, 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[0088] 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

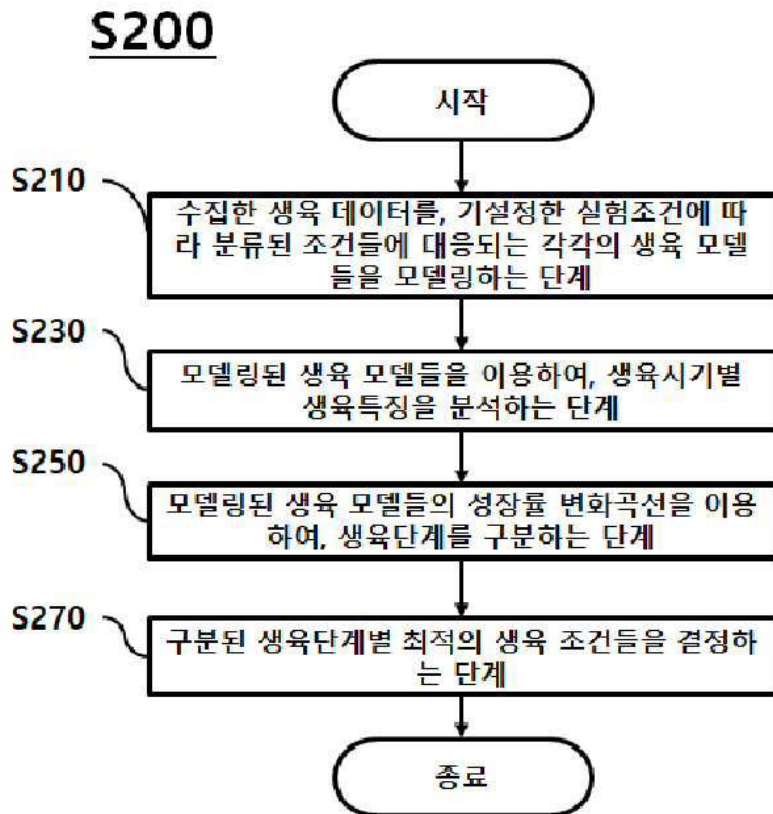
도면

도면1

10



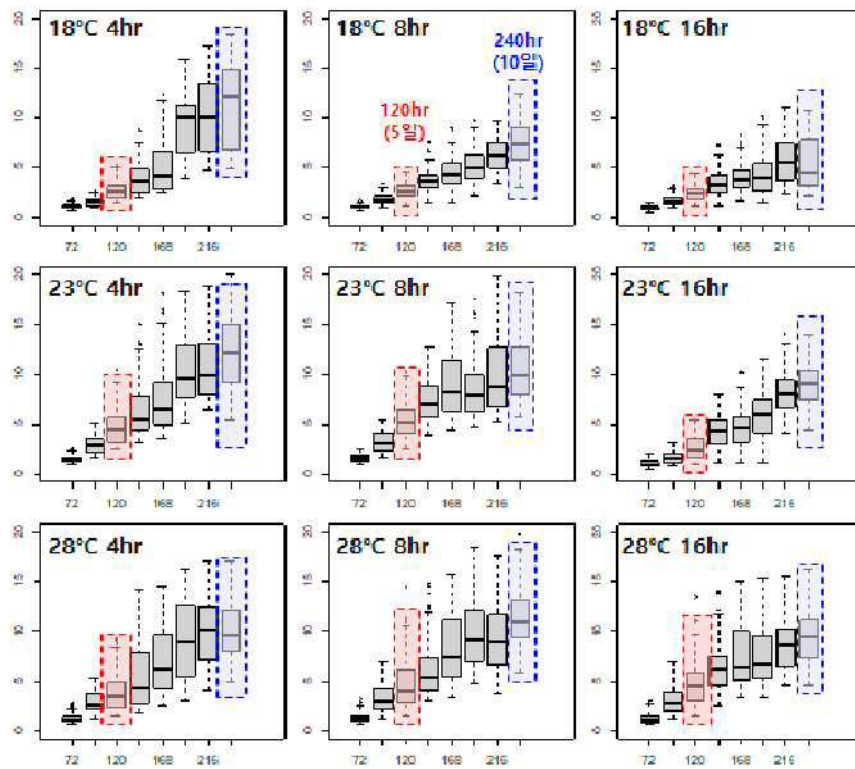
도면2



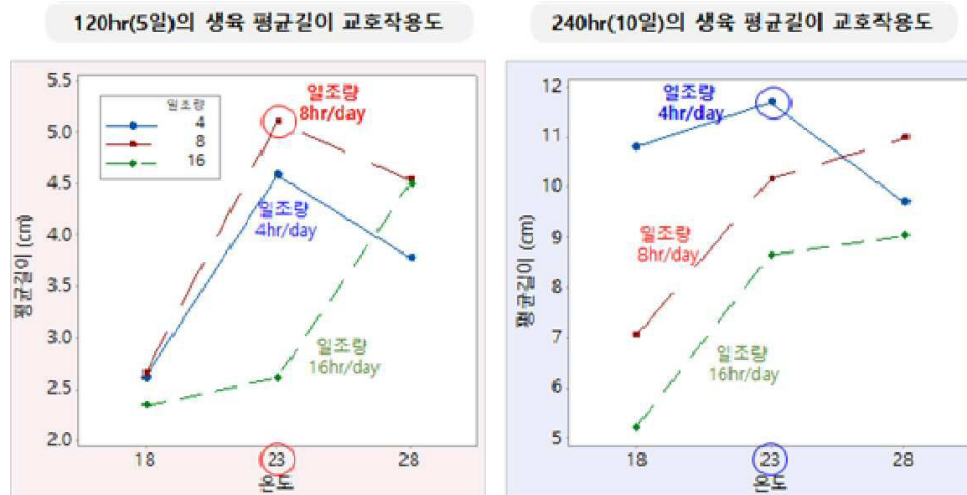
도면3

실험 조건		
조건	온도	일조량
1	18℃	4시간
2		8시간
3		16시간
4	23℃	4시간
5		8시간
6		16시간
7	28℃	4시간
8		8시간
9		16시간

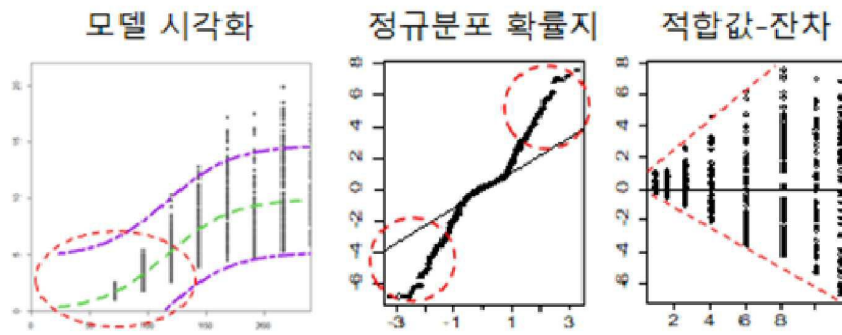
도면4a



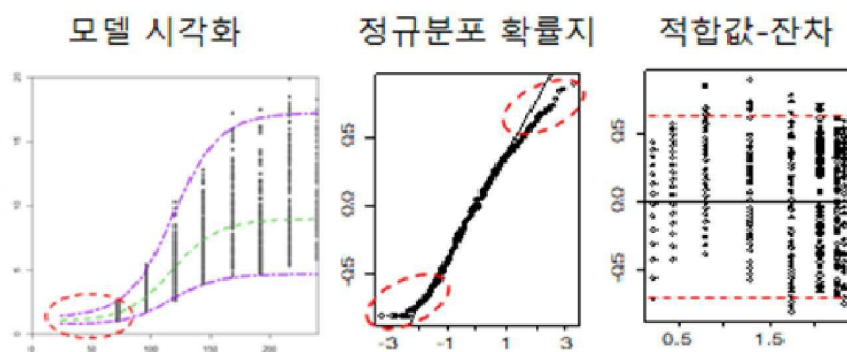
도면4b



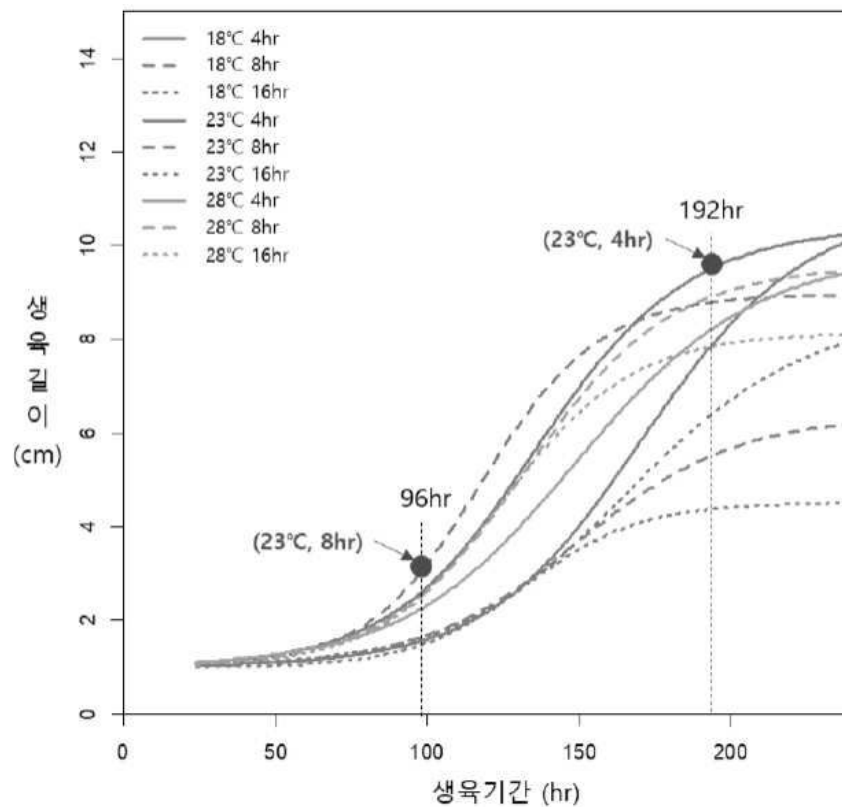
도면5a



도면5b



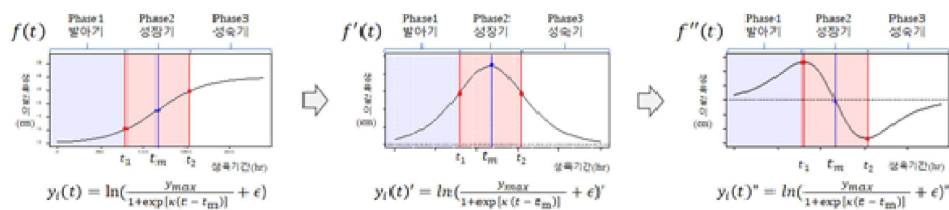
도면6a



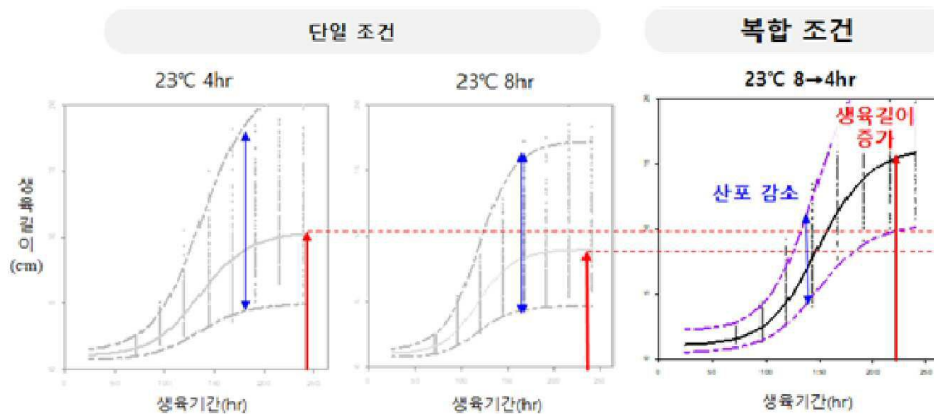
도면6b

생육기간		96hr (4일)		192hr (8일)	
항목		평균길이(cm)	표준편차	평균길이(cm)	표준편차
18℃	4hr	1.53	0.29	7.76	0.43
	8hr	1.6	0.31	5.48	0.33
	16hr	1.44	0.35	4.37	0.42
23℃	4hr	2.51	0.29	9.46	0.37
	8hr	2.89	0.28	8.78	0.33
	16hr	1.6	0.41	6.32	0.39
28℃	4hr	2.18	0.44	8.15	0.44
	8hr	2.42	0.45	8.88	0.41
	16hr	2.4	0.43	7.83	0.37

도면7



도면8a



도면8b

		일자별 평균					일별분산				
온도	일조량	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
23도	4	1.47	2.90	4.59	6.19	7.21	0.13	0.68	2.78	6.56	10.62
	8	1.60	3.13	5.11	7.25	8.66	0.15	0.98	2.90	5.08	10.25
복합조건		1.58	2.46	4.88	7.37	12.55	0.09	0.14	0.79	2.46	6.26

도면9

