



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01G 2/00 (2006.01); A01G 7/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015154981, 14.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.05.2014

Дата регистрации:
17.05.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
24.05.2013 EP 13169158.6

(43) Дата публикации заявки: 30.06.2017 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 17.05.2018 Бюл. № 14

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 24.12.2015

(86) Заявка РСТ:
IB 2014/061419 (14.05.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/188303 (27.11.2014)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**НИКОЛЬ Селин Катрин Сара (NL),
ОНАК Габриэль-Юджин (NL),
КРЕЙН Марселлинуc Петрус Каролус
Михал (NL),
ВАН ЭЧТЕЛТ Эстер Мария (NL)**

(73) Патентообладатель(и):

ФИЛИПС ЛАЙТИНГ ХОЛДИНГ Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2013000092 A1, 03.01.2013. RU
2332006 C1, 27.08.2008. RU 2369086 C1,
10.10.2009. JP 2008237161 A, 09.10.2008.

(54) ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕЦЕПТУРА СВЕТА ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

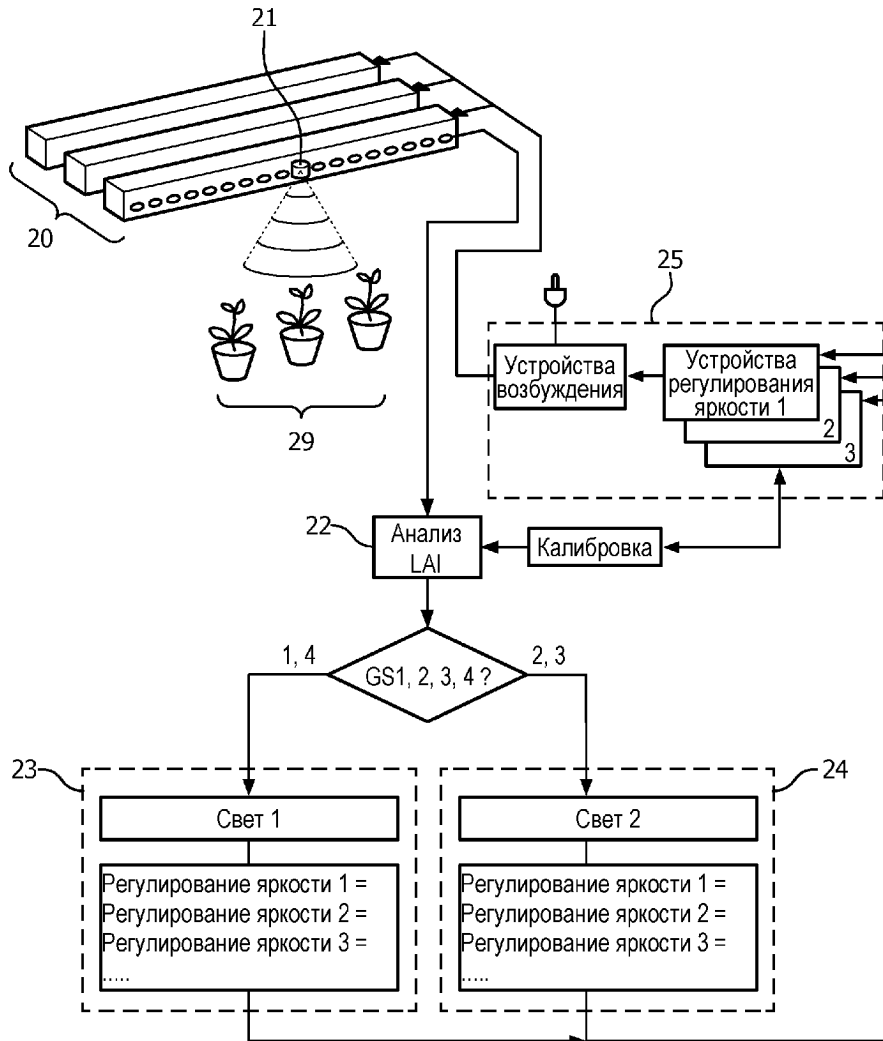
(57) Реферат:

Изобретения относятся к области сельского хозяйства, в частности к растениеводству. Способ содержит этапы, на которых: предоставляют по меньшей мере одну рассаду растения, определяют стадию роста по меньшей мере одной рассады растения, причем стадия роста является фазой в процессе развития по меньшей мере одной рассады растения, управляют спектральным составом света плантации для освещения упомянутой по меньшей мере одной рассады растения на основе упомянутой определенной стадии роста, и освещают по меньшей мере одну

рассаду растения светом плантации, где этап, на котором управляют спектральным составом света плантации, содержит этап, на котором обеспечивают дополнительный синий свет на хронологически более ранней стадии роста по сравнению с хронологически более поздней стадией роста. Система для выращивания рассады растения содержит источник (20) света для излучения света плантации для выращивания рассады (29) растения, датчик (21) для измерения особенности упомянутой рассады (29) растения, анализатор (22) для определения стадии роста

рассады растения на основе измеренной особенности рассады (29) растения и устройство (25) возбуждения для управления источником (20) света на основе стадии роста рассады (29) растения, причем устройство (25) возбуждения адаптировано для управления источником (20) света, так что свет плантации, излучаемый из источника (20) света, содержит дополнительный синий свет во время хронологически более ранней стадии роста рассады (29) растения по сравнению с хронологически более поздней стадией роста. Рецепт света для управления по меньшей мере одним источником света для освещения рассады растения светом плантации, причем рецепт света содержит спецификацию по меньшей мере двух разных настроек света, содержащих разное

соотношение синего/красного излучения, спецификацию по меньшей мере двух стадий роста для идентификации по меньшей мере двух фаз в хронологическом процессе развития упомянутой рассады растения, причем упомянутая спецификация упомянутой настройки света, содержащая самое большое соотношение синего/красного излучения, назначается для более ранней из по меньшей мере двух стадий роста в хронологическом процессе развития рассады растения. Носитель данных, содержащий рецептуру света, которая, когда исполняется в системе, выполняет способ. Изобретения позволяют улучшить управление морфологией рассады растений и процесс ее производства. 4 н. и 6 з.п. ф-лы, 7 ил.



ФИГ. 2

RU 2654259 C2

RU 2654259 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
A01G 2/00 (2018.01)
A01G 7/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A01G 2/00 (2006.01); *A01G 7/00* (2006.01)

(21)(22) Application: **2015154981, 14.05.2014**

(24) Effective date for property rights:
14.05.2014

Registration date:
17.05.2018

Priority:

(30) Convention priority:
24.05.2013 EP 13169158.6

(43) Application published: **30.06.2017 Bull. № 19**

(45) Date of publication: **17.05.2018 Bull. № 14**

(85) Commencement of national phase: **24.12.2015**

(86) PCT application:
IB 2014/061419 (14.05.2014)

(87) PCT publication:
WO 2014/188303 (27.11.2014)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskiji i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**NIKOL Selin Katrin Sara (NL),
ONAK Gabriel-Yudzhin (NL),
KREJN Marsellinus Petrus Karolus Mikhal
(NL),
VAN ECHELT Ester Mariya (NL)**

(73) Proprietor(s):

FILIPS LAJTING KHOLDING B.V. (NL)

(54) **DYNAMIC LIGHT RECIPE FOR HORTICULTURE**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: inventions relate to agriculture, in particular to horticulture. Method comprises the steps of: providing at least one plant seedling, determining a growth stage of the at least one plant seedling, wherein a growth stage is a phase in a development process of the at least one plant seedling, controlling the spectral composition of a grow light for illuminating the at least one plant seedling, based on the determined growth stage, and illuminating the at least one plant seedling with the grow light, where the step of controlling the spectral composition of the grow light comprises providing additional blue light in a chronologically earlier growth stage compared to a chronologically later

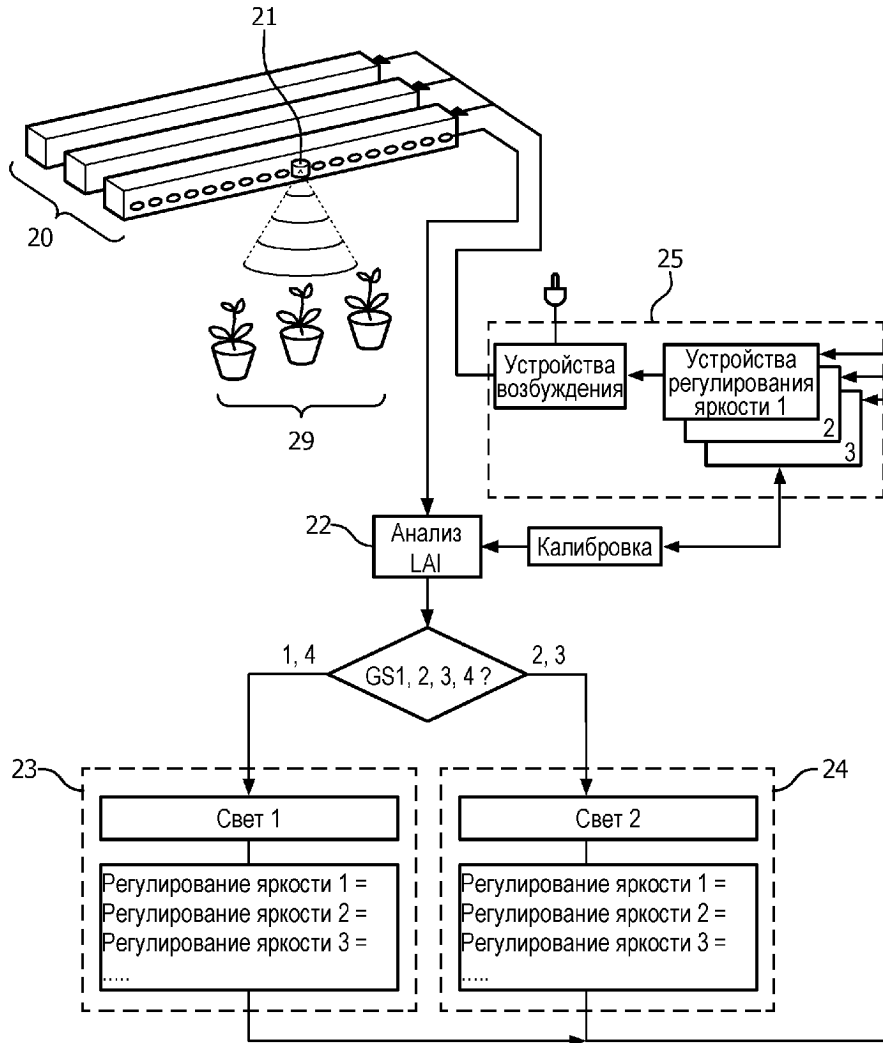
growth stage. Plant seedling growing system comprises light source (20) for emitting grow light for growing plant seedling (29), sensor (21) for measuring a property of plant seedling (29), analyser (22) for determining a growth stage of the plant seedling based on the measured property of plant seedling (29) and a driver (25) for controlling light source (20) based on the growth stage of plant seedling (29), wherein driver (25) is adapted for controlling light source (20), such that the grow light emitted from light source (20) comprises additional blue light during a chronologically earlier growth stage of the plant seedling (29) compared to a chronologically later growth stage. Light recipe for controlling at least one light source for illuminating a

plant seedling with grow light, the light recipe comprising a specification of at least two different light settings comprising a different blue/red radiation ratio, a specification of at least two growth stages for identifying at least two phases in a chronological development process of the plant seedling, wherein the specification of the light setting comprising the highest blue/red radiation ratio is assigned to the earlier of the

at least two growth stages in the chronological development process of the plant seedling. Data medium containing a light recipe which, when executed in the system, executes the method.

EFFECT: inventions make it possible to improve the management of the morphology of plant seedlings and the production process thereof.

10 cl, 7 dwg



ФИГ. 2

RU 2654259 C2

RU 2654259 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к использованию искусственного освещения, для того чтобы стимулировать рост и развитие растения, способа, который известен как растениеводческое освещение. Более конкретно, настоящее изобретение относится к осветительному плану для улучшенного роста рассады растений.

Предшествующий уровень техники

В применениях растениеводства есть садоводы, специализирующиеся на селекции и распространении рассады растений, и садоводы, специализирующиеся на выращивании этих растений далее, например, в теплицах, для производства овощей от растений.

В области производства рассады растений все более и более используется искусственное освещение. Искусственное освещение может быть основным источником света в применениях, таких как городское фермерство и/или многоярусные фермерские предприятия. В других применениях искусственное освещение обеспечивает дополнительный свет, который комбинируется с дневным светом.

В искусственном освещении светодиоды становятся все более и более популярными из-за их низкого потребления энергии, большого срока службы и гибкости конструкции (например, меньшей громоздкости, спектра излучения). В растениеводческой промышленности полезные воздействия светодиодов на рост растения все еще неизвестны большому числу профессионалов, и инвестиции в светодиодное освещение для применения растениеводства на основе сбережения энергии как таковые не всегда делаются из-за неопределенных других воздействий светодиодов на растения и производство растений. Дополнительные преимущества светодиодов должны быть исследованы и превращены в полезность и выгоду для садоводов.

Современные промышленные применения светодиодной технологии в растениеводстве используют светодиоды или светодиодные светильники с фиксированным спектром света, которые быть оптимизированы для специфических видов растений, и которые управляются способом включения/выключения, подобным использованию традиционного (например, HID) искусственного освещения.

Фиксированные спектры света типично имеют составляющую в синем, красном и дальнем красном диапазоне длин волн. Примеры светодиодных светильников для применения растениеводства включают в себя модули светодиодов GreenPower Philips.

Сущность изобретения

Когда садоводы выращивают рассады растений, конкретные морфологические аспекты рассады являются предпочтительными, как, например, большая площадь листа, твердые стебли и большая биомасса. Эти и другие атрибуты качества рассады растений являются важными для будущего роста растения в теплице и для полного производства овощей в конце. Вследствие этого, задачей изобретения является улучшить управление морфологией рассады растения и точную ее подстройку. Дополнительной задачей является улучшить процесс производства рассады растений, например, относительно времени, чтобы продавать рассаду, скорости или качества роста.

WO 2013/000092 раскрывает систему выращивания растений для выращивания одного или более растений растений в среде, управляемой компьютером, причем компьютер управляет средой в соответствии с формулой. Система соединена с центром обмена и передачи данных через интернет для совместного использования и распределения формул для управления выращиванием растения в системе. Система светодиодного освещения может включать в себя светодиоды и является регулируемой по цвету и интенсивности. Например, система светодиодного освещения включает в себя один или несколько цветов красного, зеленого, синего, желтого, инфракрасного и

ультрафиолетового. Разные цвета могут пропорционально комбинироваться. Интенсивность света каждого цвета может быть регулируемой в соответствии с потребностями выращивания растения на разных стадиях выращивания.

5 Полезная модель CN 202 696 956 U раскрывает адаптивную светодиодную лампу дополнения точного добавления света для выращивания растения, содержащую модуль источника электропитания, модуль схемы обнаружения, модуль схемы управления, модуль регулируемой схемы дополнения света и группу многоядерных модулей светодиодов. В соответствии с полезной моделью, в соответствии с внешними условиями освещения, окружающей температурой и другими факторами, и различием требования количества света растения на разных фазах роста, реализуется независимая работа матриц светодиодов красного и синего свечения, точное добавление света адаптивно обеспечивается для растения в теплице.

15 Рассада является молодым растением, развивающимся из зародыша растения из семени. Развитие рассады начинается с прорастания семени. Типичная молодая рассада состоит из трех основных частей: зародышевый корень (первичный корешок), зародышевый побег (гипокотиль) и листья семени (семядоли). Два класса цветущих растений отличаются их числом листьев семени: однодольные (односемядольные) имеют один узкий лист семени, в то время как двудольные (двусемядольные) обладают двумя круглыми листьями семени. Часть зародыша семени, которая развивается в побег, производит первые настоящие листья растения. Двудольные рассады, выращенные при подходящих условиях освещения, развивают короткие побеги и открывают листья семени, экспонируя эпикотиль, т.е. зародышевый побег выше листьев семени. Когда начинается фотосинтез рассады, она больше не зависит от запасов энергии семени. Первые «настоящие» листья увеличиваются и могут часто отличаться от круглых листьев семени из-за их особых форм, зависящих от вида. Когда растение растет и развивает дополнительные листья, листья семени, в конце концов, стареют и опадают. Процесс выращивания и развития рассады проиллюстрирован на фиг. 1. Рассады воспринимают свет через рецепторы света, фитохромные (красного и дальнего красного света) и криптохромные (синего света).

30 Изобретатели обнаружили, что процесс производства рассады растений может быть улучшен с помощью изменения количества искусственного света, обеспечиваемого на разных стадиях роста во время процесса выращивания рассады от семени до рассады. В частности, изобретатели обнаружили, что обеспечение рассады дополнительным синим светом на ранней стадии роста, например, на стадии развития листьев семени и первого настоящего листа, является выгодным для улучшения биомассы и площади листа конечных растений рассады. Считается, что это воздействие дополнительного синего света улучшает создание и подготовку листьев для процесса фотосинтеза и/или при открытии устьица. Красный свет на более поздних стадиях процесса выращивания рассады затем используется, чтобы эффективно управлять процессом фотосинтеза.

40 Часто спектры света для выращивания растений определяются в понятиях соотношения синий/красный, соотношения красный/дальний красный, потока фотонов в $\mu\text{mol/s}$ и т.д. Спектр света может обеспечиваться комбинированием отдельных источников синего, красного, дальнего красного (и, возможно, более дальнего) света или может обеспечиваться с помощью предварительно сконфигурированного источника света, излучающего спектр света, соответствующий соотношениям синий/красный и красный/дальний красный, и потоку фотонов, по желанию. Термин «дополнительный» синий свет на некоторых из стадий роста относится к «более высокому» соотношению синий/красный в спектре света плантации (сельскохозяйственной лампы)

относительно соотношения синий/красный, известного из спектра света предшествующего уровня техники для выращивания рассады растений, или относительно соотношения синий/красный, используемого на других стадиях роста, не использующих дополнительный синий цвет.

5 Таким образом, раскрыта осветительная система для роста рассады растения, включающая в себя по меньшей мере один источник света для освещения рассады растения светом плантации во время стадий роста процесса выращивания рассады растения, и контроллер для управления распределением спектральной мощности света плантации, излучаемого из источника света, так что свет плантации по меньшей мере
10 на некоторых стадиях роста процесса выращивания рассады растения, содержит больше энергии в синем диапазоне длин волны, чем на других стадиях роста процесса выращивания рассады растения. В вариантах осуществления дополнительный синий свет обеспечивается по меньшей мере на одной из стадии роста, где развиваются листья семени, и стадии роста, где развивается первый настоящий лист.

15 В вариантах осуществления процесс выращивания рассады растения выполняется в присутствии дневного света, а осветительная система включает в себя датчик для измерения распределения спектральной мощности дневного света, а контроллер дополнительно адаптирован управлять распределением спектральной мощности света плантации, излучаемого из источника света, на основе распределения спектральной
20 мощности дневного света и желаемого дополнительного синего света, если применим на стадии роста.

В другом аспекте раскрыт производственный процесс растениеводства для выращивания рассады растения. Процесс включает в себя обеспечение источника света для освещения рассады растения светом плантации и управление распределением
25 спектральной мощности света плантации, так что свет плантации, по меньшей мере, на некоторых стадиях роста процесса выращивания рассады растения содержит больше энергии в синем диапазоне длин волн, чем на других стадиях роста процесса выращивания рассады растения. В предпочтительных вариантах осуществления процесс включает в себя обеспечение дополнительного синего света, по меньшей мере, на стадии
30 роста, где развиваются листья семени, и стадии роста, где развивается первый настоящий лист.

Изобретение также относится к способу для управления морфологией рассады растения с помощью использования рецептуры светодиодного света, динамически
35 изменяющегося во времени по определенному шаблону, в зависимости от стадии роста рассады растения в процессе выращивания. Рецепттура светодиодного света в присутствии изменяющегося дневного света может дополнительно постоянно регулироваться так, что общая величина синий/красный, красный/дальний красный и PSS (стационарное состояние фитохрома) всего света плантации (искусственного света и дневного света) находится в соответствии с рецептурой света для различных стадий процесса
40 выращивания.

Осветительная система и производственный процесс растениеводства для выращивания рассады растений обеспечивает преимущества лучшего управления производством рассады растений и распространения семян, предсказуемые скорость
45 роста и качество, более короткое время, чтобы продавать, лучшее управление морфологическими атрибутами рассады растения (например, площади листа, длины и толщины стебля, полной биомассы) и обеспечение растений с большей биомассой.

Конкретные и предпочтительные аспекты изобретения описаны в сопровождающих независимых и зависимых пунктах формулы изобретения. Признаки из зависимых

пунктов формулы изобретения могут быть скомбинированы с признаками независимых пунктов формулы изобретения и с признаками других зависимых пунктов формулы изобретения при необходимости, а не только, как явно описано в формуле изобретения. Для целей обобщения изобретения и преимуществ, достигаемых относительно

5 предшествующего уровня техники, определенные задачи и преимущества изобретения были описаны в настоящей заявке выше. Конечно, следует понимать, что не обязательно все такие задачи или преимущества могут достигаться в соответствии с конкретным вариантом осуществления изобретения. Таким образом, например, специалисты в

10 данной области техники поймут, что изобретение может быть осуществлено или выполнено способом, который достигает или оптимизирует одно преимущество или группу преимуществ, как преподано в настоящей заявке, без обязательного достижения других задач или преимуществ, как может преподаваться или предлагаться в настоящей заявке.

Краткое описание чертежей

15 Фиг. 1 - общее представление процесса выращивания рассады растения.

Фиг. 2 - осветительная система в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

Фиг. 3 - осветительная система в соответствии с другим вариантом осуществления изобретения.

20 Фиг. 4 изображает вариант осуществления динамической рецептуры света в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

Фиг. 5 изображает предысторию света во время экспериментов с использованием освещения в соответствии с вариантом осуществления изобретения (красный) и контрольным экспериментом (черный).

25 Фиг. 6 изображает увеличение сырого веса вследствие динамической рецептуры света в соответствии с вариантом осуществления изобретения в сравнении с освещением дневного света.

30 Фиг. 7 изображает увеличение индекса площади листа (LAI) в эксперименте на рассаде огурца с использованием динамической рецептуры света в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

Чертежи являются только схематическими, а не ограничивающими. На чертежах размер некоторых из элементов может быть увеличен, а не начерчен в масштабе для иллюстративных целей.

35 Любые ссылочные символы в формуле изобретения не должны быть истолкованы как ограничивающие рамки объема. На разных чертежах одинаковые ссылочные символы относятся к одним и тем же или аналогичным элементам.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

40 В настоящем описании термин «рецептура света» определен как свет, обеспеченный светильником (например, на основе светодиодов, органических светодиодов или лазеров), и обеспечивающий управляемое количество фотонов в управляемом спектральном диапазоне в течение некоторого времени. Иначе говоря, рецептура определяет спектр и интенсивность света в течение некоторого времени. Могут быть сконструированы светильники, которые являются настраиваемыми по цвету и

45 регулируемым по интенсивности, для того чтобы осуществлять несколько рецептов света из одного светильника. Термин «динамическая рецептура света» является рецептурой света, которая изменяется (по спектру и интенсивности) как функция времени, где время выражается в единицах, соответственных для растениеводческих

процессов выращивания. Термин «динамическая рецептура света стадии роста» является динамической рецептурой света, которая будет изменяться во времени как функция стадии роста или индекса площади листьев растения. «Индекс площади листа (LAI)» является известным параметром, используемым садоводами, чтобы измерять стадию

5 роста растения и продуктивность. Это безразмерная величина, определенная как односторонняя площадь зеленого листа на единицу площади поверхности земли. Имеется прямая зависимость между LAI и улавливанием света, которая используется, чтобы предсказывать первичную производительность фотосинтеза в сомкнутой кроне.

10 «Красный свет» считается излучением в диапазоне длин волн приблизительно от 620нм до приблизительно 700нм, «синий свет» считается излучением в диапазоне длин волн приблизительно от 400нм до приблизительно 500нм и «дальний красный свет» считается излучением в диапазоне длин волн приблизительно от 700нм до приблизительно 800нм.

Термин «качество света» относится к спектральному распределению света. Термин «PAR» означает фотосинтетическую активную радиацию и обозначает спектральный

15 диапазон солнечной радиации от 400 до 700 нм. Термин «PSS» относится к стационарному состоянию фитохрома, как определено в публикации «Photosynthetic efficiency and phytochrome photoequilibria determination using spectral data» J.C. Sager et al 1988 American society of agriculture engineers 001-3251/88/3106-1882. PSS устанавливается с помощью умножения энергетической освещенности на каждой длине волны на

20 относительное поглощение на этой длине волны для каждого вида фитохрома (r-фитохрома и fr-фитохрома). Термин «интеграл ежедневного света (DLI)» является количеством света PAR, принимаемого каждый день, как функция интенсивности света (мгновенного света в $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{d}$) и длительности (дня). Он выражается в молях света (mol) на квадратный метр ($/\text{m}^2$) в день ($/\text{d}$) или $\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{d}$.

25 Изобретатели выполнили серию экспериментов с использованием светодиодного освещения, управляемого датчиком, чтобы проверить несколько гипотез относительно динамических рецептов света. Эксперименты повторялись и проверялись множество раз на множестве копий рассад растений. Выращивание рассад растений

30 короткоплодных огурцов включало в себя динамическую рецептуру света, зависящую от стадии роста, из семян в течение периода от 2 до 3 недель при двух разных качествах света. Первое качество света имело бы преобладание в синем свете по сравнению с красным светом (например, соотношение синий/красный, равное 50/50), в то время как второе качество света имело бы процентное отношение синего света, уменьшенное на

35 20% или менее по сравнению с полным количеством света (например, соотношение синий/красный, равное 20/80). В экспериментах первое качество света применялось в течение первого периода в процессе выращивания рассады, а второе качество света применялось в течение второго периода в процессе выращивания рассады, после первого периода. Накопленная доза света в mols/m^2 (фотонах на единицу площади), принятая

40 рассадой растения при вышеупомянутой динамической рецептуре света, схематически изображена на фиг. 4. Рассады, выращенные при светодиодном освещении («тестовые») затем сравнивались с рассадой, выращенными при 100% дневном свете («контрольными»). Как тестовые, так и контрольные рассады приняли одинаковую интенсивность света, только качество было разным (например, разное соотношение синий/красный). PSS поддерживалось одинаковым, так как известно, что PSS могло

45 бы сильно влиять на морфологию растения. Результаты, полученные из экспериментов, проведенных осенью и зимой, были похожими и дали одинаковые тенденции. Фиг.5 изображает предысторию света во время экспериментов для тестовых рассад (красная) и контрольных рассад (черная). Суммы света представляют полное количество света

PAR, измеренного с помощью датчика PAR. PARsum1 (черная кривая) получена из данных, собранных датчиком в контрольном эксперименте с дневным светом, а PARsum2 (красная кривая) получена из данных, собранных датчиком в тестовом эксперименте со светодиодами. Из данных, собранных таким образом, изобретатели вычисляли

5 полный интеграл ежедневного света (mol/m^2 в день). Графики на фиг. 5 изображают накопленные суммы дневного света в течение всего периода экспериментов (20 дней). График слева изображает, что, как контрольный эксперимент, так и тестовый эксперимент, применяли очень похожие количества света PAR во время экспериментов. Графики справа изображают отдельно количество синего света относительно красного

10 света в свете, примененном в экспериментах. Поскольку имеется значительное различие в качестве рецептуры света, накопленная сумма в течение первого периода и накопленная сумма в течение второго периода изображены со сбросом до нуля между ними. Это представление лучше иллюстрирует разные соотношения синий/красный в первом относительно второго периода освещения. Кривые иллюстрируют почти 50-

15 50% вклад синего света и красного света в первом периоде эксперимента, в то время как во втором периоде количество красного света в тестовом эксперименте сильно увеличено, в то время как синий свет в тестовом эксперименте уменьшен по сравнению с дневным светом в контрольном эксперименте. Следует заметить, что в тестовых экспериментах, где изобретатели использовали динамическую рецептуру света,

20 обеспеченного из светодиодных светильников, был небольшой вклад присутствия дневного света. В дневном свете обычно имеется приблизительно 35% зеленого света, 38% красного света, 27% синего света. Следовательно, соотношение синий/красный в дневном свете приблизительно равно 1,4. В динамической рецептуре света, использованной в эксперименте, соотношение, использованное в течение первого

25 периода процесса выращивания, было немного ниже (от 1 до 1,25), поскольку изобретатели использовали больше синего света, чем имеется в естественном дневном свете, в течение этого первого периода в процессе выращивания. Таким образом, на практике, когда садовод может использовать значительное количество вклада дневного света, он должен добавлять больше синего света, чтобы регулировать рецептуру света

30 на первой фазе процесса выращивания, и значительно больше красного света на второй фазе процесса выращивания, для того чтобы получать похожие результаты. Значительным преимуществом динамического светодиодного освещения с использованием динамической рецептуры света, описанной выше, может быть то, что рассады, выращенные с использованием динамической рецептуры света, показывали

35 увеличение полной биомассы (до 50%) с аналогичным процентным отношением сухого веса. На морфологию также было оказано влияние, так как тестовые рассады имели до 30% увеличения LAI. Фиг. 6 изображает увеличение сырого веса вследствие динамической рецептуры света (тестового) по сравнению с освещением дневного света (контрольного). Фиг. 7 изображает увеличение индекса площади листа (LAI) в

40 экспериментах на рассадах огурцов и сравнивает тестовые и контрольные рассады.

Изобретатели также выполняли эксперименты со статическими рецептурами света, т.е. рецептурами света, обеспечивающими искусственный свет, который не изменяется как функция растениеводческого процесса выращивания, чтобы сравнивать их со 100% дневным светом. Эти эксперименты проводились в июле и в октябре 2012 г.

45 Эксперименты показали аналогичные полные биомассы и аналогичные LAI, как для статических рецептур света, так и 100% дневного света. Несмотря на то, что качество света, обеспечиваемое статическими рецептурами света, не изменялось между разными стадиями в росте рассады растений, эти рецептуры включают в себя ритм день/ночь.

Большинство рассад требуют ритм день/ночь. Ночное время обычно равно минимум 6 часов и может, например, следовать естественному ритму восход/закат. Однако в зимнем сезоне, когда дни короче, рецептуры света могут обеспечивать искусственный свет выращивания сверх естественного периода времени дня, например, продолжаться после заката. Конечно, садоводы не будут пытаться создавать условия летнего дневного света во время зимнего сезона, это не было бы эффективным по стоимости. Обычно определяется минимальный интеграл ежедневного света, чтобы сбалансировать стоимость выращивания и энергии. Таким образом, в виду вышеупомянутого, рецептуры света могут быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечивать ежедневную дозу фотонной энергии, имеющей некоторый спектр длины волны, для рассады растений. В предпочтительном варианте осуществления в присутствии дневного света интеграл ежедневного света может быть измерен и принят во внимание при выполнении рецептуры света, так что количество накопленного света за день, принятого рассадными растениями, является более или менее постоянным независимо от солнечных или облачных дней. Это может быть выполнено с помощью увеличения или уменьшения яркости и/или регулирования спектра источников искусственного света в зависимости от измеренного интеграла ежедневного света. В средах растениеводства, не имеющих или имеющих очень ограниченную составляющую естественного дневного света, таких как городские фермы, средний интеграл ежедневного света, созданный с помощью искусственного света и дневного света (если есть), обычно выше, чем был бы средний интеграл естественного ежедневного света.

В заключении, динамические рецептуры света, обеспечивающие большее процентное отношение синего света на ранней стадии роста (в экспериментах это были стадии роста листьев семени и роста первого настоящего листа) создают повышение LAI и образование биомассы рассад. Когда динамические рецептуры света переключаются в менее синий свет или более красный свет на более поздних стадиях (в экспериментах это были стадии дополнительно роста листьев), имеющих уже увеличенную площадь листа, чем на более ранних стадиях, рост теперь дополнительно оптимизируется для фотосинтеза и общего роста.

Фиг. 2 изображает вариант осуществления осветительной системы для осуществления динамической рецептуры света. Последовательность светодиодных светильников 20 обеспечивается с отдельно регулируемым по яркости, излучением синего, красного и дальнего красного цвета. Каждый светодиодный светильник может быть сконструирован с возможностью излучения всех трех цветов (синего, красного и дальнего красного), причем каждый цвет является отдельно регулируемым по яркости. В качестве альтернативы, система может содержать отдельные светодиодные светильники на цвет, причем каждый светильник является отдельно регулируемым по яркости, причем светильники расположены в непосредственной близости, чтобы одинаково мочь обеспечивать комбинацию синего света, красного света и дальнего красного света в каждом местоположении. Вместо или дополнительно к реечным светильникам, изображенным на фиг. 2, система может также содержать мозаичный светильник, похожий на потолочные мозаичные светильники. По меньшей мере, один из светодиодных светильников содержит датчик 21 для мониторинга роста рассад 29 растений, например, посредством датчика LAI. Данные из датчика LAI анализируются в процессоре 22, и на основе результатов данных LAI определяется, на какой стадии процесса выращивания находятся рассадные растения. В этом конкретном примере, если фактическая стадия роста является GS2 или GS3, представляющей рост листьев семени относительно роста первого настоящего листа, тогда выбирается (24) рецептура 2 света с подходящими

значениями регулирования яркости, значениями DIM1, DIM2 и DIM3, для регулирования яркости светодиодов синего свечения, красного свечения и дальнего красного свечения, таким образом, чтобы получить правильные соотношения синего/красного и красного/дальнего красного освещения из светодиодных светильников. Значения регулирования яркости затем предоставляются в устройства 25 управления светодиодными светильниками для эффективного управления светодиодными светильниками с возможностью излучения запрошенного синего, красного и дальнего красного излучения. Если в этом конкретном примере фактическая стадия роста является GS1 или GS4, представляющей развитие корня и побега относительно дополнительного развития листьев, тогда выбирается (23) рецептура 1 света с подходящими значениями регулирования яркости, значениями DIM1, DIM2 и DIM3, для регулирования яркости светодиодов синего свечения, красного свечения и дальнего красного свечения, таким образом, чтобы получить правильные соотношения синего/красного и красного/дальнего красного освещения из светодиодных светильников. Значения регулирования яркости затем предоставляются в устройства 25 управления светодиодными светильниками для эффективного управления светодиодными светильниками с возможностью излучения запрошенного синего, красного и дальнего красного излучения. Специалист поймет, что регулирование яркости светодиодных светильников может осуществляться разными способами. Фиг. 2 изображает три устройства регулирования яркости в блоке 25 для регулирования яркости синего света, красного света и дальнего красного света, соответственно. Три изображенных устройства регулирования яркости не обязательно связаны с тремя светодиодными светильниками в отношении «один к одному». Если, например, каждый светодиодный светильник включает в себя светодиоды синего свечения, красного свечения и дальнего красного свечения, тогда каждый светодиодный светильник будет управляться из всех трех устройств регулирования яркости. Однако, если каждый светодиодный светильник включает в себя только светодиоды одного и того же свечения, тогда светодиодный светильник со светодиодами синего свечения может управляться устройством регулирования яркости синего цвета, светодиодный светильник со светодиодами красного свечения может управляться устройством регулирования яркости красного цвета, а светодиодный светильник со светодиодами дальнего красного свечения может управляться устройством регулирования яркости дальнего красного цвета.

Вариант осуществления, изображенный на фиг. 3, изображает осветительную систему для осуществления динамической рецептуры света в теплицах, где петля обратной связи из одного или более датчиков света используется, чтобы компенсировать изменения дневного света в соотношении красный/дальний красный, соотношении синий/красный и значения PSS. Установка, изображенная на фиг. 3, включает в себя по меньшей мере три светодиодных светильника 30, причем каждый содержит светодиоды красного свечения, дальнего красного свечения и синего свечения, которые являются независимо регулируемы по яркости. Входной сигнал из камеры 31 может использоваться, чтобы собирать изображения рассады 39 растений. Фактическая стадия роста затем может быть вычислена, и подходящее значение соотношений света затем может определяться с помощью алгоритма динамической рецептуры света в процессоре 32. Значения регулирования яркости затем могут передаваться в контроллер и в устройство 35 управления светодиодных светильников 30. В качестве альтернативы, вместо полного автоматического определения стадии роста и переключения рецептур света, изображения рассады растений и вычисление LAI могут передаваться садоводу, который затем автономно решает то, когда переключаться на другую рецептуру света. Этот

альтернативный вариант осуществления обеспечивает садоводов возможностью проверять и точно подстраивать динамические рецептуры света и временные соотношения. Один или два датчика 33, 34 света могли бы использоваться, что управлять полным светом, принятым рассадой растений, когда, как светодиодные светильники, так и дневной свет существенно вносят вклад в освещение рассады. Было показано, что, когда дневной свет составляет более чем 20% всего света, поступающего на рассады растений в день, тогда является предпочтительным активно управлять соотношением красный/дальний красный и соотношением синий/красный, а также значением PSS, чтобы гарантировать правильную обработку качеством света. Один или более датчиков могут использоваться в управлении качеством света полного количества света, принятого рассадой растения. Когда используется только один датчик, например, датчик 34, который может считывать количества света в разных спектральных диапазонах, тогда могут выбираться соотношения синий/красный и красный/дальний красный и интенсивности света дневного света и из них вычисляются желаемые соотношения и интенсивности света для светодиодного света и подаются в контроллер 35 для возбуждения светодиодных светильников 30, так что сумма дневного света и светодиодного света, принятого рассадой 39 растений, соответствует установкам рецептуры света. Калибровка светодиодов может быть полезной, чтобы гарантировать правильное вычисление соотношений, количества дневного света, полной интенсивности объединенного дневного света и светодиодного света и т.д. В конкретном варианте осуществления, где используется только один датчик 34, затенение дневного света светодиодными светильниками не принимается во внимание, так как под светодиодными светильниками нет датчика, чтобы измерять фактический дневной свет, принятый рассадой растений. Такой датчик может быть без труда обеспечен как дополнительный датчик 33. Также датчик 33 может быть в состоянии считывать количества света в разных спектральных диапазонах. Когда используются два датчика 33, 34, система не нуждается в сложной или регулярной калибровке, а алгоритм для определения значений регулирования яркости для светодиодных светильников может непосредственно компенсировать изменения дневного света и затенение при управлении устройствами управления светодиодами по цвету или спектральному диапазону. С использованием системы, как изображено на фиг. 3, алгоритм динамической рецептуры света может оптимизироваться для наиболее эффективного использования дневного света, например, использования 100% дневного света в солнечные дни и компенсировать в дни, когда имеется меньше дневного света, с помощью переключения светодиодов в более высокие значения интенсивности, а также, возможно, продлевать продолжительность дня, чтобы соответствовать энергии, принятой рассадой растений в дни, когда дневной свет был очень сильным, способом, когда интеграл ежедневного света является более или менее постоянным, что предусматривает более постоянное и предсказуемое производство рассады.

В общих чертах, варианты осуществления осветительной системы для осуществления динамической рецептуры света могут содержать один или более, или любую комбинацию из следующих признаков:

- Источник света, содержащий множество монохромных излучающих ламп (светодиодных, органических светодиодных или ламп на основе лазера, или других ламп с фильтрами), которые излучают излучение в красном (620 нм до 700 нм), в синем (400 нм - 500 нм) и в дальнем красном (700 нм - 800 нм) диапазоне длин волн. Каждый отдельный цвет или диапазон длин волн мог бы быть спектрально определен с длиной волны от 10 нм до 100 нм.

- Источник света, имеющий по меньшей мере один датчик, чтобы осуществлять мониторинг состава дневного света и регулировать рецептуры освещения с помощью регулирования яркости по меньшей мере 3 канала (красного света, дальнего красного света, синего света), чтобы задавать точные соотношения между красным/дальним красным и синим/красным со специфическим диапазоном PSS.

- Система датчиков, которая может измерять интенсивность дневного света по меньшей мере в 3 разных диапазонах цвета (приблизительно от 400 нм до приблизительно 500 нм для синего цвета, приблизительно от 600 нм до приблизительно 700 нм для красного цвета и приблизительно от 700 нм до приблизительно 800 нм для дальнего красного цвета).

- Источник света, имеющий широкополосный спектр излучения (например, с использованием фосфора). В таком случае также могли бы вычисляться соотношения между красным цветом, синим цветом и дальним красным цветом. Эти источники света могут, например, использоваться, чтобы обеспечивать освещение с известными соотношениями цветов и управляемой базовой интенсивностью, сверх которой могут использоваться управляемые светодиоды, чтобы подстраивать соотношения и интенсивности цветов.

- Источник света, светильник или система, в которой каждый отдельный цвет (синий, красный и дальний красный) является независимо управляемым и/или регулируемым по яркости.

- Автоматическое обнаружение стадии роста рассады растения с помощью ежедневной оценки LAI с использованием web-камеры или другого пикселизованного датчика.

- Оценка стадии роста рассады растения на основе интеграла света и интеграла температуры из инструмента моделирования.

- Система мониторинга растений (web-камера или устройство, такое как PlantEye от компании Phenospex B. V. в Нидерландах) для обнаружения стадии роста растения в комбинации с системой управления светом, чтобы адаптировать качество света в соответствии со стадией роста.

Динамические рецептуры света могут содержать:

- Составляющую дальнего красного излучения, такую что значение PSS светодиодного света является сопоставимым с PSS дневного света (приблизительно, 0,72).

- На стадиях роста растений развития листьев семени и развития первого настоящего листа, рецептура света имеет преобладающий синий цвет, делающий соотношение интенсивности красного цвета к синему цвету близким к 1, причем дополнительно полная комбинация интенсивности красного цвета, синего цвета и дальнего красного цвета обеспечивает значение PSS, близкое к значению PSS естественного дневного света.

Несмотря на то что изобретение было подробно проиллюстрировано и описано на чертежах и в предыдущем описании, такая иллюстрация и описание должны считаться пояснительными или иллюстративными, а не ограничительными. Изобретение не ограничено раскрытыми вариантами осуществления.

Специалисты в данной области техники могут понять и выполнить другие изменения в раскрытые варианты осуществления при осуществлении заявленного изобретения, из изучения чертежей, из раскрытия и прилагаемой формулы изобретения. В формуле изобретения слово «содержащий» не исключает другие элементы или этапы, и формы единственного числа не исключают множественность. Один процессор или другое устройство может выполнять функции нескольких элементов, перечисленных в формуле

изобретения. Тот факт, что определенные меры перечислены во взаимно зависимых разных пунктах формулы изобретения, не указывает, что комбинация этих мер не может с успехом использоваться. Компьютерная программа для выполнения рецептов света, раскрытых в настоящей заявке, может сохраняться/распространяться на подходящем носителе, таком как оптический носитель памяти или твердотельный носитель, поставляемый вместе с другим аппаратным обеспечением или как его часть, а также может распространяться в других видах, таких как через интернет или другие проводные или беспроводные телекоммуникационные системы. Любые ссылочные обозначения в формуле изобретения не должны истолковываться как ограничивающие формулу изобретения.

Предыдущее описание детализирует конкретные варианты осуществления изобретения. Однако будет понятно, что независимо от того, как детализированное вышесказанное появляется в тексте, изобретение может быть реализовано многими способами. Следует заметить, что использование особенной терминологии при описании конкретных признаков или аспектов изобретения, не должны браться, чтобы означать, что терминология переопределяется в настоящем описании как ограничительная, чтобы включать в себя любые специфические характеристики признаков или аспектов изобретения, с которыми ассоциируется эта терминология.

(57) Формула изобретения

1. Способ для выращивания рассады растений, содержащий этапы, на которых: предоставляют по меньшей мере одну рассаду растения, определяют стадию роста по меньшей мере одной рассады растения, причем стадия роста является фазой в процессе развития по меньшей мере одной рассады растения, управляют спектральным составом света плантации для освещения упомянутой по меньшей мере одной рассады растения на основе упомянутой определенной стадии роста, и освещают упомянутую по меньшей мере одну рассаду растения светом плантации, где этап, на котором управляют спектральным составом света плантации, содержит этап, на котором обеспечивают дополнительный синий свет на хронологически более ранней стадии роста по сравнению с хронологически более поздней стадией роста.
2. Способ по п. 1, в котором упомянутая стадия роста является одной из стадии корня и побега, стадии развития листа рассады, стадии развития первого настоящего листа и стадии развития дополнительных листьев, и при этом хронологически более ранняя стадия является одной из стадии развития листа рассады или стадии развития первого настоящего листа.
3. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором этап, на котором управляют спектральным составом упомянутого света плантации, содержит этап, на котором управляют соотношением синего/красного излучения, при этом этап, на котором обеспечивают дополнительный синий свет, содержит этап, на котором управляют соотношением синего/красного излучения упомянутого света плантации так, чтобы оно было приблизительно более чем 20/80, предпочтительно приблизительно 50/50.
4. Способ по п. 1 или 2, в котором этап, на котором определяют стадию роста упомянутой по меньшей мере одной рассады растения, содержит этап, на котором измеряют индекс площади листа.
5. Система для выращивания рассады растения, содержащая источник (20) света для излучения света плантации для выращивания рассады (29) растения,

датчик (21) для измерения особенности упомянутой рассады (29) растения, анализатор (22) для определения стадии роста упомянутой рассады растения на основе упомянутой измеренной особенности рассады (29) растения и

5 устройство (25) возбуждения для управления упомянутым источником (20) света на основе стадии роста рассады (29) растения,

причем устройство (25) возбуждения адаптировано для управления источником (20) света, так что свет плантации, излучаемый из источника (20) света, содержит дополнительный синий свет во время хронологически более ранней стадии роста рассады (29) растения по сравнению с хронологически более поздней стадией роста.

10 6. Система по п. 5, в которой упомянутый источник (20) света дополнительно содержит по меньшей мере один управляемый по интенсивности синий источник излучения света, предпочтительно светодиод синего свечения, и по меньшей мере один управляемый по интенсивности красный источник излучения красного света, предпочтительно светодиод красного свечения, и при этом устройство (25) возбуждения
15 дополнительно адаптировано управлять соотношением синего/красного излучения излучаемого света плантации, так что дополнительный синий свет обеспечивается в соотношении синего/красного излучения, приблизительно более чем 20/80, предпочтительно приблизительно 50/50.

7. Система по любому из пп. 5 или 6, в которой датчик (21) адаптирован измерять
20 индекс площади листа рассады (29) растения.

8. Система по п. 5 или 6, дополнительно содержащая по меньшей мере один датчик (34) света для измерения спектрального состава дневного света, причем устройство (35) возбуждения дополнительно адаптировано для управления источником (30) света на основе состава дневного света.

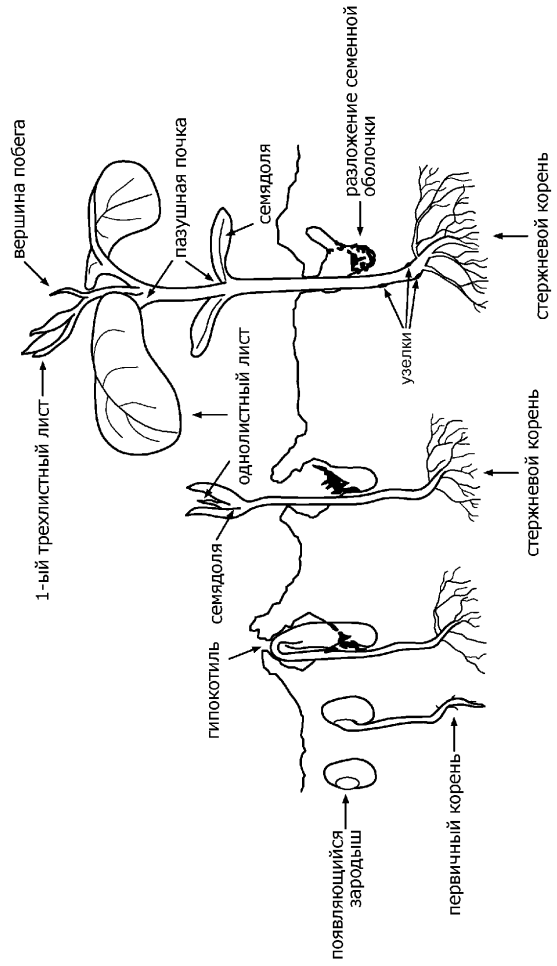
25 9. Рецепт света для управления по меньшей мере одним источником света для освещения рассады растения светом плантации, причем рецепт света содержит спецификацию по меньшей мере двух разных настроек света, содержащих разное соотношение синего/красного излучения,

спецификацию по меньшей мере двух стадий роста для идентификации по меньшей
30 мере двух фаз в хронологическом процессе развития упомянутой рассады растения, причем упомянутая спецификация упомянутой настройки света, содержащая самое большое соотношение синего/красного излучения, назначается для более ранней из по меньшей мере двух стадий роста в хронологическом процессе развития рассады растения.

35 10. Носитель данных, содержащий рецепт света по п. 9, которая, когда исполняется в системе по п. 5, выполняет способ по п. 1.

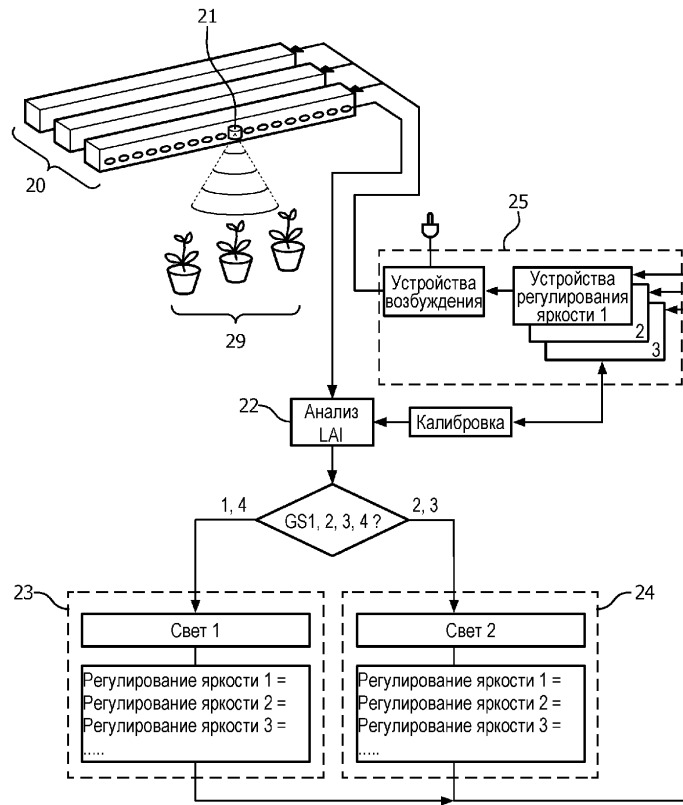
40

45



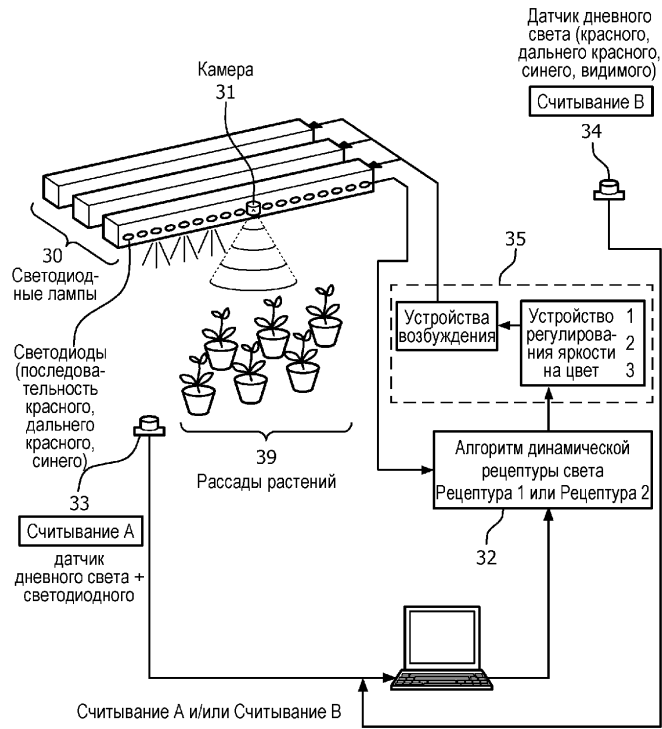
ФИГ. 1

2/7



ФИГ. 2

3/7



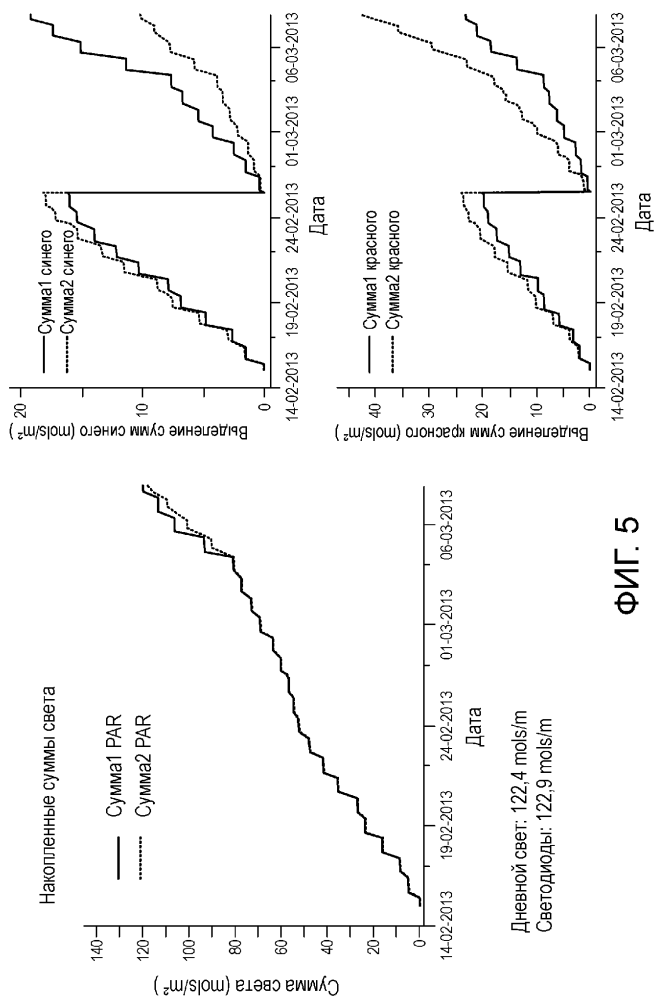
ФИГ. 3

4/7

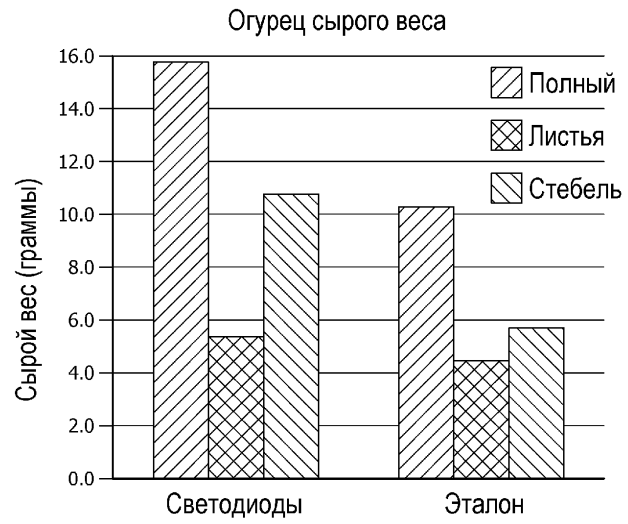


ФИГ. 4

5/7



ФИГ. 5



ФИГ. 6

Тест февраль 2013

Тест ноябрь 2012

Эталон



Лист	Овал 1	Овал 2	Лист 3	Лист 4	Лист 5	Всего	%
Площадь	21,3	23	14	88	102	248	100

Лист	Овал 1	Овал 2	Лист 3	Лист 4	Всего	%
Площадь	17,8	21,2	9,6	67,6	116	100

Динамическая рецептура светодиодов



Лист	Овал 1	Овал 2	Лист 3	Лист 4	Лист 5	Всего	%
Площадь	19,6	20,6	31,7	102	130	305	123

Динамическая рецептура светодиодов



Лист	Овал 1	Овал 2	Лист 3	Лист 4	Всего	%
Площадь	16,9	19,6	21,1	93,8	156,5	134

ФИГ. 7