



(51) МПК  
*A01G 7/04* (2006.01)  
*A01G 1/00* (2006.01)  
*A01G 31/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014108314/13, 03.08.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 03.08.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
 05.08.2011 JP 2011-172089;  
 27.03.2012 JP PCT/JP2012/057859

(43) Дата публикации заявки: 10.09.2015 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 10.08.2016 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2332006 C1, 27.08.2008. FR 2542567 A, 21.09.1984. RU 2394265 C1, 10.07.2010. CN 201403385 Y, 17.02.2010. CN 101889531 A, 24.11.2010. JP 2006320314 A, 30.11.2006. RU 2326525 C2, 20.06.2008.

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: 05.03.2014

(86) Заявка PCT:  
 JP 2012/069884 (03.08.2012)

(87) Публикация заявки PCT:  
 WO 2013/021952 (14.02.2013)

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

(72) Автор(ы):

СИГЕ Масаеси (JP),  
 СИДЗУКИ Хироси (JP),  
 ЯМАУТИ Наоки (JP),  
 АРА Хиرونори (JP),  
 СИМОКАВА Акихиро (JP),  
 МАЦУМОТО Мисато (JP),  
 ТОНООКА Юки (JP)

(73) Патентообладатель(и):

СОВА ДЕНКО К.К. (JP),  
 ЯМАГУТИ ЮНИВЕРСИТИ (JP)

**(54) СПОСОБ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к области растениеводства. Способ включает проведение стадии освещения растения красным и синим светом периодически и неоднократно в пределах определенного интервала времени, допуская прерывание обеих стадий стадией прерывания освещения растения светом. Продолжительность стадии освещения красным светом и стадии освещения синим светом составляет 0,1 часа или больше, но менее 48 часов. В способе допускают

прерывание обеих стадий стадией одновременного освещения растения красным и синим светом в пределах определенного интервала времени, в котором соотношение количеств красного освещающего света и синего освещающего света составляет от 1:20 до 20:1. Оборудование включает в себя светоизлучающую часть для освещения растений красным светом и синим светом; и управляющую часть для управления светоизлучающей частью для

проведения стадии освещения растения красным светом и стадии освещения растения синим светом периодически и неоднократно в пределах определенного интервала времени. Оборудование также включает: первую светоизлучающую часть, которая освещает красным светом; вторую светоизлучающую часть, которая освещает синим светом; управляющую часть для управления освещением растения светом из первой светоизлучающей части и второй

светоизлучающей части периодически и неоднократно и средство перемещения для перемещения растений между положением освещения светом, исходящим из первой светоизлучающей части, и положением освещения светом, исходящим из второй светоизлучающей части. Изобретения позволяют обеспечить стимулирование растений. 4 н. и 5 з.п. ф-лы, 7 ил., 13 табл., 5 пр.

RU 2 5 9 3 9 0 5 C 2

RU 2 5 9 3 9 0 5 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*A01G 7/04* (2006.01)  
*A01G 1/00* (2006.01)  
*A01G 31/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014108314/13, 03.08.2012**(24) Effective date for property rights:  
**03.08.2012**

Priority:

(30) Convention priority:  
**05.08.2011 JP 2011-172089;**  
**27.03.2012 JP PCT/JP2012/057859**(43) Application published: **10.09.2015** Bull. № 25(45) Date of publication: **10.08.2016** Bull. № 22(85) Commencement of national phase: **05.03.2014**(86) PCT application:  
**JP 2012/069884 (03.08.2012)**(87) PCT publication:  
**WO 2013/021952 (14.02.2013)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "JURidicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**SIGE Masaesi (JP),  
SIDZUKI KHiroshi (JP),  
YAMAUTI Naoki (JP),  
ARA KHironori (JP),  
SIMOKAVA Akikhiro (JP),  
MATSUMOTO Misato (JP),  
TONOOKA Yuki (JP)**

(73) Proprietor(s):

**SOVA DENKO K.K. (JP),  
YAMAGUTI YUNIVERSITI (JP)**(54) **METHOD FOR CULTIVATION OF PLANTS AND EQUIPMENT FOR CULTIVATION OF PLANTS**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: group of inventions relates to plant growing. Method includes a step of illuminating plants with red and blue light periodically and repeatedly within a certain period of time, allowing interruption of both steps with a step of interrupting illumination of plants with light. Duration of step of illumination with red light and step of illumination with blue light is 0.1 hours or more but less than 48 hours. Method allows for interruption of both steps with a step for simultaneous illumination of plants with red and blue light within a certain time interval, in which ratio of amount of red light and blue light ranges from 1:20 to 20:1. Equipment includes a light-emitting part for illuminating plants with red and blue light; and a control

part for controlling light emitting part for step of illuminating plants with red light and step of illuminating plants with blue light periodically and repeatedly within a certain period of time. Equipment also includes: a first light-emitting part, which illuminates with red light; second part, which illuminates with blue light; control part for controlling illumination of plant with light from first light-emitting part and second light-radiating part, periodically and repeatedly and transfer means for transferring plants between position of illumination with light from first light-emitting part, and position of illumination with light from second light-emitting part.

EFFECT: invention provides stimulation of plants.  
9 cl, 7 dwg, 13 tbl, 5 ex

## Область техники

[0001] Настоящее изобретение относится к способу культивирования растений и оборудованию для культивирования растений. Более конкретно, оно относится к способу культивирования растений для улучшения благоприятного роста путем

5 освещения растения искусственным светом и т.п.

## Предшествующая область техники

[0002] Традиционно способы культивирования растений включают технологию для улучшения роста сеянцев путем освещения сеянца растения искусственным светом. Посредством улучшения роста растения может быть сокращен культивационный

10 период, и количество сборов урожая в одном и том же месте может быть увеличено. Кроме того, размер урожая может быть увеличен даже в пределах одного и того же культивационного периода, если растение может быть выращено до большего размера.

[0003] В качестве способа культивирования растений с применением освещения искусственным светом раскрыто оборудование для освещения растения, включающее

15 поочередное освещение растения зеленым светом и белым светом, например, в патентном документе 1. Это оборудование для освещения устанавливает смену дневного и ночного освещения путем поочередного излучения зеленого света с длиной волны 500-570 нм и белого света с длиной волны 300-800 нм, таким образом способствуя эффекту перемещения веществ в растении с целью роста растения.

[0004] Также, например, в патентном документе 2 раскрыт источник света для

20 культивирования растений, который излучает световую энергию для культуры, роста, культивирования и культуры клеток тканей путем одновременного или поочередного включения светоизлучающего диода, излучающего синий свет (400-480 нм), и светоизлучающего диода, излучающего красный свет (620-700 нм). Этот источник света

25 для культивирования растений предназначен для культивирования растения с высоким КПД энергии путем излучения света только с длиной волны в соответствии с максимумами поглощения света хлорофиллом (приблизительно 450 нм и приблизительно 660 нм).

[0005] В патентном документе 2 описано, что синий свет и красный свет могут

30 излучаться одновременно или поочередно (см. «пункт формулы изобретения 1» в соответствующем документе). В патентном документе 2, однако, описано только то, что, сравнивая освещение только синим светом, освещение только красным светом и одновременное освещение синим светом и красным светом, при одновременном освещении наблюдают здоровый рост, подобный наблюдаемому при культивировании

35 под солнечным светом (по сравнению с нездоровым ростом, таким как суккулентный рост, наблюдаемый при монохромном освещении) (см. параграф [0011] в соответствующем документе), и никакого стимулирующего действия на рост поочередным освещением синим светом и красным светом не обнаруживали. Соответственно, патентный документ 2 по существу не содержит раскрытия способа

40 культивирования растений путем поочередного освещения синим светом и красным светом.

## Список ссылок

## Патентная литература

[0006] [Патентный документ 1] японская прошедшая экспертизу опубликования

45 патентная заявка № H06-276858.

[Патентный документ 2] японская не прошедшая экспертизу опубликования патентная заявка № H08-103167.

## Сущность настоящего изобретения

## Техническая задача

[0007] С целью увеличения продуктивности востребован способ культивирования растений путем освещения искусственным светом, который является более удобным, высокоэнергосберегающим и превосходным в стимулирующем действии на рост.

5 Главная цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы предоставить способ культивирования растений, который соответствует такому запросу.

## Решение задачи

[0008] В результате нашего интенсивного исследования стимулирующего действия на рост растения освещения искусственным светом мы к удивлению обнаружили, что  
10 высокозначимое действие может быть получено таким простым способом, как поочередное освещение красным светом и синим светом.

На основе этих обнаружений настоящее изобретение предоставляет способ культивирования растений для улучшения благоприятного роста растения путем осуществления стадии освещения растения красным светом и стадии освещения растения  
15 синим светом по отдельности и независимо друг от друга в пределах определенного интервала времени.

В примере этого способа культивирования растений (Способ Shigyo), стадию освещения красным светом и стадию освещения синим светом проводят поочередно и последовательно. Как применено в настоящем описании, фраза «поочередно и  
20 последовательно» обозначает, что цикл освещения, состоящий из стадии освещения красным светом и стадии освещения синим светом, повторяют по меньшей мере 2 раза или больше.

[0009] Настоящее изобретение также предоставляет оборудование для культивирования растений, включающее: светоизлучающую часть растения красным светом и синим светом; и управляющую часть для того, чтобы управлять осветительной  
25 частью для осуществления стадии освещения растения красным светом и стадии освещения растения синим светом по отдельности и независимо друг от друга в пределах определенного интервала времени.

В этом оборудовании для культивирования растений вышеуказанная управляющая часть позволяет поддерживать количества света, длины волн и/или продолжительности  
30 освещения красным светом и освещения синим светом, излучаемых из вышеуказанной светоизлучающей части при определенных значениях или изменять определенным образом. Предпочтительно, чтобы вышеуказанная светоизлучающая часть включала светоизлучающие диоды, которые излучают красный свет или синий свет.

[0010] Кроме того, настоящее изобретение также предоставляет оборудование для культивирования растений, включающее: первую светоизлучающую часть, которая излучает красный свет; вторую светоизлучающую часть, которая излучает синий свет; и транспортное средство для того, чтобы перемещать растение между положением  
35 освещения светом, исходящим из первой светоизлучающей части, и положением освещения светом, исходящим из второй светоизлучающей части.

[0011] В настоящем изобретении «растение» включает полезные растения среди таковых, принадлежащих к семенным растениям, в которые включены, по меньшей мере, листовые овощи, фрукты и зерновые злаки. Также в настоящем изобретении подразумевается, что «растение» широко включает папоротники и мхи.

45 Выгодные эффекты настоящего изобретения

[0012] Согласно настоящему изобретению предоставлен способ культивирования растений с применением освещения искусственным светом, который является удобным, высокоэнергосберегающим и обладающим превосходным действием с точки зрения

культивирования растений, таким как стимулирующее действие на рост.

Краткое описание чертежей

5 [0013] Фигура 1 представляет собой схему, иллюстрирующую процедуру способа культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения.

Фигура 2 представляет собой схему, иллюстрирующую процедуру способа культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения.

10 Фигура 3 представляет собой схему, иллюстрирующую процедуру способа культивирования растений согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения.

Фигура 4 представляет собой схему, иллюстрирующую конструкцию оборудования для культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения.

15 Фигура 5 представляет собой заменяющую рисунок фотографию, показывающую результаты роста спустя 7 дней после прорастания в испытательном примере 1.

Фигура 6 представляет собой заменяющую рисунок фотографию, показывающую результаты роста спустя 14 дней после прорастания в испытательном примере 1.

20 Фигура 7 представляет собой заменяющую рисунок фотографию, показывающую результаты роста спустя 21 день после прорастания в испытательном примере 1.

Описание вариантов осуществления настоящего изобретения

[0014] Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения описаны ниже со ссылками на чертежи. Следующие варианты осуществления настоящего изобретения являются примерами представительных вариантов осуществления настоящего изобретения, которые не подразумевают сужение объема настоящего изобретения. Описание приведено в порядке, показанном ниже.

1. Способ культивирования растений

(1) Стадия культивирования.

30 (1-1) Способ культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения.

(1-2) Способ культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения.

(1-3) Способ культивирования растений согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения.

35 (1-4) Длина волны.

(1-5) Количество света (интенсивность).

(1-6) Продолжительность освещения.

(2) Стадия установления режима.

2. Оборудование для культивирования растений

40 (1) Оборудование для культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения.

(1-1) Светоизлучающая часть.

(1-2) Управляющая часть.

45 (2) Оборудование для культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения.

3. Культивируемые растения

(1) Листовые овощи.

(2) Фрукты.

(3) Зерновые злаки.

(4) Мхи и т.п.

[0015] 1. Способ культивирования растений

(1) Стадия культивирования

5 (1-1) Способ культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения

Способ культивирования растений согласно настоящему изобретению включает стадию выращивания растения путем осуществления стадии освещения растения красным освещающим светом (в дальнейшем называемой также «стадия освещения

10 красным светом») и стадию освещения растения синим освещающим светом (в дальнейшем называемой также «стадия освещения синим светом») по отдельности и независимо друг от друга в пределах определенного интервала времени.

[0016] Красным освещающим светом является свет, содержащий красный свет, максимальная длина волны которого составляет 570-730 нм. Красный свет является

15 приемлемым, только если содержит вышеуказанный красный свет и может содержать свет с диапазоном длин волн, отличающимся от такового вышеуказанного красного света, но, предпочтительно, не содержит синего света, описанного ниже. В особенно предпочтительном случае красный свет содержит только вышеуказанный красный свет. Синим освещающим светом является свет, содержащий синий свет, максимальная

20 длина волны которого составляет 400-515 нм. Синий освещающий свет является приемлемым, только если содержит вышеуказанный синий свет, и может содержать свет с диапазоном длин волн, отличающимся от такового вышеуказанного синего света, но, предпочтительно, не содержит красного света, описанного выше. В особенно предпочтительном случае синий освещающий свет содержит только вышеуказанный

25 синий свет. Кроме того, в предпочтительном случае красный свет не содержит вышеуказанного синего света, и синий освещающий свет не содержит вышеуказанного красного света, и в особенно предпочтительном случае красный свет является исключительно вышеуказанным красным светом, и синий освещающий свет является исключительно вышеуказанным синим светом.

[0017] Как применено в настоящем описании, «определенный интервал времени»

30 обозначает интервал времени любой длины в течение культивирования растений. Этот интервал времени может иметь длину всего культивационного периода. Самый короткий интервал времени может быть установлен по желанию при условии, что эффект настоящего изобретения наблюдается. Этот интервал времени может быть выражен,

35 например, в часах (ч) в качестве единицы времени или может быть выражен в более длинных единицах времени (например, день (д)) или более коротких единицах времени (например, минута (мин)).

[0018] Способ культивирования растений согласно настоящему изобретению может быть начат или закончен в любое время в течение всего интервала культивирования

40 растений сразу после прорастания семени или сразу после высаживания сеянца посредством черенкования и может быть применен в любом интервале времени.

[0019] Фраза «по отдельности и независимо друг от друга» обозначает, что стадия освещения красным светом и стадия освещения синим светом осуществляются по

отдельности в течение вышеуказанного интервала времени. Достаточно, что, по меньшей

45 мере, каждая стадия (стадии) освещения красным светом и стадии освещения синим светом включены в вышеуказанный интервал времени, хотя в предпочтительном случае включены 2 стадии или более.

[0020] Стадия освещения красным светом и стадия освещения синим светом могут

проводиться поочередно и последовательно или могут проводиться периодически и неоднократно путем чередования обеих стадий со стадией одновременного освещения растения красным светом и синим светом или стадией прерывания освещения растений. Несмотря на это, предпочтительно проводить их поочередно и последовательно с целью усиления действия на рост растений. Эти варианты осуществления способа культивирования растений согласно настоящему изобретению описаны подробно со ссылками на фигуру 1 - фигуру 3. Также, возможно, как само собой разумеющееся, осуществление способа культивирования растений согласно настоящему изобретению путем комбинирования друг с другом соответствующих вариантов осуществления, проиллюстрированных на фигуру 1 - фигуру 3, соответствующим образом.

[0021] Чертеж 1 представляет собой вид схемы, иллюстрирующей процедуру способа культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения. В этом варианте осуществления проводится стадия освещения красным светом и стадия освещения синим светом поочередно и последовательно.

[0022] На фигуре символ  $S_1$  обозначает стадию освещения красным светом, и символ  $S_2$  обозначает стадию освещения синим светом. В этом варианте осуществления стадию освещения красным светом  $S_1$  и стадию освещения синим светом  $S_2$  проводят поочередно и последовательно, а цикл освещения, состоящий из стадии освещения красным светом  $S_1$  и стадии освещения синим светом  $S_2$ , проводят многократно.

[0023] Освещая растение красным светом и синим светом поочередно, как описано выше, рост может быть заметно усилен (см. Примеры, описанные ниже). Также возможно подавление суккулентного роста растения, таким образом увеличивая урожай.

[0024] Тогда как здесь приведен случай, в котором процедуру начинают со стадии освещения красным светом  $S_1$  в первом цикле освещения  $C_1$ , по желанию, любая стадия освещения красным светом  $S_1$  и стадия освещения синим светом  $S_2$  может быть проведена раньше в каждом цикле освещения.

[0025] (1-2) Способ культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения

Фигура 2 представляет собой вид схемы, иллюстрирующей процедуру способа культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения. В этом варианте осуществления настоящего изобретения стадию освещения красным светом и стадию освещения синим светом проводят периодически и неоднократно, допуская прерывание обеих стадий стадией одновременного освещения растения красным светом и синим светом (в дальнейшем называемая также как «стадия одновременного освещения»).

[0026] На фигуре символ  $S_3$  обозначает стадию одновременного освещения. В этом варианте осуществления стадию освещения красным светом  $S_1$  и стадию освещения синим светом  $S_2$  проводят периодически, включая между ними стадию одновременного освещения  $S_3$ , и цикл освещения, состоящий из стадии освещения красным светом  $S_1$ , стадии одновременного освещения  $S_3$  и стадии освещения синим светом,  $S_2$  проводят неоднократно.

[0027] Тогда как здесь приведен случай, в котором процедуру начинают со стадии одновременного освещения  $S_3$  в первом цикле освещения  $C_1$ , по желанию, любая стадия освещения красным светом  $S_1$ , стадия одновременного освещения  $S_3$  и стадия освещения синим светом  $S_2$  может быть проведена раньше в каждом цикле освещения.



[0028] (1-3) Способ культивирования растений согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения

Фигура 3 представляет собой вид схемы, иллюстрирующей процедуру способа культивирования растений согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения. В этом варианте осуществления проводят стадию освещения красным светом и стадию освещения синим светом периодически и неоднократно, допуская прерывание обеих стадий стадией прерывания освещения растения светом (в дальнейшем называемая также как «стадия прерывания»).

[0029] На фигуре символ  $S_4$  обозначает стадию прерывания. В этом варианте осуществления настоящего изобретения стадию освещения красным светом  $S_1$  и стадию освещения синим светом  $S_2$  проводят периодически, прерывая стадией прерывания  $S_4$ , и цикл освещения, состоящий из стадии освещения красным светом  $S_1$ , стадии прерывания  $S_4$  и стадии освещения синим светом  $S_2$ , проводят неоднократно.

[0030] Тогда как здесь приведен случай, в котором процедуру начинают со стадии прерывания  $S_4$  в первом цикле освещения  $C_1$ , по желанию, любая стадия освещения красным светом  $S_1$ , стадия прерывания  $S_4$  и стадия освещения синим светом  $S_2$  может быть проведена раньше в каждом цикле освещения.

[0031] (1-4) Длина волны

В способе культивирования растений согласно каждому варианту осуществления настоящего изобретения, описанному выше, красный свет представляет собой свет с максимальной длиной волны 570-730 нм, и, предпочтительно, применяют свет с максимальной длиной волны 635-660 нм. С другой стороны синий свет представляет собой свет с максимальной длиной волны 400-515 нм, и, предпочтительно, применяют свет с максимальной длиной волны 400-460 нм.

[0032] Длина волны красного света и синего света может изменяться в пределах вышеуказанного диапазона длин волн, и можно изменять длину волны, например, в  $n$ -м ( $N$  целое число, равное 1 или больше) цикле освещения  $C_N$ . Также можно, чтобы длина волны была различной между  $n$ -м циклом освещения  $C_N$  и  $m$ -м ( $M$  целое число, равное 1 или больше, отличное от  $N$ ) циклом освещения  $C_M$  в пределах вышеуказанного диапазона длин волн.

[0033] Кроме того, также возможно объединение в вышеуказанной стадии освещения красным светом  $S_1$ , стадии одновременного освещения  $S_3$  и стадии освещения синим светом  $S_2$  красного света и синего света со светом других диапазонов длин волн для осуществления освещения светом, содержащим несколько диапазонов длин волн.

[0034] (1-5) Количество света (интенсивность)

В то время как количества (интенсивность) красного освещающего света и синего освещающего света в стадии освещения красным светом  $S_1$ , стадии освещения синим светом  $S_2$  и стадии одновременного освещения  $S_3$  не ограничены в частности, каждое при выражении, например, в виде плотности фотосинтетического фотонного потока (PPFD) составляет приблизительно 1-1000 мкмоль/м<sup>2</sup>с, предпочтительно 10-500 мкмоль/м<sup>2</sup>с, более предпочтительно 20-250 мкмоль/м<sup>2</sup>с.

[0035] В то время как отношение количеств света (интенсивностей) красного освещающего света и синего освещающего света в каждой вышеуказанной стадии может быть установлено по желанию, соотношение «красный:синий» или «синий:

красный» в пределах диапазона приблизительно от 1:1 до 20:1 предпочтительно. Как правило, соотношения количеств освещающего света, такие как «красный:синий» или «синий:красный», могут быть установлены, например, на уровне 1:1, 5:3, 2:1, 3:1, 4:1, 10:1, 20:1 и т.п. Соотношение количеств освещающего света, такое как «красный:синий»  
 5 в особенно предпочтительном случае составляет от 1:1 до 3:1.

[0036] Количества красного света и синего света могут изменяться в пределах вышеуказанного диапазона, и возможно изменение количества света, например, в  $n$ -м ( $N$  целое число, равное 1 или больше) цикле освещения  $C_N$ . Также возможно, чтобы количество света было дифференцированным между  $n$ -м циклом освещения  $C_N$  и  $m$ -м  
 10 ( $M$  целое число 1 или больше, отличное от  $N$ ) циклом освещения  $C_M$  в пределах вышеуказанного диапазона.

[0037] (1-6) Продолжительность освещения

В способе культивирования растений согласно каждому вышеуказанному варианту осуществления интервал времени одного цикла освещения максимально составляет  
 15 весь период культивирования. Самый короткий интервал времени может быть установлен по желанию, при условии обнаружения эффекта настоящего изобретения. Интервал времени одного цикла освещения может быть выражен, например, в часах (ч) в качестве единицы продолжительности или может быть выражен в более длинных  
 20 единицах продолжительности (например, день (д)) или более коротких единицах продолжительности (например, минута (мин)).

[0038] Например, в способе культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения, в котором стадию освещения красным светом  $S_1$  и стадию освещения синим светом  $S_2$  проводят поочередно и последовательно, в  
 25 случае, если один цикл освещения занимает один день, то стадия освещения красным светом  $S_1$  может занимать 12 часов и стадия освещения синим светом  $S_2$  может занимать 12 часов. Также, например, если цикл освещения повторяют 4 раза в день, то один цикл освещения занимает 6 часов, и стадия освещения красным светом  $S_1$  может занимать  
 30 3 часа, и стадия освещения синим светом  $S_2$  может занимать 3 часа.

[0039] Интервал времени одного цикла освещения может различаться между  $N$ -м циклом освещения  $C_N$  и  $M$ -м ( $M$  является целым числом, равным 1 или больше, отличным от  $N$ ) циклом освещения  $C_M$ . Например, цикл освещения  $C_N$  может занимать 12 часов и последующий цикл освещения  $C_{N+1}$  может занимать 6 часов.  
 35

[0040] Отношение интервалов времени стадии освещения красным светом  $S_1$ , стадии освещения синим светом  $S_2$ , стадии одновременного освещения  $S_3$  и стадии прерывания  $S_4$  в пределах одного цикла освещения может быть установлено по желанию. В способе культивирования растений, соответственно, например, вышеуказанному первому  
 40 варианту осуществления настоящего изобретения, если один цикл освещения занимает один день, то «стадия освещения красным светом  $S_1$ /стадия освещения синим светом  $S_2$ » может быть установлена по желанию, например, «12 часов/12 часов (1:1)», «16 часов/8 часов (2:1)», «21 час/3 часа (7:1)» и т.п.

[0041] Наиболее предпочтительно, в способе культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения, где стадию освещения красным светом  $S_1$  и стадию освещения синим светом  $S_2$  проводятся поочередно и последовательно, продолжительность стадии освещения красным светом  $S_1$  и стадии  
 45

освещения синим светом  $S_2$  составляет 0,1 часа или дольше, но менее 48 часов. С целью достижения сильного стимулирующего действия на рост растения продолжительность стадии освещения красным светом  $S_1$  и стадии освещения синим светом  $S_2$  составляет 3 часа или дольше и в наиболее предпочтительном случае 24 часа или меньше. В таком случае соотношение интервалов времени стадии освещения красным светом  $S_1$  и стадии освещения синим светом  $S_2$  может быть выбрано по желанию и «стадия освещения красным светом  $S_1$ /стадия освещения синим светом  $S_2$ » может составлять «18-часов/6-часов».

[0042] (2) Стадия установления режима

Способ культивирования растений согласно настоящему изобретению, предпочтительно, включает стадию создания условия освещения красным светом и освещения синим светом на предыдущей стадии вышеуказанной стадии культивирования. В такой стадии установления режима условия освещения красным светом и освещения синим светом, обеспечивающие окружающее освещение с применением освещающего света, включающего красный освещающий свет и синий освещающий свет, оказывают эквивалентное или превышающее ростовое действие на растения как цель культивирования по отношению к таковому белого света окружающей среды. Проводя дополнительное освещение красным освещающим светом и синим освещающим светом на стадии культивирования в соответствии с условиями освещения, установленными таким образом, стимулирующее ростовое действие может быть получено с большей уверенностью. Также возможно добиться стимулирующего ростового действия, проводя только стадию культивирования, опуская стадию установления режима.

[0043] В этой стадии растение выращивают сначала при белом свете окружающей среды, и рост растения регистрируют. Белый свет, применяемый здесь, также может быть естественным светом. После этого растение выращивают при освещении окружающей среды, где красный освещающий свет и синий освещающий свет излучаются одновременно. Здесь условия освещения красным светом и освещения синим светом предоставляют множеством способов, среди которых ищут условия освещения, способные обеспечивать зарегистрированное ранее ростовое действие, эквивалентное или превышающее таковое белого света окружающей среды. Так же как условия освещения, следует изучать соотношение количеств освещающего света между красным освещающим светом и синим освещающим светом, общее количество света, длину волны и т.п. В отношении роста в окружающей среде с белым светом могут быть приведены ссылки не только на данные актуального испытания, но также и на известные данные из документов и т.п.

[0044] Эту стадию проводят, как правило, таким образом, например, как показано ниже. Во-первых, растение выращивают в окружающей среде с люминесцентным освещением (PPFD) с количеством света  $140 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ . Затем устанавливают несколько условий общего количества света в пределах диапазона приблизительно  $100\text{-}500 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$  и объединяют с несколькими условиями соотношений количеств света, таких как «красный:синий» или «синий:красный», приблизительно от 1:1 до 20:1, и растение выращивают в окружающей среде с одновременным освещением. Затем определяли общее количество света и соотношение количеств освещающего света, которые обеспечивали ростовое действие эквивалентное или превышающее таковое окружающей среды с люминесцентным освещением.

[0045] Предполагается, что способ культивирования растений согласно настоящему

изобретению обеспечивает значительное стимулирующее действие на рост растений, позволяя освещению красным светом и синим светом действовать в гармонии с фотосинтетическим механизмом растения. В способе культивирования растений согласно настоящему изобретению стимулирующее действие на рост растений может быть  
5 дополнительно увеличено при объединении с применением газа диоксида углерода или известных агентов, обладающих стимулирующим ростовым действием.

[0046] 2. Оборудование для культивирования растений

(1) Оборудование для культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения

10 (1-1) Светоизлучающая часть

Оборудование для культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения может осуществлять каждую процедуру вышеуказанного способа культивирования растений и включает светоизлучающую часть для освещения растения красным светом и синим светом и управляющую часть  
15 для того, чтобы регулировать светоизлучающую часть для осуществления стадии освещения растения красным светом и стадии освещения растения синим светом по отдельности и независимо друг от друга в пределах определенного интервала времени.

[0047] Светоизлучающая часть включает источники света, которые излучают красный свет и синий свет. Источники красного света и синего света могут быть известными  
20 источниками света, которые могут быть применены независимо или в комбинации. Источник красного освещающего света является предпочтительно источником света, который излучает свет, содержащий красный свет и не содержащий синий свет, более предпочтительно источник света, который излучает только красный свет. Также источник синего освещающего света является предпочтительно источником света,  
25 который излучает свет, содержащий синий свет и не содержащий красный свет, более предпочтительно источник света, который излучает только синий свет. Несмотря на это, в качестве источника синего освещающего света в некоторых случаях также может быть применен источник света, содержащий синий свет в качестве компоненты длины волны, такой как люминесцентная лампа, и в качестве источника красного освещающего  
30 света также в некоторых случаях может быть применен источник света, содержащий другие компоненты длины волны кроме красного света.

[0048] Источником света, который применяют предпочтительно, является фотополупроводниковое устройство, такое как светоизлучающий диод (LED) или лазерный диод (LD), которые позволяют легко выбирать длину волны и излучают свет,  
35 содержащий высокую долю световой энергии допустимого диапазона длин волн. При применении электролюминесценции (EL), EL может быть органической или неорганической.

[0049] Фотополупроводниковое устройство имеет компактный размер, является износостойким и способным излучать определенную длину волны в зависимости от  
40 материала без излишнего выделения тепла, таким образом достигая хорошей энергетической эффективности, и практически не наносит никаких повреждений, таких как ожог листа, даже при освещении в непосредственной близости. В результате, при применении фотополупроводникового устройства в качестве источника света, становится возможным осуществление культивирования с меньшими затратами на  
45 электроэнергию в меньшем пространстве по сравнению с другим источником света.

[0050] Источником света может быть источник света с монтировкой на поверхности (SMD) в линию, где каждый из SMD, содержащих комбинацию монохромного красного фотополупроводникового устройства и монохромного синего фотополупроводникового

устройства, закрепленного на нем (двухчиповое устройство с монтировкой на поверхности), установлены в линию, или единый линейный монохромный источник света, или единый панельный источник света, в котором только либо одно из красных устройств фотополупроводниковых устройств или синих фотополупроводниковых устройств установлены линейно или плоско.

[0051] Полупроводниковое устройство способное, в принципе, работать в режиме мерцания с такой высокой частотой как несколько мегагерц (МГц) или выше. Соответственно, при применении фотополупроводникового устройства в качестве источника света стадия освещения красным светом  $S_1$ , стадия освещения синим светом  $S_2$ , стадия одновременного освещения  $S_3$  и стадия прерывания  $S_4$  могут переключаться друг между другом очень быстро.

[0052] В качестве примеров LED излучающих ламп с вышеуказанными диапазонами длин волн приведены красный LED, такой как алюминий/галлий/индий/фосфор-основанный светоизлучающий диод (галлий/фосфор-основанная плата, длина волны красного света: 660 нм), продаваемый под товарным номером HRP-350F Showa Denko К.К., и синий LED, такой как светоизлучающий диод с товарным номером GM2LR450G вышеуказанной компании.

[0053] Источниками света светоизлучающих диодов могут быть, например, трубчатые и компактные люминесцентные лампы и луковичеобразные люминесцентные лампы, газоразрядные лампы высокой интенсивности, металлогалогенные лампы, лазерные диоды и т.п. В комбинации с этими источниками света может быть применен оптический фильтр для избирательного пропускания света в вышеуказанном диапазоне длины волны.

[0054] (1-2) Управляющая часть

Управляющая часть позволяет поддерживать количество света (интенсивность), длину волны и/или продолжительность освещения красным освещающим светом и синим освещающим светом, излучаемым осветительной частью, при определенных значениях или изменять по определенным схемам.

[0055] Управляющая часть может быть сконструирована с применением универсального компьютера. При применении, например, LED в качестве источника света, управляющая часть действует на основе управляющих схем, хранящихся или предварительно занесенных в память или на жесткий диск для регулирования рабочего тока LED и изменения соотношения количеств освещающего света, общего количества света и продолжительности освещения красным освещающим светом и синим освещающим светом. Кроме того, управляющая часть действует на основе управляющей схемы для управления несколькими LED, излучающими свет в различных диапазонах длин волн, переключая их между собой, таким образом изменяя диапазон длин волн излучаемого света.

[0056] (2) Оборудование для культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения

Фигура 4 показывает схематический вид конструкции оборудования для культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения. На чертеже оборудование для культивирования растений, обозначенное символом А, оснащено первыми светоизлучающими частями 1, которые излучают красный освещающий свет, и вторыми светоизлучающими частями 2, которые излучают синий освещающий свет. Оборудование для культивирования растений А также оснащено средствами переноса 3 для перемещения растения Р между положениями освещения светом, исходящим из первых светоизлучающих частей 1, и положениями

освещения светом, исходящим из вторых светоизлучающих частей 2. Фигура 4 иллюстрирует случай конструирования с применением панели монохромных источников света в качестве первых светоизлучающих частей 1 и вторых светоизлучающих частей 2 и с применением конвейера в качестве транспортного средства 3, на котором может быть закреплено растение Р (на фигуре 4 блоки стрелок указывают на направления работы конвейера).

[0057] Оборудование для культивирования растений А конструируют таким образом, что вышеуказанный способ культивирования растений согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения может быть осуществлен, и первая светоизлучающая часть 1 и вторая светоизлучающая часть 2 разделены разделительной платой 4 и размещены поочередно вдоль направления, в котором растение Р перемещается средствами переноса 3. Первая светоизлучающая часть 1 и вторая светоизлучающая часть 2 предоставлены в виде двух пар или более. Поскольку растение Р, перемещаемое в положение под первой светоизлучающей частью 1, защищено разделительными платами 4 от синего освещающего света, излучаемого из смежной второй светоизлучающей части 2, то оно освещается только красным освещающим светом из первой светоизлучающей части 1. Точно так же растение Р, перемещаемое в положение под второй светоизлучающей частью 2, освещается только синим освещающим светом.

[0058] В оборудовании для культивирования растений А транспортное средство 3 перемещает растение Р в единственном направлении под поочередно установленные первые светоизлучающие части 1 и вторые светоизлучающие части 2, и растение Р освещается красным освещающим светом и синим освещающим светом поочередно, таким образом усиливая рост растения Р. Также возможно подавление суккулентного роста для увеличения урожая.

[0059] В оборудовании для культивирования растений А предпочтительно управлять транспортным средством 3 так, чтобы растение Р перемещалось из положения освещения освещающим светом, исходящим из самой ближайшей первой светоизлучающей части 1, через положение освещения освещающим светом, исходящим из самой дальней второй светоизлучающей части 2 в течение всего культивационного периода растения Р. Количества предоставляемых первых светоизлучающих частей 1 и вторых светоизлучающих частей 2 и скорость работы средств переноса 3 (таким образом, скорость движения растения Р) могут быть установлены соответствующим образом в зависимости от культивационного периода растения Р, периода цикла освещения (см. фигуру 1, символ  $C_1$ ) и т.п. Например, когда культивационный период составляет 30 дней и цикл освещения для стадии освещения красным светом (также см. символ  $S_1$ ) 12 часов и таковой для стадии освещения синим светом (также см. символ  $S_2$ ) составляет 12 часов, устанавливают по 30 первых светоизлучающих частей 1 и вторых светоизлучающих частей 2, и транспортное средство 3 работает при скорости, позволяющей растению Р располагаться под каждой светоизлучающей частью через каждые 12 часов.

[0060] Интервал, с которым вставляют разделительные панели 4, также устанавливают соответствующим образом в зависимости от длительности цикла освещения и т.п. Например, когда один цикл освещения включает стадию освещения красным светом в течение 18 часов и стадию освещения синим светом в течение 6 часов, тогда интервал между двумя разделительными панелями 4, образующими первую светоизлучающую часть 1, устанавливают в 3 раза больше интервала между двумя

разделительными панелями 4, образующими вторую светоизлучающую часть 2. Также, например, когда длительность стадии освещения красным светом в одном цикле освещения изменяют по сравнению с длительностью стадии освещения красным светом в цикле освещения в предыдущей стадии, тогда интервал между разделительными панелями 4, образующими одну первую светоизлучающую часть 1, устанавливают длиннее или короче интервала между разделительными панелями 4, образующими первую светоизлучающую часть 1 в предыдущей стадии соответственно изменению в интервале времени.

[0061] Несмотря на то, что здесь проиллюстрирован случай, в котором растение Р перемещают средствами переноса 3 в единственном направлении под освещение первых светоизлучающих частей 1 и вторых светоизлучающих частей 2, установленных поочередно вдоль направления движения растения Р, также возможно, чтобы в оборудовании для культивирования растений согласно настоящему изобретению растение могло перемещаться вперед-назад между положением освещения красным освещающим светом, исходящим из первой светоизлучающей части, и положением освещения синим освещающим светом, исходящим из второй светоизлучающей части. В таком случае может быть предоставлена по меньшей мере одна пара первой светоизлучающей части и второй светоизлучающей части, и средства перемещения могут действовать для перемещения растения вперед и назад под две светоизлучающие части.

[0062] Вышеуказанное оборудование для культивирования растений согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения может быть применено также с целью осуществления способа культивирования растений согласно вышеуказанному второму варианту осуществления настоящего изобретения и третьему варианту осуществления настоящего изобретения. При применении для культивирования растений способа согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения третья светоизлучающая часть, которая освещает красным освещающим светом и синим освещающим светом, может быть представлена в оборудовании для культивирования растений между первой светоизлучающей частью 1 и второй светоизлучающей частью 2. Альтернативно, в оборудовании для культивирования растений А, путем частично несовершенной защиты от света посредством разделительной панели 4, растение Р, перемещаемое из положения под первой светоизлучающей частью 1 в положение под второй светоизлучающей частью 2, временно освещается красным освещающим светом и синим освещающим светом одновременно.

[0063] При применении для культивирования растений способа согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения первая светоизлучающая часть 1 и вторая светоизлучающая часть 2 в оборудовании для культивирования растений А разделяются пространством, в котором отсутствует какая-либо светоизлучающая часть, и растение Р может быть перемещено в единственном направлении под первую светоизлучающую часть, вторую светоизлучающую часть и в вышеуказанное пространство.

### [0064] 3. Культивируемые растения

Культивируемые растения, являющиеся целью для способа культивирования растений и тому подобных согласно настоящему изобретению, в частности, не ограничены и могут быть овощами, картофелем, грибами, фруктами, бобами, зерновыми злаками, орехами и семенами, декоративными растениями, папоротниками, мхами и т.п. Кроме того, типы культивирования этих растений, в частности, не ограничены и могут, например, представлять собой гидропонику, обработку почвы, культивирование в

жидкой питательной среде, культивирование в твердой питательной среде и т.п.

[0065] (1) Листовые овощи

Листовые овощи могут, например, быть растениями семейства Brassicaceae, такими как курчаволистная горчица, лист турнепса комацуна, лист карашимизуна, горчица сарептская, лист васаби, кресс водяной, китайская капуста, лист цукена и аналогичные, зеленая пекинская капуста, капуста, цветная капуста, брокколи, брюссельская капуста, руккола, pino green и т.п.; растениями семейства Composita, такими как салат и аналогичные, бостонский салат, хризантема увенчанная, белокопытник, Rororossa, red romaine, цикорий и т.п.; растениями семейства Liliaceae, такими как лук, чеснок, лук-шалот, лук пахучий, спаржа и т.п., растениями семейства Apiaceae, такими как петрушка, итальянская петрушка, японский воскоцветник, сельдерей, лабазник и т.п.; растениями семейства Labiatae, такими как растение печеночница, базилик и т.п.; растениями семейства Alliaceae, такими как лук-порей; растениями семейства Agaliaceae, такими как аралия; растениями семейства Zingiberaceae; японский имбирь и т.п.

Салат и аналоги включают качанобразующие салаты, не образующие качан салаты и полукачанобразующие салаты, такие как листовой салат, салат кучерявый, ромэн, зеленая волна, зеленый лист, красный лист, Фриллис (зарегистрированная торговая марка), River Green (зарегистрированная торговая марка), кучерявый лист, зеленая кайма, No-chip салат, салат «МОКО», корейский салат, Chima/Корейский салат и т.п.

[0066] Плодоносящие овощи могут, например, быть растениями семейства Cucurbitaceae, такими как дыня, огурец, сквош, арбуз и т.п.; растениями семейства Leguminosae, такими как стручковая фасоль, фасоль, горох, зеленая соя и т.п.; растениями семейства Solanaceae, такими как томат, баклажан, зеленый перец и т.п.; растениями семейства Rosaceae, такими как клубника и т.п.; растениями семейства Malvaceae, такими как окра, растениями семейства Poaceae, такими как кукуруза и т.п. Кроме того, корнеплоды могут, например, быть растениями семейства Brassicaceae, такими как японская белая редиска, турнепс, васаби и т.п.; растениями семейства Compositae, такими как лопух и т.п.; растениями семейства Apiaceae, такими как морковь и т.п.; растениями семейства Solanaceae, такими как картофель и т.п.; растениями семейства Araceae, такими как колоказия и т.п.; растениями семейства Convolvulaceae, такими как батат и т.п.; растениями семейства Dioscoreaceae, такими как ям и т.п.; растениями семейства Zingiberaceae, такими как растение имбиря и т.п.; растениями семейства Nymphaeaceae, такими как корень лотоса и т.п.

[0067] (2) Фрукты

Фруктами могут, например, быть плоды растений семейства Rosaceae, такие как малина, ежевика, бойзенова ягода, пушистая вишня и т.п.; плоды растений семейства Ericaceae, такие как черника, клюква и т.п.; плоды растений семейства Grossulariaceae, такие как крыжовник, красная смородина и т.п.; плоды растений семейства Anacardiaceae, такие как манго и т.п.; плоды растений семейства Bromeliaceae, такие как ананас и т.п.; плоды растений семейства Moraceae, такие как фи́га и т.п.; плоды растений семейства Vitaceae, такие как виноград и т.п.; плоды растений семейства Caricaceae, такие как папайя и т.п.; плоды растений семейства Passifloraceae, такие как маракуйя и т.п.; плоды растений семейства Cactaceae, такие как питахайя и т.п.

[0068] (3) Зерновые злаки

Зерновые злаки могут, например, быть зерновыми злаками семейства Poaceae, такими как просо итальянское, овес, ячмень, просо, пшеница, рис, клеевой рис, кукуруза, tear grass, ежовник, рожь и т.п.; зерновыми злаками семейства Amaranthaceae, такими как



зерновой амарант и т.п.; зерновые злаки семейства Polygonaceae, такие как гречиха и т.п.

[0069] (4) Мхи и другие

Мхи могут, например, быть мхами, принадлежащими к классу Bryopsida. Например, приведенными в пример являются мхи рода *Racomitrium* в семействе Grimmiaceae в порядке Grimmeriales, так называемый мох *Racomitrium*, такой как *Racomitrium japonicum*.

[0070] Декоративными растениями, являющимися целью для культивирования, являются роза, миниатюрная роза, японская горечавка, так же как различные листопадные растения, включая папоротники, такие как адиантум, папоротник тормоза, малый плауна и т.п.

Примеры

[0071] <Испытательный пример 1>

Способ культивирования растений или оборудование для культивирования растений согласно настоящему изобретению применяли к испытательным группам 1-8, для которых условия освещения окружающей среды во время роста отличались друг от друга, которые затем сравнивали друг с другом, чтобы проверить корреляцию между схемой искусственного освещения и стимулирующим действием на рост растений.

[0072] А. Материалы и способы

Материалы

В этом испытательном примере предметом, применяемым для наблюдения за состоянием роста, был листовой салат (сорт: Summer Surge). Сначала 6 семян высевали с равномерным интервалом в лоток с почво-торфяной смесью для культивирования и давали им прорасти под люминесцентной лампой (12-часовая продолжительность дня). В течение трех дней поле посева до прорастания каждая испытательная группа находилась в одинаковых условиях освещения окружающей среды. После прорастания их помещали в соответствующие камеры с искусственным климатом, условия освещения окружающей среды в которых различались, и выращивали в течение 21 дня. Все условия окружающей среды в искусственных климатических камерах были идентичны, за исключением условий освещения, и были установлены при температуре от 25 до 27°C и влажности 50%.

[0073] Источники света

Источниками света, применяемыми для освещения окружающей среды в этом испытательном примере, были три типа LED, а именно: красный LED (центральная длина волны 660 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., HRP-350F), красный LED (центральная длина волны 635 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., HOD-350F), синий LED (центральная длина волны 450 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., GM2LR450G), белый LED (возбуждение в ближней области ультрафиолетового спектра при 405 нм, выпускаемый KYOCERA Corporation, TOP-V5000K), так же как люминесцентные лампы. Количество креплений на каждом наборе LED составляло по 240 для обеих длин волн 660 нм и 635 нм красных LED и 240 для синих LED, и 128 для белых LED.

[0074] Используя каждый из источников света, получали осветительную окружающую среду испытательных групп 1-10, показанных в таблице 1. Плотность фотосинтетического фотонного потока у каждого источника света (PPFD, мкмоль  $m^{-2}c^{-1}$ ) устанавливали равной 140 мкмоль  $m^{-2}c^{-1}$  (за исключением испытательной группы 8, в которой применяли 80 мкмоль  $m^{-2}c^{-1}$ , и испытательной группы 4, в которой применяли 160 мкмоль  $m^{-2}c^{-1}$ ) в центре лотка с почво-торфяной смесью для культивирования. При излучении нескольких длин волн одновременно или поочередно

общее количество PPFD соответствующих излучаемых спектров света устанавливали равным  $140 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$  (за исключением испытательной группы 4, в которой применяли  $160 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ ). Таблица 1 показывает средние значения из 5 точек на высоте около поверхности почвы, находящейся в лотке с почво-торфяной смесью для культивирования, для плотности фотосинтетического фотонного потока (PPFD,  $\text{мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ ), освещенности (лк), интенсивности ультрафиолетового света (УФ-А и УФ 420,  $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ ), высоты от источника света (см) и продолжительность включения (%) в освещающей окружающей среде испытательных групп 1-10. Подробности об освещающих окружающей среде, излучаемых спектрах света и схема излучения в соответствующих испытательных группах описаны ниже.

[0075]

Испытательная группа	Излучаемый свет	Продолжительность излучения (часов/день)	Продолжительность прерывания (часов/день)
1	660 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	24 (красный 12/синий 12)	0
2	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно	12	12
3	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно	24	0
4	635 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	24 (красный 12/синий 12)	0
5	635 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно	12	12
6	Только 660 нм (красный)	12	12
7	Только 635 нм (красный)	12	12
8	Только 450 нм (синий)	12	12
9	Белый свет	12	12
10	Флуоресцентная лампа	12	12

[0076] Испытательная группа 1

В этой испытательной группе салат освещали в течение каждых 12 часов поочередно красным светом (660 нм) и синим светом (450 нм). В этой испытательной группе не было промежутка времени, во время которого отсутствовало какое-либо освещение.

[0077] В этой испытательной группе применяемая освещающая окружающая среда включала красный свет (660 нм) со средним значением PPFD  $80,7 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , имела среднюю освещенность 1000 лк, среднюю интенсивностью ультрафиолета для обоих из УФ-А и УФ-420 равную  $0 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ , среднюю высоту от источника света, равную 30 см, и среднюю продолжительность включения, равную 20%. Синий свет (450 нм) имел среднее значение PPFD  $56,4 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , среднюю освещенность 182 лк, среднюю интенсивность ультрафиолета для УФ-А  $0 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  и таковую для УФ-420, равную  $9,22 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ , среднюю высоту до источника света 15 см и среднюю продолжительность включения 30%.

[0078] Испытательная группа 2

В этой испытательной группе салат освещали в течение 12 часов одновременно красным светом (660 нм) и синим светом (450 нм) с последующим интервалом в 12 часов, в течение которого никаким светом не освещали и эту последовательность повторяли.

[0079] PPFD, освещенность, интенсивность ультрафиолета (УФ-А и УФ 420), расстояние от источника света и продолжительность включения в этой испытательной

группе были аналогичны таковым в испытательной группе 1.

[0080] Испытательная группа 3

В этой испытательной группе салат освещали в течение 24 часов одновременно красным светом (660 нм) и синим светом (450 нм). В этой испытательной группе не было промежутка времени, во время которого отсутствовало какое-либо освещение.

[0081] В этой испытательной группе применяли освещающую окружающую среду, в которой в общей сложности PPFD красного света (660 нм) и синего света (450 нм) в среднем составляла  $145,3 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , средняя освещенность составляла 1184 лк, средняя интенсивность ультрафиолета для УФ-А составляла  $0 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  и таковая для УФ 420 составляла  $9,05 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ , среднее расстояние от источника света для красного света (660 нм) составляло 30 см, таковое для синего света (450 нм) составляло 15 см, средняя продолжительность включения для красного света (660 нм) составляла 20% и таковая для синего света (450 нм) составляла 60%.

[0082] Испытательная группа 4

В этой испытательной группе салат освещали в течение каждых 12 часов поочередно красным светом (635 нм) и синим светом (450 нм). В этой испытательной группе не было промежутка времени, во время которого отсутствовало какое-либо освещение.

[0083] Общая PPFD красного света (635 нм) и синего света (450 нм), освещенность, интенсивность ультрафиолета (УФ-А и УФ 420), расстояние от источника света и продолжительность включения в этой испытательной группе были аналогичны таковым в испытательной группе 1.

[0084] Испытательная группа 5

В этой испытательной группе салат освещали в течение 12 часов одновременно красным светом (635 нм) и синим светом (450 нм) с последующим промежутком времени в 12 часов, в течение которого никаким светом не освещали, и эту последовательность повторяли.

[0085] Общая PPFD красного света (635 нм) и синего света (450 нм), освещенность, интенсивность ультрафиолета (УФ-А и УФ 420), расстояние от источника света и продолжительность включения в этой испытательной группе были аналогичны таковым в испытательной группе 1.

[0086] Испытательная группа 6

В этой испытательной группе салат освещали в течение 12 часов только красным светом (660 нм) с последующим промежутком времени в 12 часов, в течение которого никаким светом не освещали, и эту последовательность повторяли.

[0087] В этой испытательной группе применяли освещающую окружающую среду со средним значением PPFD составляющим  $139,3 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , где средняя освещенность составляла 1624 лк, средняя интенсивность ультрафиолета для обоих из УФ-А и УФ 420 составляла  $0 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ , средняя высота от источника света составляла 30 см и средняя продолжительность включения составляла 30%.

[0088] Испытательная группа 7

В этой испытательной группе салат освещали в течение 12 часов только красным светом (635 нм) с последующим промежутком времени в 12 часов, в течение которого никаким светом не освещали и эту последовательность повторяли.

[0089] PPFD красного света (635 нм), освещенность, интенсивность ультрафиолета (УФ-А и УФ 420), расстояние от источника света и продолжительность включения в испытательной группе были аналогичны таковым в испытательной группе 6.

[0090] Испытательная группа 8

В этой испытательной группе салат освещали в течение 12 часов только синим светом (450 нм) с последующим промежутком времени в 12 часов, в течение которого никаким светом не освещали и эту последовательность повторяли.

[0091] В этой испытательной группе применяли освещающую окружающую среду со средним значением PPFD, составляющим  $84,1 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , где средняя освещенность составляла 283 лк, средняя интенсивность ультрафиолета для УФ-А составляла  $0,33 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  и таковая для УФ-420 составляла  $14,5 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ , среднее расстояние от источника света составляло 15 см и средняя продолжительность включения составляла 50%.

[0092] Испытательная группа 9

В этой испытательной группе салат освещали в течение 12 часов только белым светом (возбуждение при 405 нм) с последующим промежутком времени в 12 часов, в течение которого никаким светом не освещали и эту последовательность повторяли.

[0093] В этой испытательной группе применяли освещающую окружающую среду со средним значением PPFD, составляющим  $142,0 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , где средняя освещенность составляла 8204 лк, средняя интенсивность ультрафиолета для УФ-А составляла  $0,004 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  и таковая для УФ-420 составляла  $3,74 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  и среднее расстояние от источника света составляло 16 см.

[0094] Испытательная группа 10

В этой испытательной группе салат освещали в течение 12 часов только люминесцентной лампой с последующим промежутком времени в 12 часов, в течение которого никаким светом не освещали и эту последовательность повторяли.

[0095] В этой испытательной группе применяли освещающую окружающую среду со средним значением PPFD составляющим  $139,8 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , где средняя освещенность составляла 10680 лк, средняя интенсивность ультрафиолета для УФ-А составляла  $0,338 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  и таковая для УФ-420 составляла  $4,11 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  и среднее расстояние от источника света составляло 38 см.

[0096] В. Результаты

В вышеуказанных испытательных группах 1-10 выращивание после прорастания начинали в различных условиях освещения окружающей среды и затем наблюдали состояние роста и измеряли в каждый момент времени, спустя 7 дней (спустя 10 дней после посева), спустя 14 дней (спустя 17 дней после посева) и спустя 21 день (спустя 24 дня после посева) для сравнения между испытательными группам.

[0097] После 7-дневного роста

Фигура 5 показывает фотографии, каждая из которых представляет состояние роста в каждой испытательной группе спустя 7 дней после начала выращивания в окружающей среде с другим освещением. Также в таблице 2 указаны длина стебля (мм), длина первого листа (см), количество настоящих листьев (листья) и ширина листа (см), измеренные в одно и то же время в каждой испытательной группе. Измеренные значения соответствующих обозначают «среднее значение» или «минимальное значение - максимальное значение» из 6 образцов, посеянных в идентичных лотках с почво-торфяной смесью для культивирования.

[0098]

Таблица 2

Испытательная группа	Излучаемый свет	Длина стебля (мм)	Длина первого листа (см)	Количество настоящих листьев (листья)	Ширина листа (см)
1	660 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	0-5	5,3-6,5	2	2,3-2,5

2	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (12-часовая продолжительность освещения)	0-3	2,5-3,0	1-2	-
3	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (24-часовая продолжительность освещения)	1-2	2,0-2,9	1-2	1,5-2,0
4	635 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	-	-	-	-
5	635 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно	-	-	-	-
6	Только 660 нм (красный)	25-35	2,0-4,0	1	0,3-0,6
7	Только 635 нм (красный)	-	-	-	-
8	Только 450 нм (синий)	2-4	1,9-2,0	1	1,1-1,4
9	Белый свет	3-9	2,7-5,0	2	0,9-1,7
10	Флуоресцентная лампа	1-2	2,8-2,9	2	1,5-1,8

10 [0099] Как показано на чертеже 5 и в таблице 2, салат после 7-дневного роста под поочередным освещением красным светом (660 нм) и синим светом (450 нм) в испытательной группе 1 имел большую длину первого листа и ширину листа по сравнению с другими испытательными группам.

[0100] После 14-дневного роста

15 Фигура 6 показывает фотографии, каждая из которых представляет состояние роста в каждой испытательной группе спустя 14 дней после начала роста в окружающей среде с другими условиями освещения. На каждой фотографии размер лотка с почвоторфяной смесью для культивирования одинаков. Также в таблице 3 указаны длина стебля (мм), длина первого листа (см), количество настоящих листьев (листья) и ширина листа (см),  
20 измеренные в одно и то же время в каждой испытательной группе. Измеренные значения соответствующих элементов представляют собой «среднее значение» или «минимальное значение-максимальное значение» из 6 образцов, так же как в таблице 2.

[0101]

25 Таблица 3

Испытательная группа	Излучаемый свет	Длина стебля (мм)	Длина первого листа (см)	Количество настоящих листьев (листья)	Ширина листа (см)
1	660 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	0-5	9,5-11,5	4-5	3,5-7,5
2	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (12-часовая продолжительность освещения)	-	-	-	-
30 3	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (24-часовая продолжительность освещения)	0-1	4,6-6,1	3-4	3,5-5,6
4	635 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	-	-	-	-
5	635 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно	-	-	-	-
6	Только 660 нм (красный)	40-55	8,7-9,5	2	1,5-1,8
35 7	Только 635 нм (красный)	-	-	-	-
8	Только 450 нм (синий)	0-2	5,0-6,0	2	2,5-3,0
9	Белый свет	4-13	8,0-8,5	3-4	3,3-4,2
10	Флуоресцентная лампа	0-2	5,0-6,5	4	3,5-3,8

40 [0102] Как показано на фигуре 6 и в таблице 3, салат после 14-дневного роста под поочередным освещением красным светом (660 нм) и синим светом (450 нм) в испытательной группе 1 характеризовался большей длиной первого листа по сравнению с другими испытательными группам. Кроме того, количество настоящих листьев в испытательной группе 1 было приблизительно на 1-2 листа больше по сравнению с другими испытательными группам.

45 [0103] После 21-дневного роста

Фигура 7 показывает фотографии, каждая из которых представляет состояние роста в каждой испытательной группе спустя 21 день после начала роста в окружающей среде с другими условиями освещения. На каждой фотографии размер лотка с почвоторфяной смесью для культивирования одинаков. Также в таблице 4 указаны результаты сравнения

свежей надземной массы (г), сухой надземной массы (г), количества настоящих листьев (листья), длин стеблей (см), длин листовых пластин (см), ширины листьев (см) и длин черешков листьев (см) в одно и то же время в каждой испытательной группе, при этом рост в испытательной группе 10 (под люминесцентной лампой) принимается за 100%.

5 Измеренные значения соответствующих величин обозначают среднее из 6 образцов, так же как в таблице 2.

[0104]

10 Таблица 4

Испытательная группа	Излучаемый свет	Свежая надземная масса (%)	Сухая надземная масса (%)	Количество настоящих листьев (%)	Длина стеблей (%)	Длина листовых пластин (%)	Ширина листьев (%)	Длина черешков листьев (%)
1	660 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	252,8	286,7	97,4	108,3	139,4	142,4	79,0
15 2	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (12-часовая продолжительность освещения)	138,3	200,0	105,1	138,9	76,1	109,2	91,9
3	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (24-часовая продолжительность освещения)	134,9	228,7	92,3	52,8	72,0	103,0	39,5
20 4	635 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	207,1	-	-	-	133,5	123,9	19,4
5	635 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно	129,0	153,3	105,1	145,8	73,6	106,4	120,2
6	Только 660 нм (красный)	32,0	24,7	61,5	1190	76,5	40,8	378,2
7	Только 635 нм (красный)	23,4	18,0	58,9	1514	53,9	37,0	498,4
8	Только 450 нм (синий)	62,8	66,7	64,2	73,6	75,5	80,1	96,0
9	Белый свет	107,8	106,7	94,9	194,4	106,6	93,8	171,8
25 10	Флуоресцентная лампа	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

[0105] В таблице 4 салат под поочередным освещением красным светом (660 нм) и синим светом (450 нм) в испытательной группе 1 имел свежую надземную массу в 2 раза или более раз больше по сравнению с испытательной группой 10 (под люминесцентной лампой). Точно так же салат под поочередным освещением красным светом (635 нм) и синим светом (450 нм) в испытательной группе 4 также имел свежую надземную массу приблизительно в 2 раз больше по сравнению с испытательной группой 10. С другой стороны, салат, который освещали одновременно красным светом и синим светом в испытательных группах 2 и 5, имел большую свежую надземную массу по сравнению с испытательной группой 10, которая, тем не менее, была меньше, чем в испытательной группе 1 или испытательной группе 4, с применением поочередного освещения. Свежая надземная масса салата в испытательной группе 3, который освещали в течение 24 часов одновременно красным светом (660 нм) и синим светом (450 нм), была схожей с массой в испытательной группе 2, где продолжительность освещения составляла половину времени. На основе этих результатов выявлено, что поочередное освещение красным светом и синим светом улучшает рост растения.

[0106] Количество настоящих листьев в испытательной группе 1 в момент времени после 21-дневного роста составило, в отличие от такового после 14-дневного роста, почти столько же, что и в испытательной группе 2 и испытательной группе 10. Это может происходить из-за достижения плато роста при увеличении количества листьев в испытательной группе 1 в течение 14-21 дня роста.

В испытательной группе 1 и испытательной группе 4, длина листовых пластин и ширина листа были больше по сравнению с испытательной группой 10. Такую тенденцию не наблюдали у салатов в условиях одновременного освещения красным светом и синим

светом в испытательных группах 2, 3 и 5. С другой стороны, длина стебля в испытательной группе 2 и испытательной группе 5 была больше по сравнению с испытательной группой 10. На основе этих результатов показано, что поочередное освещение красным светом и синим светом служит усилению роста исключительно листьев, подавляя суккулентный рост стебля по сравнению с одновременным освещением.

[0107] Таблица 5 показывает пропорции (%) ассимилирующего органа (г) и неассимилирующего органа (г) в свежей надземной массе (г) и сухой надземной массе (г) на основе общей массы в каждом случае и пропорцию (%) сухой массы (г) в свежей массе (г) в каждой испытательной группе спустя 21 день после начала роста в окружающей среде с другими условиями освещения.

[0108]

Ис-пытательная группа	Излучаемый свет	Надземная свежая масса (г)	Ассимилирующий орган (%)	Неассимилирующий орган (%)	Сухая надземная масса (г)	Ассимилирующий орган (%)	Неассимилирующий орган (%)	Сухая масса/свежая масса (%)
1	660 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	6,80	90,7	9,3	0,430	93,0	7,0	6,2
2	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (12-часовая продолжительность освещения)	3,72	85,8	14,8	0,300	80,0	20,0	8,1
3	660 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно (24-часовая продолжительность освещения)	3,63	90,9	9,1	0,343	93,9	6,1	9,7
4	635 нм (красный)/450 нм (синий) поочередно	5,57	87,4	12,6	-	-	-	-
5	635 нм (красный)/450 нм (синий) одновременно	3,47	84,7	15,3	0,230	82,6	17,4	6,6
6	Только 660 нм (красный)	0,87	59,8	40,2	0,037	67,6	32,4	4,2
7	Только 635 нм (красный)	0,64	46,9	53,1	0,027	55,6	44,4	4,3
8	Только 450 нм (синий)	1,69	84,6	15,4	0,099	89,9	10,1	5,9
9	Белый свет	2,90	84,5	15,2	0,160	87,5	12,5	5,4
10	Флуоресцентная лампа	2,69	87,4	12,6	0,150	93,3	6,70	5,8

[0109] Свежая надземная масса и сухая надземная масса в испытательной группе 1 демонстрировали более высокую пропорцию ассимилирующего органа по сравнению с испытательной группой 2. Испытательная группа 4 демонстрировал более высокую пропорцию ассимилирующего органа в свежей надземной массе по сравнению с испытательной группой 5. Эти результаты согласуются с результатами усиления роста листовой части в испытательной группе 1 и испытательной группе 4, показанными в таблице 4, и результатами наблюдения за состоянием роста на фигуре 7.

[0110] С. Заключение

На основе результатов этого испытательного примера выявлено, что поочередное освещение красным светом и синим светом усиливает рост растения. В то время как вышеуказанное поочередное освещение улучшает рост листьев, было показано, что суккулентный рост стебля не усиливается. Такой эффект не воспроизводился при одновременном освещении красным светом и синим светом или освещении только одним из двух и доказано, что он достигается исключительно поочередным освещением красным светом и синим светом. На основе результатов, показанных в этом испытательном примере, доказано, что способ культивирования растений и оборудование для культивирования растений согласно настоящему изобретению

эффективны для улучшения роста растения.

[0111] <Испытательный пример 2>

Интервал времени одного цикла освещения и отношение времен стадии освещения красным светом и стадии освещения синим светом в пределах одного цикла освещения  
5 изменяли, чтобы дополнительно исследовать стимулирующее действие на рост поочередного освещения красным светом и синим светом.

[0112] А. Материалы и способы

Материалы

Применяемым материалом был листовая салат (сорт: Summer Surge), которому  
10 давали прорасти так же, как в испытательном примере 1. Температуру и влажность в камере с искусственным климатом устанавливали схожими с таковыми окружающей среды в испытательном примере 1.

[0113] Источники света

Применяли красный LED (центральная длина волны: 660 нм, выпускаемый Showa  
15 Denko K.K., HRP-350F), синий LED (центральная длина волны: 450 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., GM2LR450G) и люминесцентная лампа, применяемая в испытательном примере 1.

[0114] В. Стадия установления режима

Сначала проводили культивирование в окружающей среде с освещением  
20 люминесцентной лампой при количестве света (PPFD) 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с (Испытательная группа 1). Затем культивирование проводили в окружающей среде с одновременным освещением красным светом и синим светом и искали условия освещения, способные обеспечивать эквивалентное или превышающее ростовое действие по сравнению с  
25 ростом в окружающей среде с освещением белым светом. В качестве условий освещения устанавливали общее количество света равным 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с и отношение количеств света «красный:синий» равным 5:3.

[0115] Как показано в таблице 6, после роста в течение 21 дня испытательная группа  
30 2, для которой применяли одновременное освещение красным светом и синим светом в течение 12 часов с последующим отсутствием освещения в течение 12 часов, имела эквивалентную или превышающую свежую надземную массу, длину листовая пластины, ширину листа и свежую массу ассимилирующего органа по сравнению с испытательной группой 1. Также испытательная группа 3, для которой применяли одновременное  
35 освещение красным светом и синим светом в течение 24 часов без периода отсутствия какого-либо освещения, показала схожие результаты. Измеренные значения соответствующих элементов в таблице представляют собой средние значения для 6 образцов, высеянных в идентичные лотки с почво-торфяной смесью для культивирования.

[0116] С. Стадия культивирования

40 В условиях освещения с применением общего количества красного света и синего света равного 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с и отношения количеств света, равного 5:3, культивирование проводили в окружающей среде с поочередным освещением.

[0117] Испытательные группы 5-7 и 10, для которых применяли поочередное  
45 освещение красным светом и синим светом, каждое в течение 3, 6, 12 и 24 часов, продемонстрировали после 21-дневного роста значительный стимулирующий эффект на рост свежей надземной массы, длину листовая пластины, ширину листа и свежий вес ассимилирующего органа по сравнению с испытательными группам 1-3.

Испытательные группы 8 и 9, для которых применяли поочередное освещение красным



светом и синим светом с переключением «18-часов/6-часов» или «6-часов/18-часов», также продемонстрировали значительное стимулирующее действие на рост.

[0118] Испытательный пример 1, в котором применяли поочередное освещение красным светом и синим светом, каждым в течение 1 часа, показал удлинение стебля, приводя к суккулентному росту. Несмотря на то, что испытательный пример 11, в котором применяли поочередное освещение красным светом и синим светом, каждым в течение 48 часов, продемонстрировал некоторый эффект по сравнению с испытательной группой 1, для которой применяли окружающую среду с освещением люминесцентной лампой, эффект в нем был недостаточным относительно испытательных групп 2 и 3 с одновременным освещением в окружающей среде красным светом и синим светом.

[0119]

Испытательная группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Флуоресцентная лампа	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч	Одновременное освещение красным и синим светом 24 ч	Поочередное освещение красным и синим светом 1ч/1ч	Поочередное освещение красным и синим светом 3ч/3ч	Поочередное освещение красным и синим светом 6ч/6ч	Поочередное освещение красным и синим светом 12ч/12ч	Поочередное освещение красным и синим светом 18ч/6ч	Поочередное освещение красным и синим светом 6ч/18ч	Поочередное освещение красным и синим светом 24ч/24ч	Поочередное освещение красным и синим светом 48ч/48ч
Свежая надземная масса (г)	2,78	3,72	3,63	4,09	6,25	4,18	6,80	6,95	6,37	4,73	3,26
Количество настоящих листьев (листья)	6,5	6,8	6,0	5,3	5,0	5,0	6,3	6,0	5,2	4,7	4,8
Длина стебля (см)	0,72	0,55	0,38	1,12	0,55	0,50	0,78	1,12	1,23	0,85	0,87
Длина листовая пластины (см)	8,74	7,36	6,96	12,04	12,77	10,62	13,48	13,76	13,75	11,47	10,01
Ширина листа (см)	6,56	7,03	6,63	8,02	10,36	7,36	9,17	9,19	9,13	8,95	6,75
Длина черешка листа (см)	1,23	1,14	0,49	1,28	1,09	1,76	0,98	1,18	1,65	1,19	1,57
Свежий вес ассимилирующего органа (г)	2,43	3,19	3,30	3,61	5,70	3,60	6,17	6,21	5,55	4,22	2,83
Свежий вес неассимилирующего органа (г)	0,35	0,55	0,33	0,47	0,55	0,58	0,63	0,74	0,82	0,52	0,43

[0120] <Испытательный пример 3>

Далее изучали стимулирующее ростовое действие поочередного освещения красным светом и синим светом путем смены культивируемого растения.

[0121] А. Материалы и способы

Материалы

В этом испытательном примере объектом, применяемым для наблюдения состояния роста, была курчаволистная горчица (сорт: SHAKISARA). Сначала высевали 5-10 семян с одинаковым интервалом в лоток с почво-торфяной смесью для культивирования и давали прорасти под люминесцентной лампой (12-часовая продолжительность дня). В течение 3 дней после посева до прорастания и спустя 7 дней после прорастания все испытательные группы находились в одинаковых условиях освещения окружающей среды. После прорастания их помещали в соответствующие камеры с искусственным

климатом, условия освещения окружающей среды в которых различались, и выращивали в течение 14 дней. Все условия окружающей среды в искусственных климатических камерах были идентичны за исключением условий освещения и камеры были установлены при температуре от 25 до 27°C и влажности 50%.

5 [0122] Источники света

В испытательном примере 1 применяли красный LED (центральная длина волны: 660 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., HRP-350F), синий LED (центральная длина волны: 450 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., GM2LR450G) и люминесцентную лампу.

[0123] В. Стадия установления режима

10 Сначала культивирование проводили в окружающей среде с освещением

люминесцентной лампой при количестве света (PPFD) 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с (Испытательная группа 1А). Затем культивирование проводили в окружающей среде с одновременным освещением красным светом и синим светом и искали условия освещения, способные  
15 обеспечивать эквивалентное или превышающее ростовое действие по сравнению с ростом в окружающей среде с освещением белым светом. В качестве условий освещения устанавливали общее количество света равным 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с и отношение количеств света «красный:синий» равным 1:1 и 1:3.

[0124] Как показано в таблице 7, в момент времени после 7-дневного роста,  
20 испытательные группы 2 и 3, для которых применяли одновременное освещение красным светом и синим светом в течение 12 часов с последующим отсутствием освещения в течение 12 часов, показали эквивалентную или превышающую свежую массу по сравнению с таковой в испытательной группе 1. Измеренные значения соответствующих элементов в таблице представляют собой средние значения для 6 образцов, высеянных  
25 в одинаковые лотки с почвоторфяной смесью для культивирования.

[0125]

Испытательная группа	1А	2	3
	Люминесцентная лампа	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч 1:1	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч 1:3
30 Свежая надземная масса (г)	4,59	4,23	4,53
Количество настоящих листьев (листья)	21,3	19,2	18,5
Длина стебля (см)	1,52	1,88	1,23
35 Длина листовой пластины (см)	11,13	9,80	9,82
Ширина листа (см)	4,98	5,24	4,47
Длина черешка листа (см)	5,56	5,06	5,02
40 Свежая масса ассимилирующего органа (г)	3,05	2,85	3,02
Свежая масса неассимилирующего органа (г)	1,54	1,37	1,51

[0126] С. Стадия культивирования

45 В условиях освещения с применением общего количества красного света и синего света, равного 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с, и соотношения количеств света, равного 1:1 или 1:3, проводили культивирование в окружающей среде с поочередным освещением. Кроме того, культивирование проводили снова в окружающей среде с освещением

люминесцентной лампой при количестве света (PPFD) 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с (испытательная группа 1В).

[0127] Как показано в таблице 8, испытательные группы 4 и 5, для которых применяли поочередное освещение красным светом и синим светом, каждым в течение 12 часов, после 7-дневного роста, обнаружили по свежей массе значительное стимулирующее ростовое действие по сравнению с испытательной группой 1В.

[0128]

	1А	2	3
Испытательная группа	Люминесцентная лампа	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч 1:1	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч 1:3
Свежая надземная масса (г)	2,78	3,51	3,72
Количество настоящих листьев (листья)	15,0	11,5	12,7
Длина стебля (см)	1,62	1,92	1,58
Длина листовой пластины (см)	10,03	10,02	10,40
Ширина листа (см)	4,25	3,98	4,52
Длина черешка листа (см)	5,22	7,54	7,56
Свежая масса ассимилирующего органа (г)	1,82	1,86	2,05
Свежая масса неассимилирующего органа (г)	0,96	1,65	1,67

[0129] <Испытательный пример 4>

Далее стимулирующее ростовое действие поочередного освещения красным светом и синим светом изучали путем замены культивируемого растения.

[0130] А. Материалы и способы

Материалы

В этом испытательном примере объектом, применяемым для наблюдения состояния роста, был росток лука-порея. Сначала высевали 6 семян на равном расстоянии в лотке с почвоторфяной смесью для культивирования и позволяли прорасти под люминесцентной лампой (12-часовая продолжительность дня). В течение трех дней от посева до прорастания все испытательные группы находились в одинаковых условиях освещения окружающей среды. После прорастания их помещали в соответствующие камеры с искусственным климатом, условия освещения окружающей среды в которых различались, и выращивали в течение 24 дней. Все условия окружающей среды в искусственных климатических камерах были идентичны за исключением условий освещения, и камеры были установлены при температуре от 25 до 27°C и влажности 50%.

[0131] Источники света

Применяли красный LED (центральная длина волны: 660 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., HRP-350F), синий LED (центральная длина волны: 450 нм, выпускаемый Showa Denko K.K., GM2LR450G) и люминесцентную лампу, примененную в

испытательном примере 1.

[0132] В. Стадия установления режима

Сначала культивирование проводили в окружающей среде с освещением люминесцентной лампой при количестве света (PPFD), равном 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с (испытательная группа 1). Затем культивирование проводили в окружающей среде с одновременным освещением красным светом и синим светом, и искали условия освещения, способные обеспечивать эквивалентное или превышающее ростовое действие по сравнению с ростом в окружающей среде с освещением белым светом. В качестве условий освещения общее количество света устанавливали равным 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с и отношение количеств света «красный:синий», равным 5:3.

[0133] Как показано в таблице 9, в момент времени после 14-дневного роста испытательная группа 2, для которой применяли одновременное освещение красным светом и синим светом в течение 12 часов с последующим отсутствием освещения в течение 12 часов, показала свежую массу и длину листа, эквивалентные или превышающие таковые в испытательной группе 1. Измеренные значения соответствующих элементов в таблице 9 представляют собой средние значения для 6 образцов, высеянных в одинаковые лотки с почвоторфяной смесью для культивирования.

[0134] С. Стадия культивирования

В условиях освещения с общим количеством красного света и синего света равным 140 мкмоль/м<sup>2</sup>с, и соотношением количеств освещающего света 5:3 культивирование проводили в окружающей среде с поочередным освещением.

[0135] Испытательная группа 3, для которой применяли поочередное освещение красным светом и синим светом, каждым в течение 12 часов, после 14-дневного роста обнаружила по свежей массе и длине листа значительное стимулирующее ростовое действие по сравнению с испытательными группами 1 и 2.

[0136]

Таблица 9

Испытательная группа	1	2	3
	Люминесцентная лампа	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч	Поочередное освещение красным и синим светом 12 ч/12 ч
Свежая масса (г/10 растений)	0,313	0,318	0,425
Длина листа (см)	9,17	8,27	11,40

[0137] <Испытательный пример 5>

Стимулирующее ростовое действие при поочередном освещении красным светом и синим светом проверяли на различных культивируемых растениях.

Материалы

Примененные материалы включали два типа листовых салатов (сорт: Red Fire и Black Rose), которым позволяли прорасти так же, как в испытательном примере 1. Температуру и влажность камеры с искусственным климатом устанавливали так, чтобы создать такую же окружающую среду, как в испытательном примере 1.

[0138] Также примененными материалами были редис (сорт: Red Chime) и репа (сорт: NATSU-NAKUREI). Сначала высевали 6 семян на одинаковом расстоянии в лотке с почвоторфяной смесью для культивирования и позволяли прорасти под люминесцентной лампой (12-часовая продолжительность дня). В течение трех дней от посева до прорастания все испытательные группы находились в одинаковых условиях освещения окружающей среды. После прорастания их помещали в соответствующие камеры с искусственным климатом, условия освещения окружающей среды в которых

различались, и выращивали в течение 24 дней. Все условия окружающей среды в искусственных климатических камерах были идентичны за исключением условий освещения и камеры были установлены при температуре от 25 до 27°C и влажности 50%.

5 [0139] Источники света

Применяли красный LED (центральная длина волны: 660 нм, выпускаемый Showa Denko К.К., HRP-350F), синий LED (центральная длина волны: 450 нм, выпускаемый Showa Denko К.К., GM2LR450G) и люминесцентную лампу, примененную в испытательном примере 1. Плотности фотосинтетического фотонного потока (PPFD, 10 мкмоль м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>) красного света и синего света были установлены равными 87,5 и 52,5 мкмоль м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>, соответственно, в центре лотка с почвоторфяной смесью для культивирования.

[0140] Результаты, полученные для Red Fire, Black Rose и NATSU-HAKUREI, показаны в таблицах 10-13, соответственно. Измеренные значения соответствующих элементов в таблице представляют собой средние значения для 6 образцов, высеянных в одинаковые лотки с почво-торфяной смесью для культивирования.

[0141] Любой из листовых салатов в испытательных группах с применением поочередного освещения красным светом и синим светом, после 21-дневного роста демонстрировал по свежей надземной массе, длине листовой пластины, ширине листа и свежей массе ассимилирующего органа значительное стимулирующее ростовое действие по сравнению с испытательной группой 1, для которой применяли окружающую среду с освещением люминесцентной лампой (см. таблицы 10 и 11).

[0142]

25

Испытательная группа	1	2	3	4
	Люминесцентная лампа	Поочередное освещение красным и синим светом 12 ч/12 ч	Поочередное освещение красным и синим светом 18 ч/6 ч	Поочередное освещение красным и синим светом 6 ч/18 ч
30 Свежая надземная масса (г)	2,82	3,74	4,14	4,50
Количество настоящих листьев (листья)	6,5	5,0	5,3	5,0
Длина стебля (см)	0,53	1,13	1,57	1,62
Длина листовой пластины (см)	8,58	10,37	11,24	11,50
35 Ширина листа (см)	6,04	6,97	7,04	8,28
Длина черешка листа (см)	1,10	1,49	1,61	1,99
Свежая масса ассимилирующего органа (г)	2,41	3,17	3,47	3,71
40 Свежая масса неассимилирующего органа (г)	0,41	0,57	0,66	0,79

[0143]

45

Испытательная группа	1	2	3
	Люминесцентная лампа	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч	Поочередное освещение красным и синим светом 12 ч/12 ч
Свежая надземная масса (г)	1,00	2,15	3,13
Количество настоящих листьев (листья)	5,0	5,0	5,0

Длина стебля (см)	0,23	0,37	1,78
Длина листовой пластины (см)	5,52	6,43	9,49
Ширина листа (см)	4,53	6,12	6,72
Длина черешка листа (см)	0,86	0,64	1,17
Свежая масса ассимилирующего органа (г)	0,87	1,93	2,70
Свежая масса неассимилирующего органа (г)	0,14	0,22	0,42

[0144]

Таблица 12			
Испытательная группа	1	2	3
	Люминесцентная лампа	Одновременное освещение красным и синим светом 12 ч	Поочередное освещение красным и синим светом 12 ч /12 ч
Свежая подземная масса (г)	2,52	1,51	2,59
Свежая надземная масса (г)	4,36	3,25	4,12
Длина корня (см)	2,28	2,00	2,47
Диаметр корня (см)	1,77	1,56	1,88
Количество настоящих листьев (листья)	5,0	4,3	4,5
Длина листовой пластины (см)	8,42	7,44	8,76
Ширина листа (см)	4,94	4,24	4,71
Длина черешка листа (см)	4,04	3,19	5,52
Свежая масса ассимилирующего органа (г)	2,88	2,03	2,47
Свежая масса неассимилирующего органа (г)	1,48	1,22	1,65

[0145]

Таблица 13		
Испытательная группа	1	2
	Люминесцентная лампа	Поочередное освещение красным и синим светом 12 ч/12 ч
Свежая подземная масса (г)	0,36	2,64
Свежая надземная масса (г)	2,40	4,34
Длина корня (см)	1,42	3,12
Диаметр корня (см)	0,57	1,40
Количество настоящих листьев (листья)	8,5	6,2
Длина листовой пластины (см)	5,16	9,10
Ширина листа (см)	3,88	5,58
Длина черешка листа (см)	3,03	6,59
Свежая масса ассимилирующего органа (г)	1,46	2,50
Свежая масса неассимилирующего органа (г)	0,95	1,85

[0146] Редис в испытательной группе 3, для которой применяли окружающую среду с поочередным освещением, выявил значительное стимулирующее ростовое действие по сравнению с испытательной группой 1, для которой применяли окружающую среду с освещением люминесцентной лампой, и испытательной группой 2, для которой применяли окружающую среду с одновременным освещением (после 21-дневного роста). Стимулирующее ростовое действие идентифицировано с точки зрения длины и диаметра корня (см. таблицу 12). Также у репы после 21-дневного роста в испытательной

группе, для которой применяли поочередное освещение красным светом и синим светом, рост усилился с точки зрения, по меньшей мере, длины и диаметра корня по сравнению с испытательной группой 1, для которой применяли освещение люминесцентной лампой, что указывает на существенный эффект на подземную свежую массу (см. таблицу 13).

#### 5 Промышленная применимость

[0147] Согласно способу культивирования растений и тому подобным согласно настоящему изобретению, рост растения может быть улучшен удобным способом, тем самым увеличивая количество сборов урожая и размер урожаев сельскохозяйственных культур за единицу периода времени. В результате, способ культивирования растений и тому подобные согласно настоящему изобретению могут быть применены, предпочтительно, при искусственном культивировании листовых овощей, фруктов и зерновых злаков.

Список ссылочных обозначений

[0148] А: Оборудование для культивирования растений.

15 Р: Растение.

S<sub>1</sub>: стадия освещения красным светом.

S<sub>2</sub>: стадия освещения синим светом.

S<sub>3</sub>: стадия одновременного освещения.

20 S<sub>4</sub>: стадия прерывания.

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>: цикл.

1: Первая светоизлучающая часть.

2: Вторая светоизлучающая часть.

3: Средства перемещения.

25 4: Разделительная панель.

#### Формула изобретения

1. Способ культивирования растений при проведении стадии освещения растения красным светом и стадии освещения растения синим светом периодически и  
30 неоднократно в пределах определенного интервала времени, допуская прерывание обеих стадий стадией прерывания освещения растения светом, при этом продолжительность стадии освещения красным светом и стадии освещения синим светом составляет 0,1 часа или больше, но менее 48 часов.

2. Способ культивирования растений по п. 1, в котором продолжительность  
35 освещения составляет 3 часа или больше и менее 48 часов.

3. Способ культивирования растений по п. 2, в котором продолжительность освещения составляет 3 часа или больше и 24 часа или меньше.

4. Способ культивирования растений по п. 1, в котором растение представляет собой  
40 листовой овощ, фрукт или хлебный злак.

5. Способ культивирования растений, проводимый в условиях освещения светом, включающим красный свет и синий свет, в котором стадию освещения растения красным светом и стадию освещения растения синим светом проводят периодически и  
45 неоднократно в пределах определенного интервала времени, допуская прерывание обеих стадий стадией одновременного освещения растения красным и синим светом в пределах определенного интервала времени, в котором соотношение количеств красного освещающего света и синего освещающего света составляет от 1:20 до 20:1.

6. Оборудование для культивирования растений, включающее в себя  
светоизлучающую часть для освещения растений красным светом и синим светом; и

управляющую часть для управления светоизлучающей частью для проведения стадии освещения растения красным светом и стадии освещения растения синим светом периодически и неоднократно в пределах определенного интервала времени.

5 7. Оборудование для культивирования растений по п. 6, в котором управляющая часть позволяет поддерживать количество света, длину волны и/или продолжительность освещения красным светом и синим светом, исходящими из светоизлучающей части, в диапазоне определенных значений или варьировать их по определенным схемам.

10 8. Оборудование для культивирования растений по п. 6 или 7, в котором светоизлучающая часть для освещения включает в себя светоизлучающие диоды, которые излучают красный свет или синий свет.

15 9. Оборудование для культивирования растений, включающее в себя: первую светоизлучающую часть, которая освещает красным светом; вторую светоизлучающую часть, которая освещает синим светом; управляющую часть для управления освещением растения светом из первой светоизлучающей части и второй светоизлучающей части периодически и неоднократно и средство перемещения для перемещения растений между положением освещения светом, исходящим из первой светоизлучающей части, и положением освещения светом, исходящим из второй светоизлучающей части.

20

25

30

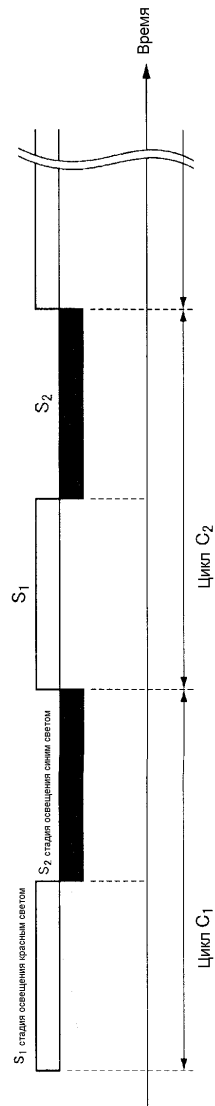
35

40

45

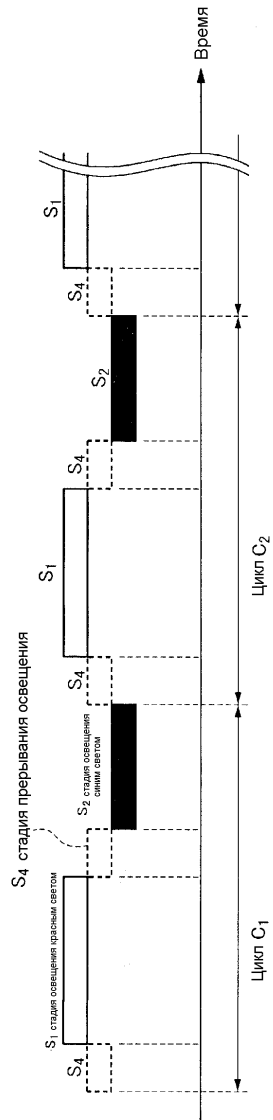


Фиг.1

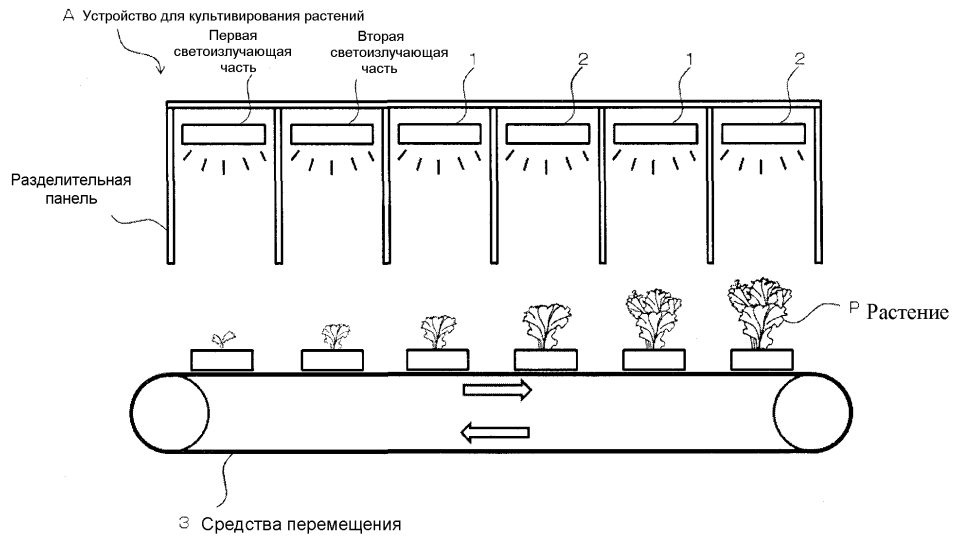




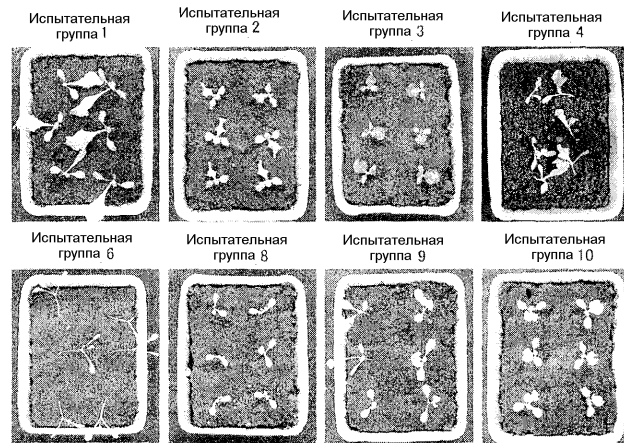
Фиг.3



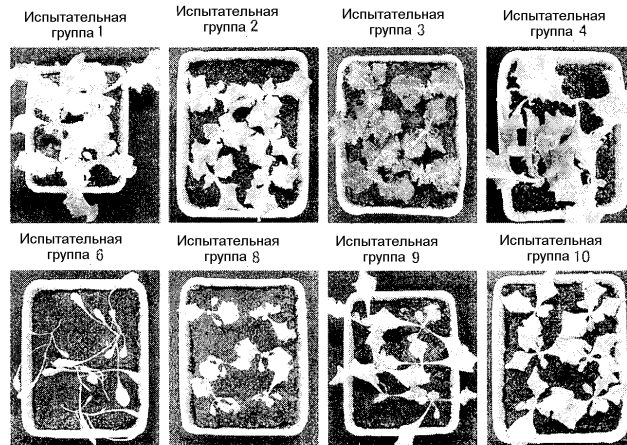
Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7

