



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2009109439/21, 16.03.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.03.2009

(45) Опубликовано: 10.11.2010 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2281647 C2, 20.08.2006. US 4003160 A,  
18.01.1977. JP 8066126 A, 12.03.1996. SU  
413914, 19.08.1974.Адрес для переписки:  
196625, Санкт-Петербург, пос. Тярлево,  
Фильтровское ш., 3, ГНУ СЗНИИМЭСХ

(72) Автор(ы):

Мишанов Алексей Петрович (RU),  
Жебраков Андрей Викторович (RU),  
Маркова Анна Ефимовна (RU),  
Судаченко Василий Никитович (RU),  
Колянова Татьяна Валентиновна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

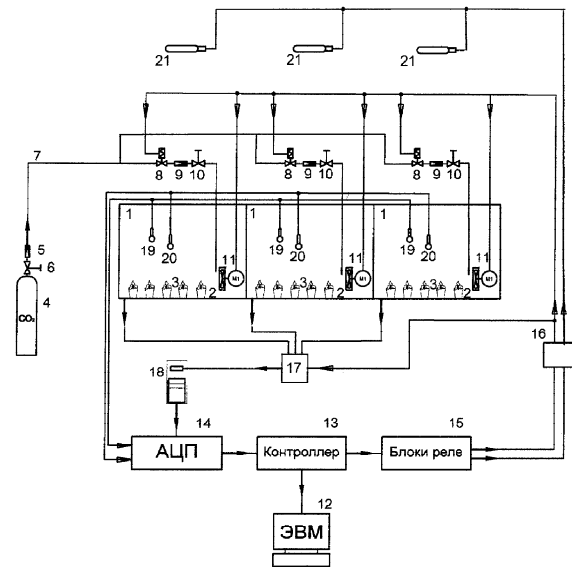
Государственное научное учреждение  
"Северо-Западный научно-  
исследовательский институт механизации и  
электрификации сельского хозяйства  
Российской академии сельскохозяйственных  
наук" (ГНУ СЗНИИМЭСХ  
Россельхозакадемии) (RU)

## (54) СПОСОБ ПОДКОРМКИ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР ЧИСТЫМ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

(57) Реферат:

Способ относится к сельскому хозяйству и может быть использован в овощеводстве защищенного грунта. Данный способ позволяет экономить электроэнергию при повышении урожайности зеленных культур. Способ подкормки растений зеленных культур чистым углекислым газом содержит подачу питательного раствора под корни растений, подкормку их углекислым газом и подсветку лампами. Растения герметично покрывают прозрачной пленкой по конструкциям. Углекислый газ подают под пленку в зону ценоза импульсно с периодичностью: подача 2÷3 мин; поглощение растениями 24÷34 мин; при продолжительности подкормки 4-6 часов в сутки по фазам роста и развития в возрасте 5-11; 11-16; 16-21 листьев на растении. 1 табл., 2

ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

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

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2009109439/21, 16.03.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**16.03.2009**

(45) Date of publication: **10.11.2010 Bull. 31**

Mail address:

**196625, Sankt-Peterburg, pos. Tjarlevo,  
Fil'trovskoe sh., 3, GNU SZNIIMEhSKh**

(72) Inventor(s):

**Mishanov Aleksej Petrovich (RU),  
Zhebrakov Andrej Viktorovich (RU),  
Markova Anna Efimovna (RU),  
Sudachenko Vasilij Nikitovich (RU),  
Koljanova Tat'jana Valentinovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie "Severo-Zapadnyj nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizatsii i ehlektrifikatsii sel'skogo khozjajstva Rossijskoj akademii sel'skokhozjajstvennykh nauk" (GNU SZNIIMEhSKh Rossel'khozakademii) (RU)**

**(54) METHOD OF FEEDING GREEN CROPS WITH PURE CARBON DIOXIDE**

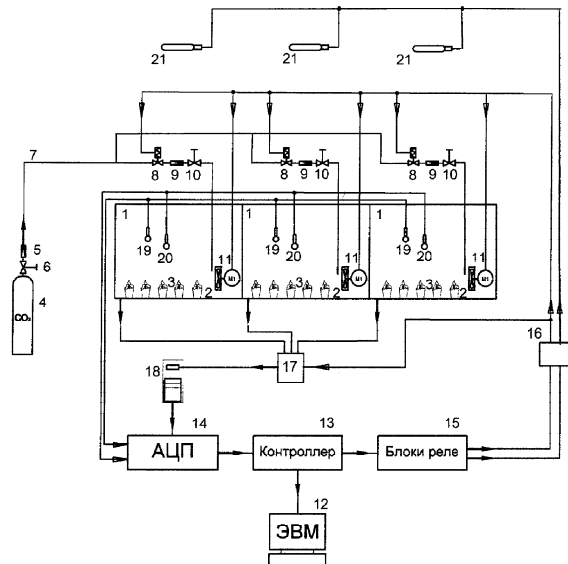
(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: method relates to agriculture and can be used in vegetable greenhouse growing. Method of feeding green crops with pure carbon dioxide contains the flow of nutrient solution to roots of plants, fertilising them with carbon dioxide and illumination with lamps. Plants are tightly covered with a transparent foil on designs. Carbon dioxide is fed under the foil in the area of cenosis with pulse intervals: feeding 2÷3 min, adsorbing by plants 24÷34 min, with the duration of feeding 4-6 hours a day on phases of growth and development aged 5-11; 11-16; 16-21 leaves per plant.

EFFECT: this method enables to save electricity by increasing yield of green crops.

1 tbl, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2 402 898 C1

RU 2 402 898 C1

Изобретение относится к сельскому хозяйству и может быть использовано в овощеводстве защищенного грунта.

Известны способы подкормки растений углекислотой, использующие технические источники углекислого газа в защищенном грунте: прямая газация при помощи газогенераторов, нагнетание отходящих газов котельной (ОГК), подача дымовых газов теплосиловых установок (ТСУ), подача чистого углекислого газа (Богданов К.Б., Усков Е.И. "Использование диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) в агропромышленном комплексе". - М.: Энергия, 2004, с. 20; ж. Мир теплиц, №3, 2008, с 15).

Дозируя углекислый газ, можно снижать продолжительность вегетационного периода роста и развития растения, получать более ранний урожай высокого качества и экономить энергоресурсы.

Поддерживаемый в теплице микроклимат призван оптимизировать проходящие в растениях процессы, наиболее важным из которых является фотосинтез, дающий растению энергию и ассимилянты для роста и развития.

В процессе фотосинтеза идет поглощение углекислого газа на свету. С увеличением количества света усиливается и скорость поглощения растениями углекислого газа. Относительно небольшое увеличение концентрации углекислого газа в ценозе растений при высокой освещенности оказывает существенное влияние на фотосинтез и урожай.

При высоких уровнях освещенности, температуре и концентрации углекислого газа интенсивность фотосинтеза наибольшая. Для достижения высокой эффективности использования света важно поддерживать и высокую концентрацию углекислого газа. Низкое содержание углекислого газа является лимитирующим фактором для роста урожайности растений, особенно на малообъемной культуре (Л.Мортенсен, Х.Гиглеред, "Максимальное увеличение скорости фотосинтеза в изменяющихся световых условиях в теплицах", ж. Мир теплиц, 2005, №7, с.51).

В воздухе теплицы площадью 1 га содержится около 20 кг углекислого газа. В весенние и летние месяцы при максимальных уровнях ФАР потребление углекислого газа растениями огурца в процессе фотосинтеза может приблизиться к 50 кг/га·ч. Дефицит углекислого газа для растений невозможно покрыть за счет атмосферного воздуха. Вентилирование культивационного сооружения в течение дня может повысить содержание углекислого газа, приблизив его к среднему атмосферному значению, но никогда не вернет до значения 0,034%.

Подкормка углекислым газом от пламенных горелок генераторов производится непосредственно продуктами сгорания природного газа с основным химическим составом: 72,1% N<sub>2</sub>, 17,4% H<sub>2</sub>O, 8,7% CO<sub>2</sub>, 1,7 O<sub>2</sub>.

Недостатком данного способа подкормки растений углекислым газом являются сопутствующие углекислому газу вредные газы: угарный газ (CO), оксиды азота (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O), диоксиды серы (SO<sub>2</sub>), этилен (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>); невозможность регулирования высоты подачи углекислого газа, выделение тепла, отрицательно влияющего на температурный режим теплицы в летние месяцы ("Подкормка CO<sub>2</sub>", ж. Мир теплиц, №10, 2004, с.11).

Способ нагнетания отходящих газов котельной (ОГК) в теплицу имеет ряд преимуществ по сравнению с газогенераторами: позволяет удлинить период подкормки в течение суток и вегетационного периода, регулировать подачу ОГК в автоматическом режиме, более эффективно использовать углекислый газ за счет применения приземной раздающей системы, экономить природный газ (С.Г.Хазанова, А.Д.Цыдендабаев "Технологические основы применения системы подкормки растений

в теплицах отходящими газами котельных" Сб.науч.тр. НИПТИМЭСХ НЗ РСФСР. - Л.: 1981, с 134).

Недостатком способа подачи технической углекислоты ОГК является большая энергоемкость процесса, значительные потери тепловой энергии из-за отсутствия во многих хозяйствах тепловых аккумуляторов, отсутствие в хозяйствах анализаторов сопутствующих токсических газовых примесей в дымовых газах ( $\text{NO}_x$ , этилена,  $\text{CO}$ ). Для подкормки нельзя использовать природный газ даже с небольшой примесью серы ("Инженерные вопросы", ж. Мир теплиц, №6, 2007, с.12-13).

Подкормку ОГК можно использовать на светокультуре только при условии полной очистки их от фитотоксичных примесей.

Возможны значительные изменения состава продуктов сгорания, зависящие от режима работы теплового котла и конструкции горелки, при этом содержание углекислого газа может на практике изменяться в диапазоне 6-11%.

Наиболее совершенная технология - подкормка растений чистым углекислым газом. Жидкая углекислота высшего сорта согласно ГОСТ 8050-85 должна иметь чистоту 99,8% и не содержать лабораторно определяемых примесей.

Известен способ подкормки растений чистой углекислотой, по которому жидкую углекислоту превращают в газификаторе (испарителе) в подогретый углекислый газ, который под давлением поступает в магистральный трубопровод. Далее газ из магистрального трубопровода через специальное устройство подается в теплицу по распределительным газопроводам и далее к растениям газ поступает через перфорированные полимерные рукава, высота подвески которых меняется в широком диапазоне: непосредственно в прикорневую зону, в зону активных листьев, к точкам роста (Богданов К.В., Усков Е.И. Подкормка растений углекислым газом в защищенном грунте. Ж. Гавриш, №5, 2004, с.15).

Недостатком данного способа подкормки является газация всего объема культивационного сооружения до заданной концентрации углекислого газа, что создает большие расходы чистого углекислого газа, потери углекислого газа с инфильтрацией сооружения и большую энергоемкость способа подкормки.

Известен способ поддержания заданной концентрации углекислого газа в воздухе теплицы путем непрерывной вентиляции воздуха (пат. РФ №2034440, А01G 9/18, 9/26, 1995 г.).

Способ регулирования концентрации углекислого газа в воздухе теплицы, заключающийся в том, что осуществляют непрерывную вентиляцию воздуха, поддерживая при этом оптимальную концентрацию углекислого газа в газовой смеси для заданных ее температуры и влажности, и регулируют концентрацию питательных веществ и влажность грунта, задают величину скорости обдува растений, регистрируют текущее значение скорости обдува, сравнивают заданное и текущее значения и по результатам сравнения изменяют скорость обдува и концентрацию газовой смеси, при этом их величину регулируют в зависимости от сравнения заданных и текущих значений температуры, влажности и интенсивности облучения растений.

Данный способ не учитывает величину подачи углекислого газа по фазам роста растений, а так как происходит обдув растений, то потребуются и больше углекислого газа, и при этом происходит понижение температуры в области ценоза, что также потребует дополнительного источника тепла, а значит, приведет к повышенному расходу электроэнергии.

Наиболее близким аналогом к заявленному способу является "Способ

гидропонного выращивания  $C_3$ -растений (пат. РФ №2281647, A01G 31/00, 9/18).

Способ гидропонного выращивания  $C_3$ -растений в теплицах на субстратах с подачей питательного раствора под корни растений, подкормкой их углекислым газом и подсветкой лампами подразумевает, что растения герметично покрывают  
5 прозрачной пленкой по конструкциям, регулируемым по высоте по мере роста растений, и углекислый газ подают под пленку автоматически с помощью программатора, при этом питательный раствор подают в субстрат по сигналу датчика влажности.

Недостатком способа гидропонного выращивания  $C_3$ -растений является трудоемкость процесса выращивания, высокая энергоемкость (1 лампа ДРЛ-400Ф на 1 м<sup>2</sup>). Растворимость углекислого газа при 20°C (в 1 части воды растворяется 0,88 частей углекислого газа), при образовании сильного конденсата возможны потери  
15 углекислого газа, и для поддержания заданной концентрации в зоне ценоза потребуется большее количество углекислого газа.

Задача изобретения - подача необходимого количества углекислого газа в зону ценоза при экономии электроэнергии, углекислого газа и повышение урожайности зеленных культур.

Поставленная задача решается тем, что способ подкормки растений зеленных культур чистым углекислым газом, содержащий подачу питательного раствора под корни растений, подкормку их углекислым газом и подсветку лампами,  
20 подразумевает, что растения герметично покрывают прозрачной пленкой по конструкциям и углекислый газ подают под пленку, углекислый газ подают в зону ценоза импульсно с периодичностью: подача 2÷3 мин; поглощение растениями 24-34 мин; при продолжительности подкормки 4-6 часов в сутки по фазам роста и развития растений в возрасте 5-11; 11-16; 16-21 листьев на растении.

Новые существенные признаки:

1. Углекислый газ подают в зону ценоза импульсно с периодичностью подачи 2÷3 мин, время поглощения растениями 24÷34 мин., продолжительность подкормки 4-6 часов в сутки;

2. Углекислотную подкормку проводят по фазам роста и развития растений в  
35 возрасте 5-11; 11-16; 16-21 листьев на растении.

Перечисленные новые существенные признаки в совокупности с известными необходимы и достаточны для достижения технического результата во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Технический результат заключается в подаче необходимого для развития растения  
40 количества углекислого газа в зону ценоза для повышения уровня урожайности.

Растение потребляет определенное количество углекислого газа в единицу времени и при превышении концентрации углекислого газа больше необходимого остаток углекислого газа не используется, и происходят непроизводительные потери  
45 углекислого газа.

При импульсной подаче углекислого газа непосредственно в зону ценоза 2÷3 мин подается его необходимое количество. В течение 24÷34 мин растения поглощают углекислый газ до заданной концентрации.

При оптимальной подкормке растений происходит экономия чистого углекислого  
50 газа при повышении урожайности. Подкормку импульсным способом можно проводить как непрерывно в течение всего вегетационного периода, так и по фазам развития.

При использовании подкормки углекислым газом по фазам развития возможно

получение дополнительной экономии углекислого газа, используя подкормку в одной или 2-х фазах развития с тем же результатом урожайности, как и при непрерывной подкормке.

5 Повышение урожая приводит к снижению удельных энергозатрат на единицу сухого вещества.

На фиг.1 схематично изображено устройство подкормки зеленных культур чистым углекислым газом.

10 На фиг.2 - график изменения концентрации углекислого газа в рабочей камере при импульсной подаче.

В камере 1 на поддоне 2 установлены контейнеры с растениями салата 3. Из баллона 4 с углекислым газом высокого давления через понижающий редуктор 5 и электроклапан 6 к камере 1 по трубкам 7 через электромагнитный клапан 8, расходомер 9 и игольчатый кран 10 подводится углекислый газ.

15 В местах подводки газа закреплены вентиляторы 11 для перемешивания углекислого газа с воздухом.

Блок управления подачи углекислого газа состоит из ЭВМ 12, на который поступает сигнал с контроллера 13. На вход контроллера 13 подается сигнал с аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 14, а с выхода контроллера 13 на вход блока реле режимов работы 15; с выхода последнего сигнал подается на вход магнитного пускателя 16, а с его выхода сигнал поступает на вход газового переключателя 17, на второй его вход подается сигнал из камеры 1, а с выхода газового переключателя 17 на вход газоанализатора 18, а выход последнего на вход АЦП 14. Второй выход магнитного пускателя 16 соединен с электромагнитным клапаном 8, расходомером 9, игольчатым клапаном 10 и вентилятором 11.

20 Показания датчиков температуры 19 и датчиков относительной влажности воздуха 20 записываются через АЦП 14 и подаются на ЭВМ 12. Лампы досвечивания 21 соединены через выход магнитного пускателя 16 с блоками реле режимов 15.

В качестве исследуемой культуры использовали салат сорта "Азарт" как наиболее подходящий для условий защищенного грунта. Сорт среднеспелый, техническая спелость наступает на 64 сутки после появления полных всходов.

35 Выращивали салат посевом семян в пластмассовые контейнеры объемом 300 см<sup>3</sup> на чистом верховом торфе средней зольности, с рН 4,2. Нейтрализацию кислотности проводили доломитовой мукой из расчета 1,6-1,8 кг на 100 кг торфа влажностью 70% с доведением рН до 6,0...6,5.

40 Торф заправляли питательными веществами из расчета потребности растений салата в элементах питания. На 100 кг торфа вносили 30 г аммиачной селитры, 40 г калийной селитры, 50 г калия фосфорнокислого однозамещенного, 30 г сернокислого магния; молибденовокислого аммония, сульфата меди и сульфата магния по 0,1 г.

45 Подкормки салата проводили периодически, используя питательный раствор Э.Абеле, дифференцированный по фазам роста и развития растений (применительно к салату использовали раствор для рассады) с содержанием в 10 л раствора аммиачной селитры 1,8 г, магния сернокислого 2,5 г, калийной селитры 2,9 г, калия фосфорнокислого однозамещенного 1,6 г, микроэлементы Cu, Mo, B.

50 Полив растений проводили водой, подогретой до 23...25°C.

Температурный режим выращивания растений поддерживали в пределах 21-23°C, относительную влажность воздуха 52-62%, при подкормке относительная влажность повышалась до 100%, но это не влияло на фотосинтетическую деятельность растений.

Пластмассовые контейнеры с растениями 3 устанавливали на поддоны 2 в камеры 1 сразу же после полных всходов с последующей расстановкой соответственно фазе роста (5, 11, 16 листочков на растении).

5 Освещенность 10 кЛк (109 Вт/м<sup>2</sup>) в камере 1 создавали лампами Дна3-400, подвешенными на высоте 1,8 м от поддона 2, в течение 14 часов в сутки.

Система досвечивания, температурно-влажностный режим и приточно-вытяжная система работали в автоматическом режиме.

10 Для измерения физических величин (концентрация углекислого газа, температура и относительная влажность воздуха), выработки управляющих сигналов и гибкого изменения функций разработана информационно-измерительная система с дистанционной передачей данных на ЭВМ (фиг.1).

15 После подготовки и проверки работы оборудования режим работы электромагнитных клапанов 8 переводится в автоматический режим, подается питание на приборы и элементы автоматической системы. Из контроллера 13 поступает сигнал на включение электромагнитного клапана газового переключателя 17. Блок реле 15 преобразует сигнал управления с контроллера 13 и подает через магнитный пускатель 16 напряжение на выводы выбранного  
20 электромагнитного клапана 8 камеры 1. Газоанализатор 18 принудительно забирает воздух из камеры 1, который по системе газопроводов и газового переключателя 17 поступает в измерительную камеру газоанализатора 18. Измеренная концентрация углекислого газа преобразуется в нормализованный аналоговый сигнал, выдаваемый  
25 непрерывно газоанализатором 18. АЦП 14 измеряет сигнал на аналоговом выходе газоанализатора 18 и отцифровывает его и через контроллер 13, полученные данные поступают в ЭВМ 12. Контроллер 13 отслеживает показания газоанализатора 18 в камере 1 в течение определенного времени и в случае понижения заданной концентрации углекислого газа в камере 1 подает сигнал на электромагнитный  
30 клапан 8 подачи углекислого газа в камеру 1 в течение 15-20 сек с одновременным включением вентилятора 11 для перемешивания воздуха в камере 1.

При первом включении автономной системы управления подкормкой углекислого газа в работу, а также при переключении с одной камеры на другую  
35 газоанализатору 18 приходится измерять последовательно две различные концентрации углекислого газа. С учетом запаздывания измерительной системы газоанализатора 18 в систему автоматического регулирования 13 введен таймер задержки времени, который блокирует работу электромагнитного клапана 8, расходомера 9 игольчатого клапана 10 в переходный период из одной камеры в  
40 другую (примерно, 2 минуты).

Система рабочего освещения с помощью ламп Дна3 супер Reflux S 400 действует независимо от работы системы подкормки углекислым газом и управляется от блоков реле 15 через магнитный пускатель 16.

45 Датчики температуры 19 служат для непрерывной регистрации температуры в камерах.

Датчики влажности 20 служат для регистрации относительной влажности воздуха в камерах.

50 Показатели записываются с контроллера 13 на ЭВМ 12 в непрерывном режиме на жесткий диск. В последующем информация обрабатывается с помощью средств EXEL и STATISTICA.

После настройки оборудования, подачи требуемого количества углекислого газа в камеру, поглощения его в течение 24-34 мин и снижения концентрации углекислого

газа ниже заданного импульсно подают через электромагнитный клапан 8, расходомер 9 и игольчатый клапан 10 в течение 2-3 мин углекислый газ в камеру до заданной концентрации, после чего наступает пауза, в течение которой растения поглощают углекислый газ (фиг.2).

Подкормку проводят в течение 4-6 часов в сутки с возможностью ее разбивки на время максимального фотосинтеза у растений. Возможна подкормка растений по фазам роста, максимальная прибавка урожая зеленой массы и сухого вещества была получена при концентрации 0,055 и 0,085% в фазах 7-12 и 16-20 листьев на растении при всех других равных условиях выращивания растений.

Экспериментальные данные приведены в таблице 1, из которой видно, что на формирование урожая салата оказывали влияние подкормки углекислым газом в концентрации 0,055 и 0,085%. Прирост сырой биомассы в фазах развития 7-11 и 16-20 листьев на растении составил 0,2-0,4 кг/м<sup>2</sup> по сравнению с контрольным вариантом (концентрация CO<sub>2</sub> 0,035%).

Скорость потребления углекислого газа растениями зависела от концентрации углекислого газа. Интенсивность фотосинтеза (ИФ) повышалась до 0,37 и 0,50 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>·с при подкормке концентрацией 0,055 и 0,085% соответственно (ИФ в контрольном варианте составила 0,27 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>·с).

Усиление процесса фотосинтеза у растений салата при подкормке углекислым газом концентрацией 0,055 и 0,085% характеризуют показатели сухого вещества.

Прибавка урожая сухого вещества составила от 19,9 до 142,3% по сравнению с контрольным вариантом (концентрация углекислого газа 0,035%).

Удельные затраты электроэнергии значительно снижались на получение единицы продукции (1 г сухого вещества) при подкормке салата углекислым газом концентрацией 0,055 и 0,085% и составили от 15,9 до 58,5% по отношению к контрольному варианту (2,45-3,33 МДж на 1 г сухого вещества).

Экспериментальные данные сведены в таблицу 1.

В теплицах потребление углекислого газа растениями меняется в течение светового дня в зависимости от интенсивности освещенности и изменения спектрального состава светового потока. Наибольшая необходимость углекислого газа для растений проявляется в утренние и послеобеденные часы, когда процесс фотосинтеза достигает своего максимума. Концентрация углекислого газа для зеленных культур (салата) не должна превышать 0,05-0,08%, так как интенсивность фотосинтеза у салата при подкормке концентрацией 0,08% достигает своего максимума 0,64 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>·с, что сравнимо с фотосинтетической активностью молодых листьев у растений с индексом листовой поверхности 3 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> площади при освещенности 250-300 Вт/м<sup>2</sup>.

Для получения урожая овощных культур хорошего качества растениям необходимо досвечивание в качестве дополнения к естественному свету, а иногда даже и полной его замены. Интенсивная светокультура зеленных, в частности салата, требует применения большого количества энергии и является большой статьей расходов на получение единицы продукции.

Дополнительная подкормка салата чистым углекислым газом заметно снизит энергоемкость процесса выращивания за счет повышения урожайности зеленой массы и выхода сухого вещества.



Показатели	Концентрация CO <sub>2</sub> , %							
	0,035(контроль)		0,055			0,085		
	фазы развития растений, листья шт./раст.							
	7-11,5	11,5-16,6	16,6-19,6	7-12,1	12,1-16,6	16,6-20,2	8,0-13,9	
5	Всего потребили растения CO <sub>2</sub> , г/м <sup>2</sup>	7,64	10,80	11,50	11,20	13,85	17,89	38,0
	Скорость потребления CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> /м <sup>2</sup> с	0,15	0,23	0,27	0,25	0,32	0,37	0,50
	Урожай салата, кг/м <sup>2</sup>	1,53	2,09	2,40	1,63	2,08	2,86	1,96
	Содержание сухого вещества, %	3,12	3,86	4,04	3,72	4,65	5,25	5,90
	Урожай сухого вещества, г/м <sup>2</sup>	47,7	80,6	96,9	61,6	96,7	150,0	115,6
10	Прибавка урожая сухого вещества, г/м <sup>2</sup>	-	-	-	13,9	16,1	53,1	67,9
	Прибавка урожая сухого вещества, %	-	-	-	29,1	19,9	54,8	142,3
	Прибавка урожая сухого вещества на 1 г усвоенного CO <sub>2</sub>	-	-	-	1,24	1,16	2,97	3,74
	Удельные затраты электроэнергии, МДж/м <sup>2</sup>	159,2	197,6	241,5	159,2	197,6	241,5	159,2
15	Удельные затраты электроэнергии, МДж на 1 г сухого вещества	3,33	2,45	2,49	2,58	2,04	1,61	1,38
	Экономия электроэнергии, %	-	-	-	22,5	15,9	35,3	58,5

### Формула изобретения

20       Способ подкормки растений зеленных культур чистым углекислым газом, содержащий подачу питательного раствора под корни растений, подкормку их углекислым газом и подсветку лампами, герметичное покрытие растений прозрачной пленкой по конструкциям и подачу углекислого газа под пленку, отличающийся тем, 25 что углекислый газ подают в зону ценоза импульсно с периодичностью: подача 2÷3 мин; поглощение растениями 24÷34 мин при продолжительности подкормки 4÷6 ч в сутки по фазам роста и развития растений в возрасте 5-11; 11-16; 16-21 листьев на растении.

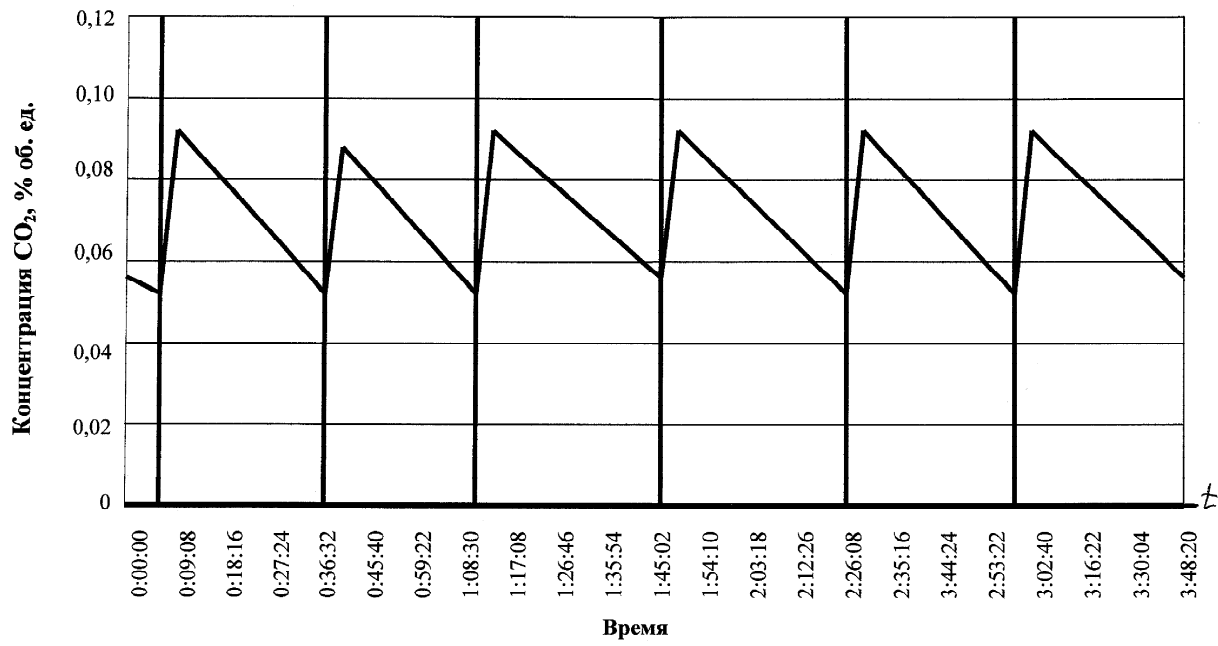
30

35

40

45

50



Фиг. 2