

ГИДРОПОНИКА – КАК МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР Hydroponics - a method of growing greens

Н. В. Курылева, студент, **А. В. Юрина**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Уральского государственного аграрного университета

Аннотация

Изучена история происхождения гидропоники. Первое масштабное использование водных культур для производства продуктов питания история приписывает американскому физиологу профессору Уильяму Ф. Герикке, доценту Калифорнийского университета. Принципы гидропоники показали преимущества выращивания зеленых культур по сравнению с почвенным методом: высокие показатели урожайности, продукция без содержания нитратов. При изучении субстратов выявлено, что может служить синтетические соединения, смолы, минеральная вата, вермикулит, перлит и др. Субстраты обладают важными для растений характеристиками: не содержат нитратов, обладают хорошей водоудерживающей способностью, хорошей аэрацией, прочностью. При выращивании зеленых культур гидропонным способом, была выявлена высокая экономическая эффективность. Полученные растения отличаются высокими показателями роста, повышенным созреванием, обладающие высоким содержанием полезных веществ, без содержания нитратов. При изучении гидропонного способа выращивания зеленых культур следует, что необходимо увеличивать производство и изучать виды субстратов.

Ключевые слова: субстрат, минеральная вата, вермикулит, перлит, гидропоника, методы

Abstract

It explores the history of the origin of hydroponics. The first large-scale use of aquatic plants for food production history attributes fitofiziologu American Professor William F. Gerikke, Associate Professor, University of California. The principles of hydroponics have shown the benefits of growing green crops in comparison with the soil method: high rates of productivity, with no production of nitrate. When studying substrates revealed that the compound can serve as synthetic resins, rockwool, vermiculite, perlite and other substrates for plants have important characteristics: . Contain nitrates have good water-holding capacity, good aeration strength. When growing green crops hydroponically, high economic efficiency was identified. These plants are characterized by high rates of growth, increased maturation, have a high content of nutrients, free of nitrates. In the study of the hydroponic method of growing green crops should be the need to increase production and explore the kinds of substrates.

Keywords: substrate , mineral wool , vermiculite , perlite , hydroponics techniques

Гидропонные технологии в значительной степени облегчают процесс выращивания растений. Это происходит за счет возможности автоматизировать все этапы ухода за растениями: минеральные подкормки, температурный и световой режимы.

Преимущество гидропоники заключается в возможности формирования необходимых параметров ионного состава растительной продукции за счет программирования состава минерального питания. Полученные растения отличаются высокими темпами роста, быстрее вступают в фазу цветения и плодоношения. Их продукция более ценна в биологическом

отношении, поскольку содержит повышенную концентрацию витаминов, сахаров и органических кислот. Человек имеет возможность регулировать содержание нитратов в получаемой продукции, понижая его до минимальных значений. При гидропонном выращивании растений урожай гораздо выше, чем при выращивании в почве.

Методика и условия проведения теоретических исследований: Материалы для исследования изучаемого вопроса брали в системе интернет, научной библиотеке УрГАУ, научной библиотеке Урал НИИСХоза, из личной библиотеки профессора Юриной А.В.

В источниках литературы ознакомились с материалом по схеме:

1. История гидропоники
2. Биохимические принципы гидропоники
3. Субстраты

Гидропоника (от греческого hydro – «вода» и ponos – «работа», в дословном переводе – «рабочий раствор») – выращивание растений без почвы, при котором все питательные вещества растение получает из водного раствора, содержащего их в требуемых количествах и точных пропорциях. [2]

Термин «гидропонная культура» обозначает растение, выращенное без почвогрунтов или почв, с использованием специальных питательных растворов. На сегодняшний день существует более 500 рецептов подобных растворов. [5]

История. Первым в истории человечества удачным опытом выращивания растений без почвы считаются легендарные сады Семирамиды в древнем Вавилоне – одно из семи чудес света, построенное при вавилонском царе Навуходоносоре во II веке до н. э. (605–562). Это была уникальная конструкция из наслаивающихся друг на друга материалов и разветвленной сети водопровода, обеспечивающего снабжение растений в садах водой.

Еще один пример использования питательного раствора для выращивания растений – плавучие сады ацтеков в Центральной Америке. Кочевые племена индейцев, вытесненные воинственными соседями с плодородных земель, применили на берегах мексиканского озера Теночтитлан оригинальный способ выращивания растений. Из длинных стеблей тростника были изготовлены плоты, а на них уложен ил со дна озера. Эти плоты назывались чампас. Таким образом, индейцы выращивали обильные урожаи, позволившие племени не знать ни голода, ни нужды. В плавучих садах прекрасно росли не только овощи, но и фруктовые деревья.

Годом рождения современного растениеводства без естественной почвы считается 1860-й. Именно в этом году Вильгельм Кноп (1817–1901), профессор агрохимии и руководитель сельскохозяйственной опытной станции Лейпциг-Меккерн, совместно с профессором ботаники Боннского университета Юлиусом Заксом (1832–1897) впервые приготовили растворы солей, при помощи которых можно было выращивать зеленые растения без почвы.

Долгое время «вегетационные сосуды», наполненные питательным раствором, были неотъемлемым атрибутом научно-исследовательских лабораторий.

Первое масштабное использование водных культур для производства продуктов питания история приписывает американскому физиологу профессору Уильяму Ф. Герикке, доценту Калифорнийского университета. Впервые о своих опытах он сообщил в 1929 году. Успешность его работ нашла подтверждение на практике во времена Второй мировой войны. Американские войска, находясь на бесплодных скалистых островах, выращивали овощи в гидропонных бассейнах, созданных в голой скале с помощью взрывчатых веществ. Уильяму Герикке принадлежит и термин «гидропоника».

Параллельно с американскими учеными над проблемой выращивания растений без почвы трудились и многие европейские специалисты. Наиболее крупная гидропонная установка была создана в советском институте плодоводства под руководством профессора Д.Н.Прянишникова. Опыты нашли практическое применение уже в 1937 году. Во время одной из полярных экспедиций овощи для питания получали именно таким способом.

Не отставали от своих российских и американских коллег венгерские и польские ученые. В 1932–1933 годах ими были созданы установки в Карпатах и южнее Львова. Польскими установками руководил профессор В. Пиотровский, а венгерскими – профессор Пауль Решлер. Оба предприятия были расположены в горной местности, и там выращивали ранние овощи и декоративные растения.

В 1938 году в местечке Штейнхейм, в Вестфалии (Германия), профессор Херниг создал гидропонную установку, которая успешно действует по сегодняшний день.

Сейчас гидропоника – одно из успешно развивающихся направлений растениеводства. Крупные установки для производства овощей используют в США, Японии, Германии, Швейцарии, Дании, Норвегии, России и других странах мира.[3]

Биохимические принципы гидропоники. Растения получают углерод и кислород из воздуха, остальные элементы – из почвы, а в случае применения гидропоники – из питательного раствора.

Питательные элементы – это азот, фосфор, калий, кальций, железо и многие другие, в том числе, микроэлементы. Они необходимы растениям и не могут быть заменены ничем другим.

Питательные вещества – это соединения, содержащие эти элементы. Известно, что в почве питательные элементы содержатся в четырех формах:

1. прочно фиксированные почвой и недоступные для растений;
2. труднорастворимые неорганические соли;
3. адсорбированные на поверхности коллоидов и доступные для растений благодаря ионному обмену;
4. растворенные в воде и легко доступные для растений.[4]

За поглощение питательных элементов из почвы или питательного раствора отвечает корневая система. Основной зоной поглощения питательных веществ является зона растяжения (роста) и зона корневых волосков. Она же снабжает необходимыми веществами и надземные корни растений.

Подсчитано, что на 1 мм² корневой поверхности развивается от 200 до 400 корневых волосков, что позволяет корневой поверхности увеличиваться в сотни раз. Корневые волоски обладают повышенной способностью к поглощению.

В меристематической зоне (меристема – это ткань, из которой образуются остальные виды тканей корня) отсутствует дифференцированная сосудистая система. При этом флоэма дифференцируется раньше, и только выше по длине корня наблюдается образование ксилемы. Именно по ней и передвигается вода с растворенными питательными веществами. Основная масса ионов, поглощенных меристемой, используется именно в этих клетках. Некоторое количество ионов, особенно Ca²⁺, поступает из этой зоны в надземные органы растений. Поглощенные в зоне растяжения и в зоне корневых волосков ионы транспортируются как вверх, так и вниз по корню. Выше зоны корневых волосков расположена зона ветвления корня. Здесь поверхность покрывается прочным пробковым слоем и в поглощении питательных веществ участия практически не принимает.

Различные зоны корня отвечают за поглощение различных минеральных элементов. Установлено, что Ca^{2+} поступает в апикальные зоны, K^+ , NH_4^+ , фосфаты адсорбируются всей поверхностью корневой системы.[6]

Субстраты. При выращивании растений без почвы используют различные субстраты. Чаще всего это местные материалы. В любом случае субстрат должен отвечать следующим требованиям:

1. Не содержать ядовитых веществ и быть химически нейтральным или инертным к питательному раствору, иначе будут изменяться физико-химические свойства питательного раствора, что отрицательно скажется на развитии растений. В частности, субстрат не должен содержать карбоната кальция (CaCO_3). Данное соединение способствует повышению щелочной реакции питательного раствора и вызывает осаждение фосфатов.

2. Иметь достаточную водоудерживающую способность и хорошую аэрацию. Эти свойства зависят от размера частиц. Чем больше частицы, тем меньше водоудерживающая способность и выше пористость. Например, измельченный вермикулит, перлит и керамзит хорошо удерживают воду, а гравий и гранитный щебень – плохо.

3. Субстрат должен обладать достаточной прочностью. Вермикулит, керамзит, перлит не отвечают данному требованию и со временем крошатся. Это ухудшает аэрацию корневой системы и экономически невыгодно, поскольку подобные субстраты требуют частой замены – не реже одного раза в три-четыре года.

При выборе необходимо учитывать, что при длительной эксплуатации субстраты подвергаются физико-химическим изменениям под действием не только питательного раствора, но и корневых выделений и различных микроорганизмов.

Субстратом для гидропоники могут служить гранитный щебень, измельченный керамзит, вспученный вермикулит, перлит, каменноугольный шлак, полихлорвиниловый субстрат. Иногда применяют органические субстраты: мох, древесные опилки, торф. Каждый из вышеперечисленных материалов имеет свои достоинства и недостатки.

В связи с этим был разработан материал, наиболее соответствующий требованиям к субстратам гидропоники, – гродан (минеральная вата). Также в качестве субстрата иногда используют высокомолекулярные синтетические соединения: вспененный полистирол, полиуретан, термопластические полимеры, синтетические пенные смолы.[1]

Перлит. Агроперлит — высокоэффективная разрыхляющая добавка к почве, улучшающая ее структуру и повышающая продуктивность.

Агроперлит — инертное вещество, он химически стоек, не слеживается и не крошится, легко смешивается с другими компонентами, обладает большой поверхностью, благодаря чему удерживают влагу в 3 — 4 раза больше собственного веса, обладает прекрасными теплоизоляционными свойствами. В связи с этим вспученный перлит, благодаря своим характеристикам, является прекрасным материалом для кондиционирования почвы. Агроперлит применяется в тепличном хозяйстве для создания почвенных субстратов, для газонов стадионов, для благоустройства городских газонов, полей для гольфа, теннисных кортов, а также для выращивания на стационарных площадках дернового слоя для озеленения территорий, выращивания саженцев, для черенкования цветов, комнатных растений, цветов, выращивания овощных и зеленых культур на гидропонике, хранения корнеплодов.

Перлит- становится все более популярным материалом, особенно, у людей занимающихся сельским хозяйством. В классическом сельском хозяйстве его используют для повышения воздухопроницаемости почвы, для улучшения ее структуры, для мульчирования. Очень хорош перлит и для выращивания цветов, так как это достаточно стерильная среда. Перлит является идеальной средой для укоренения растений со слабой корневой системой. Стоит отметить, что перлит очень беден и в нем практически нет питательных элементов, так же он лишен каких либо органических соединений. В это его самое главное достоинство.

Из ниже написанного (таб. 1), можно сделать заключение, что все вещества находятся в связанной форме и растение не может их усваивать. А вермикулит, к примеру, содержит соли магния и калия, в легко доступной форме для растений. Поэтому, очень часто рекомендуют использовать их смесь.

Состав перлита

Двуокись кремния 71,1; окись алюминия 14,1; окись магния 0,1; окись кальция 0,4; окись железа 0,8; окись кальция 3,7

Воздух. Большая часть кислорода (порядка 98%) растение получает через корни. К примеру, если растение, которое растет в земле, перелить, то оно может погибнуть, да и развитие корневой системы из за перебоев в поступлении кислорода будет развиваться очень плохо. Если такую почву разбавить перлитом или полностью заменить им, то через некоторое время вы ощутите разницу. Растение станет лучше расти, ему не будут столь страшны переливы как ранее. А при использовании чистого перлита, растение просто засияет, при условии его кормления гидропонным раствором.

Вода. Растение получает питание из воды, в которой растворены различные соли. Среда, в которой растет растение должна хорошо впитывать воду, удерживать ее и отдавать. Перлит в данном случае не заменим, он выигрывает у таких субстратов как минеральная вата и пенополистирол. При поливе смеси с перлитом она очень быстро впитывает влагу и каждая частичка перлита является мини резервуаром с запасом воды, к тому же эти частички легко делятся влагой с соседними такими же частичками. Более того, вода из частичек достанется только корням растения, а оскудевшая частичка перлита пополнится влагой от соседней. Если в почву был добавлен перлит то на ней не образуется подсохшая корка, так как частички перлита все время будут снабжать верхний слой влагой. Еще не менее полезным свойством является его цвет, а он, как уже нам известно, белый. А это дает хорошую отражаемость падающей световой и тепловой энергии, за счет чего обеспечивается отличное поддержание температурного режима в субстрате.

Температурный режим. Как известно, теплопроводность любого материала зависит от его плотности, чем меньше плотность, тем меньше его теплопроводность. В нашем случае получается более медленное нагревание и медленное остывание субстрата. Тем самым мы добиваемся более комфортных условий для наших растений, защищаем корни от промерзания и перегрева.

Выводы:

- перлит способен поглощать воды в 4 раз больше своей массы;
- отличный доступ к корням воздуха и раствора;
- в нем не растут сорняки, не заводятся насекомые и практически никогда не бывает болезней у растения;
- низкий pH;
- из-за отсутствия органики и его стерильности он не подвержен гниению;

— в сухом виде он очень легкий;
— отличные показатели при проращивании семян, выгонке рассады и клонирование растений;[7]

Вермикулит. Вермикулит — это минерал. В Америке залежи этого минерала имеются в двух местах. Самым большим и экономически выгодным считается месторождение в штате Монтана. Вермикулит в России добывают в Мурманской области.

Внешне он представляет собой светло-серого цвета руду, с крупными фракциями чистой слюды. Как крупные фракции руды, так и средние и мелкие — представляют из себя многослойное вещество, но еще не пригодное для использования в смесях. В руде также много достаточно мелких фракций

Руду перерабатывают на фабриках. Чистая слюда отбирается, сортируется и переправляется для нужд электротехнической промышленности, а остальная руда обрабатывается гидротермически в конвейерных печах, при высокой температуре (760С). При такой обработке частицы руды расслаиваются и вспучиваются.

Вермикулит — вторичный минерал из группы гидрослюд, представляющий собой смесь нескольких минералов. С химической точки зрения, вермикулит — это “гидрат магния-аммония-алюминия-железа и кремния”.

В зависимости от размеров фракций минерала вермикулит разделяется по номерам — от 1 — это размер с горошину, до 5 — фракции песка и пыли.

В вермикулите остается еще достаточно много чистой слюды. Не фракционированный вермикулит используется в качестве утеплителя в строительстве, где его засыпают в пустоты.

В гидропонике используют фракции 2-4. Вермикулит, особенно в сухом виде, очень легкий материал. Как легкий разрыхлитель, он обеспечивает наличие в субстрате большого количества воздуха.

Пригодность субстрата для гидропонного выращивания определяют такие его качества, как легкость, стерильность, химическая инертность, воздухоемкость, буферность, прочность, влагоемкость, долговечность использования.

Впервые применил вермикулит в гидропонике профессор Муллард (Великобритания). Он проводил опыты по выращиванию растений огурца и гвоздики на смеси песка с вермикулитом. Позднее в Южной Африке использование этого субстрата позволило повысить урожайность растений в 5-15 раз. [8]

В гидропонике используют только вспученный вермикулит. После обжига плотность вермикулита снижается до 300 кг/м³. Субстрат удерживает воду, в 5-6 раз больше самого себя по весу. При этом он легко поглощает и отдает растениям влагу. Высокая воздухоёмкость обеспечивает мощное развитие корневой системы у растений.

Благодаря наличию сквозных щелевидных пор, питательный раствор может беспрепятственно проходить сквозь субстрат, при этом вермикулит, в отличие от керамзита не всплывает и не травмирует корни растений.

Одно из достоинств вермикулита — его высокая прочность. Его можно использовать больше 10 лет без замены — он подходит для организации зелёного конвейера и выращивания многолетних растений без пересадки.

Ещё одно свойство вермикулита — он не подвержен засолению. Зачастую субстраты для гидропоники за 2-3 года накапливают соли и становятся малопродуктивными для выращивания растений. В вермикулите образуются в основном хорошо растворимые вещества: хлористый

кальций и магний. Которые легко вымываются обычной водой или избытком питательного раствора.

При выращивании растений на вермикулите дренаж не обязателен. Можно на дно емкостей поместить крупные фракции вермикулита слоем 4-5 см, а выше насыпать более мелкую фракцию слоем 20-25 см.

Вермикулитопоника – экологичное производство. Субстрат насыщается питательным раствором один раз в 10 дней или даже реже. Растворы, соответствуют периодам развития растения. Приготовленный раствор полностью расходуется и не уходит в дренаж. В тканях растения не накапливаются нитраты, как часто происходит при выращивании на почве.

Вермикулитопоника нашла широкое применение во многих странах. Вермикулит считается хорошей средой и позволяет экономить питательный раствор в 10-15 раз. С вермикулитом легко работать, он чистый, стерильный и допускает возможность повторного использования. Этот субстрат позволяет поднять урожайность (до 30 раз) томатов, огурцов, картофеля, лука, салата, бобов, гороха, а также цветов. Высокая эффективность обуславливается тем, что вермикулит — активный биогенный стимулятор.

Отслуживший в гидропонных теплицах лет 10-15, вермикулит можно использовать как рыхлитель в открытом грунте.

Экономические расчеты, проведенные на ряде гидропонных комбинатов показали, что несмотря на более высокую стоимость строительства гидропонных теплиц, окупаются они гораздо быстрее, чем почвенные.[9]

Минеральная вата. Минеральная вата появилась на сцене вовремя. Конечно, использование минеральной ваты в качестве субстрата развивалось и испытывалось в начале 1970-х гг. в Дании, но к концу предыдущего десятилетия оно переместилось в Голландию, а оттуда в Великобританию и другие страны. Минеральную вату стали рассматривать в качестве связующего звена в NFT - материала для корней, которой мог бы свободно увлажняться и дренироваться, а также которым можно было бы управлять для обеспечения оптимального соотношения между воздухом и водой в корневой зоне. Благодаря усилиям и опыту фирмы Гродания АС - датской компании, которая первой стала совершенствовать минеральную вату в качестве растениеводческого субстрата, минераловатные плиты вскоре были испытаны и утвердились по всей Европе для различных сельскохозяйственных культур. Сравнительно недавно широкое использование минеральной ваты распространилось еще больше в основных растениеводческих центрах Северной Америки, Австралии и Южной Азии и Ближнего Востока. За этот период времени минеральная вата оставалась во всех отношениях неизменным продуктом. По мере успешного накопления опыта со все более увеличивающимся спектром культур и условий выращивания, производственные технологии приспособивали как можно более точно к характеристикам минераловатных плит, идя навстречу требованиям растениеводов. Сначала появились так называемые плиты с вертикальным волокном, в которых ориентация структуры волокон была изменена для распространения некоторого количества воды, подаваемой на поверхность плиты, и для изменения ее водоудерживающих характеристик. Затем появились плиты с низкой плотностью, более экономичные и с немного меньшим соотношением воздуха и воды, но с более коротким эксплуатационным периодом. Еще совсем недавно появились плиты с разной плотностью, позволяющие заказывать распространение воды, ее сток и аэрацию по глубине плиты для удовлетворения требований определенных культур.

Минеральную вату, которую иногда называют каменной ватой, производят из базальтовых горных пород или сходных с ними диабазов. Измельченную горную породу смешивают с коксом и смесь доводят до точки плавления при температуре 1.500° или около того. Затем из расплавленного материала делают волокна, наматывая их на ряд дисков, вращающихся с большой скоростью. Длина и толщина волокон - важные факторы, определяющие физические характеристики конечного продукта - контролируются главным образом температурой плавления и скоростью вращения дисков. До того, как расплавленная горная порода попадает на диски, ее комбинируют с добавками, включающими известняк, смачивающий агент и органический полимер, соединяющий волокна вместе для производства плит. Полимеры обычно производят на основе фенола - материала похожего на пластичный бакелит. Другие материалы добавляют для обеспечения поглощения воды, хотя водоотталкивающая форма (наиболее часто используемая в качестве изолирующего материала в стройматериалах) также используется в гранулированной форме, как составная часть компостных смесей или как материал, добавляемый в почву. Связующий агент является основополагающим для стабильности структуры минераловатных плит и блоков. Сила и распространенность связей между волокнами определяют продолжительность сохранения целостности структуры, возможность стерилизации паром и то, сколько раз ее можно повторно использовать без существенных нарушений структуры. Все минераловатные плиты стандартной плотности, пригодные для использования, показали, что они сохраняют соответствующую структуру в течение семи лет или больше для одной культуры длительного выращивания, как розы, или выдерживают повторное использование по меньшей мере для трех однолетних культур со стерилизацией паром перед каждой новой культурой. Плиты с пониженной плотностью имеют более короткий эксплуатационный период, но даже их можно стерилизовать и постоянно использовать по меньшей мере еще раз, если они хорошо сделаны. Когда волокна намотаны и начинают остывать, из них формируют либо свободный пучок, либо гранулы, или прессуют и формуют в контролируемых условиях для образования плит. Затем плиты можно разрезать на более мелкие блоки, кубики или кассеты. Эта формованная продукция обертывается или закатывается в соответствии с требованиями, и затем в ней можно проделывать отверстия для выращивания или что-либо еще. Распределение и ориентация волокон в конечном продукте определяются в процессе производства. Какое-то время ориентация волокон была в основном беспорядочной, но с тенденцией к горизонтальному расположению. Несколько лет назад было показано, что более хорошего стока и повышенной аэрации можно было достичь в плитах с преобладанием вертикального расположения волокон, поэтому скрепленная минераловатная продукция теперь основывается на вертикальном расположении волокон.

Минеральная вата имеет много преимуществ для растениевода: обладает высокой порозностью для воздуха и воды;

- поддерживает хорошее соотношение содержания воздуха и воды;
- химически инертна;
- структурно стабильна и имеет постоянство качества;
- не содержит патогенов;
- ее можно стерилизовать паром и использовать повторно.

Ограниченный объем минераловатной плиты означает, что она имеет низкую буферную способность для воды и питательных веществ, поэтому гидравлические свойства

минеральной ваты являются важным фактором при оценке того, какой и даже имеется ли он - тот особый тип плит, который следует использовать в качестве растениеводческого субстрата.

Израильские производители ожидают возможности более широко использовать минеральную вату в качестве субстрата в течение следующего десятилетия, и исследования в Еврейском университете в Иерусалиме имели целью определить и измерить наиболее важные гидравлические свойства разных типов плит из минеральной ваты. Удержание воды изменяется во время циклов увлажнения и иссушения, и рассматривается как необходимость при таком роде работы, и теперь изменения часто проявляются при продвижении материалов производителями. В настоящее время, похоже, что физические свойства минераловатных плит от основных европейских производителей, хотя и проявляют некоторые краевые эффекты, достаточно схожи для того, чтобы любые из них были пригодны для большинства предусмотренных ситуаций, в которых ими соответственно управляют. Если культуру на минеральной вате увлажнять таким образом, чтобы она никогда не содержала менее 15% воды или около четверти того, что содержится сразу после обильного орошения, тогда культура никогда не будет страдать от недостатка воды, если она имеет значительную и активную корневую систему. Если плиты имеют свободный сток у основания, культура никогда не будет страдать от подтопления потому, что в течение нескольких минут орошения минеральная вата будет снова содержать около 30% воздуха. Несмотря на эти основные преимущества минеральной ваты, много усилий следует приложить для повышения качества методик орошения и способов мониторинга для обеспечения того, чтобы баланс воздуха и воды в субстрате был как можно ближе к оптимальному. Эти методики обсуждаются ниже, а также в главах об отдельных культурах дается дополнительная информация. [10]

Таким образом, при изучении истории происхождения гидропоники, было выявлено, что первое масштабное использование водных культур для производства продуктов питания история приписывает американскому физиологу профессору Уильяму Ф. Герикке, доценту Калифорнийского университета. Принципы гидропоники показали преимущества выращивания зеленых культур по сравнению с почвенным методом: высокие показатели урожайности, продукция без содержания нитратов. При изучении субстратов выявлено, что может служить синтетические соединения, смолы, минеральная вата, вермикулит, перлит и др. Субстраты обладают важными для растений характеристиками: не содержат нитратов, обладают хорошей водоудерживающей способностью, хорошей аэрацией, прочностью. При выращивании зеленых культур гидропонным способом, была выявлена высокая экономическая эффективность. Полученные растения отличаются высокими показателями роста, повышенным созреванием, обладающие высоким содержанием полезных веществ, без содержания нитратов. При изучении гидропонного способа выращивания зеленых культур следует, что необходимо увеличивать производство и изучать виды субстратов.

Список литературы

1. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. — 2-е изд., доп. и перераб.— К.: Урожай, 1985.— 160 с.
2. Байкин Ю.Л., Карпунин М.Ю., Юрина А.В., Федоров А.Н. Керамзитовый почвогрунт для выращивания растений. Патент на изобретение RUS 2290388 25.03.2005
3. Большая советская энциклопедия (БСЭ), М: "Советская энциклопедия", 1969 - 1978

4. *Зальцер Эрнст* Гидропоника для любителей (перевод с немецкого Чумакова М.Н.), издательство «Колос», Москва – 1965. Карпухин М.Ю., Юрина А.В. Керамзитовый почвогрунт для выращивания растений. Сборник Зооветпром.2007. С.15-18.
6. *Карпухин М.Ю.* Овощеводам на заметку // Аграрный вестник Урала. 2010. № 12(79). С. 102.
7. *Малиновский В. И.* Физиология растений. Учеб.пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2004. с.107
8. *Медведев С.С.* Физиология растений: Учебник. – СПб:Издательство С.-Петербург, 2004. – 336с.
9. *Якушкина Н.И.* Физиология растений – Издательство «Владос», 2004 – 464с.
10. <http://www.ponics.ru/2009/06/perlit/>
11. <http://www.ponics.ru/2009/06/vermiculite/>
12. "Мир теплиц", 1996, № 1, с.47-49. 1997. №4. С.37-41. П 3212
13. Aliyev EA Vegetables Growing in hydroponic greenhouses. - 2 nd ed., Ext. and pererab.- K .: Harvest, 1985.- 160 p.
14. Great Soviet Encyclopedia (BSE), M: "Soviet Encyclopedia", 1969 - 1978
15. Ernst Salzer Hydroponics for the lovers (translated from German Chumakov MN), the publishing house "Kolos", Moscow - 1965
16. Malinovsky VI Plant Physiology.Proc. allowance. - Vladivostok: Publishing house of the Far Eastern State University, 2004. p.107
17. Medvedev SS Plant Physiology: Textbook. - St. Petersburg: Publishing House, St. Petersburg, 2004. - 336s.
18. Yakushkina NI Plant physiology - "ñ" Publishing House, 2004 - 464s.
19. <http://www.ponics.ru/2009/06/perlit/>
20. <http://www.ponics.ru/2009/06/vermiculite/>.
21. Карпухин М.Ю. Энергетическая эффективность приемов предпосадочной обработки почвы под поукосный картофель на Среднем Урале// Аграрный вестник Урала. 2011. № 1. С. 56-59.
22. *Карпухин М.Ю.* Технология возделывания картофеля на Среднем Урале, 2016 г
23. *Карпухин М.Ю.* Экономическая оценка технологий возделывания овощных культур открытого грунта и картофеля с использованием диатомита Камышловского месторождения Свердловской области// Аграрный вестник Урала. 2014. № 4. С. 71-73
24. *Карпухин М.Ю., Кирсанов Ю.А.* Способ выращивания картофеля в двухпольном севообороте. Патент на изобретение РФ № 2349068 04.07.2007
25. *Карпухин М.Ю.* Картофель как культура повторного урожая на Среднем Урале. Сборник научных трудов LXVI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Вклад молодых ученых в развитие АПК». 2007. С. 40-42
26. *Карпухин М.Ю., Кокшаров В.П.* Уровень производства и урожайность гибридов овощных культур в ЗАО АПК Белореченский Свердловской области. Материалы международной научно-практической конференции "Экологические проблемы использования природных и биологических ресурсов в сельском хозяйстве". 2012. С. 98-103
27. *Карпухин М.Ю.* Влияние диатомита Камышловского месторождения на качество клубней картофеля в хозяйствах Свердловской области// Аграрный вестник Урала. 2014. № 2. С. 17-19
28. *Стефанович Г. С., Карпухин М. Ю.* Итоги селекции декоративных злаков в ботаническом саду Уральского Федерального университета // Аграрный вестник Урала. 2014. № 6.

С. 73-77.

29. *Карпухин М. Ю.* Водный режим чернозема оподзоленного и продуктивность поукосного картофеля после промежуточной озимой ржи на Среднем Урале // *Аграрный вестник Урала*. 2009. № 2. С. 47-48.

30. *Карпухин М. Ю., Юрина А. В., Кирсанов Ю. А., Кивелева Т. В., Зимина В. И., Демчук О. А., Шаблин П. А.* Способ выращивания растений в теплицах : патент на изобретение *RUS 2299539 11.10.2005*.

31. *Стефанович Г. С., Карпухин М. Ю.* Декоративные многолетние злаки – интродуценты в озеленении Уральского региона // *Аграрный вестник Урала*. 2013. № 7 (113). С. 9-11.

32. *Карпухин М. Ю.* Эффективность использования диатомита в качестве удобрения при возделывании моркови в условиях Среднего Урала // *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 1 (119). С. 17-19.

33. *Карпухин М. Ю., Кирсанов Ю. А.* Способ выращивания картофеля в двухпольном севообороте : патент на изобретение *RUS 2349068 04.07.2007*.

34. *Семин А. Н., Евтушенко Н. С., Карпухин М. Ю., Кирсанов Ю. А., Зырянов С. Б.* Способ переработки ягод облепихи : патент на изобретение *RUS 2262864 14.05.2003*.

35. *Воронин Б. А., Фатеева Н. Б.* Обеспечение квалифицированными специалистами АПК: социально-экономические проблемы (на примере Свердловской области) // *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 11 (129). С. 60-62.

36. *Воронин Б. А.* Проблемы обеспечения продовольственной независимости Российской Федерации в условиях мирового финансово-экономического кризиса и международного регулирования сельскохозяйственной деятельности // *Аграрное и земельное право*. 2010. № 1. С. 89-92.

37. *Донник И. М., Воронин Б. А., Лоретц О. Г.* Импортозамещение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: состояние, задачи // *Аграрный вестник Урала*. 2015. № 3 (133). С. 54-59.

38. *Воронин Б. А., Фатеева Н. Б.* Государственная политика в аграрной сфере Российской Федерации // *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 7 (125). С. 84-87.

39. *Воронин Б. А.* Крестьянские (фермерские) хозяйства: правовые проблемы и тенденции развития // *Аграрное и земельное право*. 2004. № 1. С. 7-8.

40. *Воронин Б. А.* Актуальные проблемы аграрно-правовой науки в Российской Федерации. Екатеринбург, 2000.

41. *Воронин Б. А.* Актуальные проблемы аграрно-правовой науки в Российской Федерации. Екатеринбург, 2000.

42. *Жученко А.А., Лысенко Е.Г., Лысенко Е.Г., Чекмарёв П.А., Шпаков А.С., Фицев А.И., Трофимов И.А., Кутровский В.Н., Гончаренко А.А., Сандухадзе Б.И., Тихонович И.А., Лаптев Г.Ю., Перекопский А.Н., Суровцев В.Н., Алабушев А.В., Сысуев В.А., Баталова Г.А., Щенникова И.Н., Прянишников А.И., Чернева И.Н. и др.* // *ЗЕРНОФУРАЖ РОССИИ Москва*, 2009.

43. *Сёмин А.Н., Сёмина Н.А.* Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2003. № 2. С. 12.

44. *Фатеева Н.Б.* Важный фактор конкурентоспособности персонала // *Аграрный вестник Урала*. 2012. № 10-2 (105). С. 67-68.

45. *Глотов А.Г., Петрова О.Г., Глотова Т.И., Нефедченко А.В., Татарчук А.Т., Котенева С.В., Ветров Г.В., Сергеев А.Н.* Распространение вирусных респираторных болезней крупного рогатого скота // *Ветеринария*. 2002. № 3. С. 17-21.

46. Бурцева Т.И., Ребезов М.Б., Асенова Б.К., Стадникова С.В. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения // Продукты питания животного происхождения. Алматы. 2015
47. Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Пастбищная деградация пойменных лугов и ее оценка по доле участия синантропных видов // Экология. 1983. № 5. С. 3-10.
48. Донник И.М., Шкуратова И.А., Рубинский И.А., Топурия Г.М., Чернокожеев А.И., Топурия Л.Ю. Применение гермивита в животноводстве и ветеринарии Оренбург, 2010.
49. Донник И.М., Шкуратова И.А., Шушарин А.Д., Верещак Н.А., Бейкин Я.Б. Влияние экологических факторов на организм животных // Ветеринария. 2007. № 6. С. 38-42ю
50. Зинина О.В., Ребезов М.Б., Асенова Б.К. Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения Алматы. 2015.
51. Костяев А.И., Маматказин А.Р., Семин А.Н. Основы теории аграрного рынка / под редакцией А.Н. Семина. Екатеринбург, 1997.
52. Фатеева Н.Б., Петрякова С.В., Радионова С.В. Анализ подготовки квалифицированных кадров для сельскохозяйственных предприятий свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2013. № 10 (116). С. 97-100.
53. Донник И.М., Мырзин В.С., Лоретц О.Г., Лиходеевская О.Е., Барашкин М.И. Влияние инбридинга на молочную продуктивность, качество молока и воспроизводительную способность коров // Аграрный вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 15-19.
54. Семин А. Как повысить конкурентный потенциал регионального аграрного производства // АПК: Экономика, управление. 2007. № 11. С. 13-17.
55. Ребезов М.Б., Альхамова Г.К., Максимюк Н.Н., Наумова Н.Л., Амерханов И.М., Зинина О.В., Залилов Р.В. Новые творожные изделия с функциональными свойствами / Министерство образования и науки Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет. Челябинск, 2011.
56. Торопов Д.И., Коровин Г.Г., Славнов Б.С., Лавровская Г.Н., Липилина Т.Б., Бондаренко Л.В., Панков Б.П., Беликова Р.П., Малахова В.Я., Мигачева Л.В., Филатова В.Д., Смирнов Г.Е., Козлов А.В., Яковлева О.А., Турьянский А.В., Петрюк Н.Н., Евдокимова Д.В., Баутин В.М., Шумаков Ю.Н., Кашина Н.В. и др. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию / Ежегодный доклад по результатам мониторинга 2007 г / Ответственные за подготовку доклада: Д.И. Торопов, И.Г. Ушачев, Л.В. Бондаренко. Москва, 2008. Том Выпуск 9.
57. Воронин Б.А. управление и государственный контроль в аграрной сфере российской федерации: научное и нормативно-правовое пособие / Екатеринбург, 2000.
58. Михайлюк О.Н. формы государственной поддержки субъектов хозяйствования АПК // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2009. № 7. С. 36-39.
59. Донник И.М. Биологические особенности продуктивных животных в разных экологических зонах уральского региона // Аграрная Россия. 2000. № 5. С. 19-24.
60. Семин А. Приоритетный национальный проект: взгляд из региона // АПК: Экономика, управление. 2006. № 4. С. 11-14.
61. Ребезов М.Б., Мирошникова Е.П., Альхамова Г.К., Наумова Н.Л., Хайруллин М.Ф., Залилов Р.В., Зинина О.В. Методы исследования свойств сырья и молочных продуктов. Челябинск, 2011.
62. Петрова О.Г., Татарчук А.Т., Рубинский И.А., Печура Е.В., Кушнир Н.И., Красноперов В.А., Хаматов М.Ф. Острые респираторные заболевания крупного рогатого скота. Екатеринбург, 2007.