

УДК 631.589.2

Н.В. Колесникова, А.М. Байняшев, С.К. Кожевников, Т.М. Ергалиев

*Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, Казахстан
(E-mail: ms.kir.83@mail.ru)*

Преимущества и недостатки гидропонных систем в современном сельском хозяйстве

В данной статье проведен анализ отечественных и зарубежных источников по возделыванию культур на гидропонной установке. Раскрыта история развития гидропонного метода выращивания растений. Рассмотрены ключевые элементы гидропонного метода — системы орошения, типы субстратов, виды систем освещения и поддержания температуры, а также различные конструкции установок. Проведен их системный анализ, показаны основные достоинства и недостатки данного метода выращивания без почвы, выявлены вирусы и болезни растений в условиях гидропоники. Проведен анализ применения данных гидропонных установок в Республике Казахстан на основе рассмотрения имеющегося опыта и анализа существующих конструкций, предложены новые идеи использования гидропоники в Казахстане с использованием более экономичных и быстро окупаемых компонентов. Рассмотрен также новый метод гидропоники — органическая гидропоника, был проведен анализ этого метода и разобраны перспективы его применения в Казахстане. Результаты работы могут быть использованы как казахстанскими, так и зарубежными инженерами и исследователями для разработки и улучшения уже существующих гидропонных установок с целью их автоматизации и (или) сокращения эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: гидропонная установка, субстрат, типы гидропонных установок, формы субстрата, вирусы, вредители.

Рост численности населения планеты, а следовательно, увеличение потребностей в продуктах питания требует активной разработки новых подходов в выращивании сельскохозяйственной продукции. От развития агропромышленного комплекса зависят жизненный уровень и благосостояние населения [1]. При тенденции развития сельского хозяйства при помощи мелких и средних предприятий выгодно использовать высокопроизводительные системы выращивания овощей и растений, позволяющие собирать урожай многократно за год. К таким высокопроизводительным системам относится гидропонная установка, на которой растения выращиваются беспочвенным путем, с применением наиболее выгодных пропорций питательного раствора [2]. Слово «гидропоника» с греческого языка означает «рабочий раствор» [2].

Именно в XXI в. развитие гидропоники становится наиболее актуальным вопросом в аспекте усугубления экологических проблем на планете, связанных с изменением климата, опустыниванием сельскохозяйственных угодий, выраженных в истощении плодородия почв, уменьшении биоразнообразия дикорастущих предков культурных растений, сильнейшем токсическом воздействии на почвы в результате загрязнения природы тяжёлыми металлами и различными типами пестицидов. Во многих странах, особенно Юго-Восточной Азии, практически невозможно традиционным способом вырастить экологически чистые продукты питания вследствие высокой токсичности окружающей среды, истощения плодородия почвы, высоких эрозийных процессов. Недостаток воды, связанный с увеличением числа и продолжительности засушливых периодов в странах Африки, Ближнего Востока, Средней и Центральной Азии, также препятствует активному развитию традиционных технологий получения сельскохозяйственных продуктов. Многие из данных вопросов может успешно решить

активное развитие гидропонных технологий, позволяющее получать качественную, экологически чистую продукцию в строго контролируемых условиях с эффективным использованием водосберегающих технологий, основанных на рециркуляции водных ресурсов.

На данный момент гидропоника является наиболее успешным способом выращивания овощных культур. Огромные гидропонные установки для выращивания овощных культур используют в таких странах, как Япония, Германия, Швейцария, Дания [3]. К основным преимуществам гидропонной установки можно отнести необходимость определенного ионного состава растений посредством вычисления наиболее качественного состава питательного раствора. Культуры на гидропонике отличаются от почвенных растений большими темпами роста, ускоренной фазой цветения и плодоношения, что приводит к увеличению урожая и сокращению времени вегетации, а также жизнеспособностью черенков. Растения, выращенные с целью клонирования на данной установке, более устойчивые для пересадки в почву, более жизнеспособные, чем культуры, выращенные в почве. Таким образом, гидропонная установка является экономически эффективной моделью возделывания культур вне почвы [4].

Гидропоника рационально использует пространство. Растениям, потребляющим питательный раствор, достаточны малые площади (отсутствует конкуренция за пространство). В результате растения могут стоять ближе друг к другу, чем в грунте (примерная плотность растений — около 70 штук на квадратный метр) [5].

Основные проблемы, с которыми сталкивается современная светокультура, — это оптимизация энергоэффективности данных систем и экологизация технологии в целом. Так как экономическая эффективность светокультуры во многом зависит от степени изолированности и автономности системы, использование ряда технологий, применяемых, например, в современном тепличном хозяйстве, абсолютно неприемлемо. Императивом эффективности светокультуры является ее изолированность от окружающей среды, что позволяет автоматизировать все процессы развития растения. Наиболее подходящими в данных условиях являются биологические методы защиты растений, за счет использования естественных организмов, обладающих фунгицидным, бактерицидным или инсектицидным действием [6, 7].

Однако гидропонные установки, при всех своих достоинствах, имеют и недостатки:

- зависимость возделываемых культур от компетенции человека. Почва, обладая буферными свойствами, поддерживает в равновесии свои биохимические параметры. При переизбытке питательной смеси состав почвенной химии восстановит равновесие. В гидропонике все происходит быстро: при чрезмерной питательной смеси большое и жизнеспособное растение за час может погибнуть;
- точно рассчитанный температурный режим. При температурах 18–22 °С растения в гидропонных установках растут лучше всего. При повышении температуры растение замедляет свой рост, иногда даже погибает;
- не все растения можно растить на гидропонных установках. Все корнеплоды и крупнеплоды, такие как картофель, морковь, требуют специальных приспособлений и сложных конструкций.

Гидропонная установка — дорогое нововведение. Дороговизна объясняется большим расходом электроэнергии. Но в то же время гидропоника экономит время для созревания культур и плодов. Соответственно, увеличение урожая за короткое время снижает его себестоимость [5].

При разработке гидропонной установки необходимо исключить сложный набор операций и функций, установка должна быть несложной. Все установки состоят из бака, насоса, опоры, шлангов (для питания растений), возвратных шлангов и емкости для рассады. Тем не менее существует множество вариантов конструкций и расположения различных компонентов. В результате появляются различные классы и подклассы систем с различными целями и производительностью, имеющие отличные друг от друга классификации: воздушный насос, водяной насос с субстратом или без субстрата [5].

Различают несколько видов гидропонных установок. В целом их можно разделить на две основные группы: «пассивные» и «активные». «Пассивные», или фитильные, системы отличаются подачей питательного раствора к корням за счет капиллярных сил. Они в основном используются в питомниках и цветочных магазинах, но с землей и фитилем для подачи питательных средств. Этот метод неблагоприятен экологически и очень проблематичен из-за отсутствия автоматизации процесса. Для «активных» систем необходима циркуляция питательных растворов при помощи насосов. Очень многие из них нуждаются в насыщении кислородом питательного раствора (системе аэрации) [8].

При существовании множества модификаций гидропонных установок происходит их комбинирование по 5 типам:

1. Метод периодического затопления (NFT), метод «прилива-отлива». Данная установка наиболее проста для выращивания быстрорастущих культур, таких как салат, так как необходим более тщательный подбор цикла орошения.

2. Метод капельного орошения (Drip systems). Этот метод очень распространен во всем мире. Насос с таймером в установке распределяет питательный раствор. Этот раствор по трубочкам поступает к основанию растения, корневая система которого в субстрате.

Существует 2 вида орошения:

а) капельный полив, основанный на реверсии, т.е. повторном использовании питательной смеси. Достоинство этого метода заключается в том, что отсутствует необходимость рассчитывать точное время полива;

б) нереверсивный капельный вид орошения, основанный на более точном управлении поливом. Многократное использование питательного раствора неприемлемо из-за возможного загнивания корневой системы культур. Эта система орошения востребована для парников и возделывания культур в промышленных масштабах [5].

3. Техника глубинного потока в гидропонике (DFT, Deep Flow Technique). Эта установка очень проста и работает в замкнутом режиме. В контейнерах с питательным раствором устанавливают плавающую платформу с закрепленными на ней, погруженными с корнями, растениями. Чтобы насытить корни культур кислородом, необходимо произвести аэрацию питательного раствора или частую смену питательного раствора. Этот замкнутый метод малоэффективен из-за необходимости постоянного контроля состояния питательной смеси.

4. Система питательного слоя, основанная на подаче питания из резервуара. Происходит круговорот питательной смеси: с корней раствор стекает в резервуар и возвращается обратно к корневым системам культур. Питательный поток постоянный или автоматический, через короткие промежутки времени. Корни культур насыщаются кислородом из-за влажного воздуха над поверхностью питательного раствора.

В данном типе гидропонных систем не требуется таймер для насоса и обычно не используют дополнительный субстрат, кроме воздуха. Этот метод привлекателен своей дешевизной и простотой и безусловно подходит для укоренения черенков. При всех преимуществах такой гидропонной установки существуют и недостатки — нет опоры, что требует выращивать небольшие растения. Отсутствие воды и остановка насоса в результате перебоя электроэнергии и поломки может вызвать гибель растения через пару часов [5].

5. Метод аэропоники — один из самых инновационных методов гидропонных установок. Закрепленные на крышке контейнера растения орошаются питательной смесью распылителями. Распылители, оборудованные таймером и насосом, создают корням растений постоянный туман, состоящий из питательной смеси и кислорода.

Данный метод орошения требует очень точной настройки таймера, обеспечивающего включение насоса на короткие циклы работы. Минус данной системы — усыхание корней при сбоях подачи электроэнергии или же поломке насоса с таймером. Аэропоника не наносит вреда экологии, благодаря чему большие предприятия все чаще заменяют ими другие технологии возделывания культур. Для этой системы характерно применение воздушных и водяных насосов, а также системы водоворота.

Каждый из рассмотренных выше методов имеет свои преимущества и недостатки, но все они имеют право на существование. Выбор в пользу определенного метода зависит от множества факторов, в том числе финансовых возможностей и поставленных задач [9].

На сегодняшний момент в гидропонике в качестве источников света применяются лампы накаливания, металлогалогенные, флуоресцентные, светодиодные и газоразрядные лампы [5, 10]. Лампы накаливания излучают в основном в желто-красной области спектра с цветовой температурой около 2700 К. В спектре таких ламп очень мало синих лучей, что негативно сказывается на развитии растений в некоторых фазах. Вкупе с малой световой эффективностью (примерно 10 Лм/Вт) [11] и коротким сроком службы это приводит к тому, что лампы накаливания практически не используются в светокультуре или используются лишь для досвечивания.

Металлогалогенные лампы по спектральным характеристикам очень похожи на лампы накаливания, однако их светоотдача значительно выше (14–18 Лм/Вт). Температура их работы выше, чем у ламп накаливания, что приводит к обогащению спектра синими лучами, и они вполне могут приме-

няться для имитации весеннего и осеннего естественного освещения. Недостатком этих ламп является достаточно высокая цена и эксплуатационные требования по стабильности питания. Кроме того, срок их службы незначительно превышает срок службы ламп накаливания [11].

Флуоресцентные, или люминесцентные, лампы холодного света на сегодняшний момент являются самыми распространенными в светокультуре. Их спектр за счет изменения химического состава люминофора может варьироваться чрезвычайно широко (от 2700 К до 7800 К). Используя особый состав люминофора, можно производить специальные лампы с оптимальным спектром для растений — фитолампы [12]. Светоотдача таких ламп достигает до 150 Лм/Вт. Недостатками таких ламп являются наличие ртути и других тяжелых металлов, что затрудняет их утилизацию после выхода из строя, необходимость в специальной пускорегулирующей аппаратуре и сложная схема регулировки яркости.

Газоразрядные натриевые лампы высокого и низкого давления из всех источников света являются наиболее экономичными (светоотдача более 200 Лм/Вт). К сожалению, эти лампы излучают в чрезвычайно узком диапазоне спектра, однако в комбинации с металлогалогенными лампами могут быть чрезвычайно эффективны при применении их в промышленности [13]. Недостатками таких ламп являются невозможность изготовления ламп низкой мощности, что затрудняет их применение в гидропонных установках малого и среднего размера, и невозможность регулировки яркости, а также высокая цена.

Светодиодное освещение стало возможным лишь в последнее время, с появлением мощных светодиодов с большим временем службы. Использование RGB светодиодом позволяет моделировать практически любой видимый спектр вкупе с великолепными регулировочными характеристиками и высокой светоотдачей (90–200 Лм/Вт) и приводит к тому, что светодиодные источники освещения находят все более и более широкое применение в светокультуре [14]. Недостатками таких ламп являются высокая цена, трудности с охлаждением, что приводит к преждевременному выходу светодиодов из строя, и низкое напряжение питания.

Выделяют следующие типы субстратов:

1. Сыпучие — тип субстрата, который состоит из почвенного, биологического, минерального и синтетического составляющих. Данный тип используют для грунта растений [15].
2. Безземельные — легкий тип субстрата: например, перлит, вермикулит, минеральная вата.
3. Дробный тип субстрата — основан на искусственных и природных материалах, которые состоят из не взаимодействующих между собой частей определенного состава. Достоинства такого типа субстрата в том, что гранулометрический состав для выращивания корней подбирается на основании определенных потребностей различных растений. Кроме того, этот метод более доступен и не требует больших затрат. Например, такой субстрат, как мох сфагнум, силикатная пемза, древесный уголь (5:2:0,5:0,5). Субстрат, состоящий из керамзита фракции 10–15 мм, мха сфагнума и дробленой коры сосны, используется в современных гидропонных модульных стенах, работающих по принципу системы П. Рёшлера [16].

Основные требования, предъявляемые к субстрату, следующие: это должно быть вещество с довольно крупными частицами, способными поглощать и удерживать большое количество воды, чтобы не требовалось ежедневно увлажнять его питательным раствором; устойчивое против разложения и не способное загнить; химически нейтральное, которое не влияет на питательный раствор [10].

Органическая гидропоника — метод, основанный на выращивании культур с применением органических субстратов и питательных растворов. Долгое время считалось, что гидропонный метод не может быть органическим, так как органические удобрения (в первую очередь фосфорные и азотные) практически не растворимы в воде и питательные растворы на их основе весьма бедны. Решение было предложено в 2008 г. французским исследователем Уильямом Тексье, запатентовавшим несколько методик органической гидропоники [5].

Эти методы основаны, во-первых, на отказе от истинных растворов и переходе к коллоидным; во-вторых, на применении симбиотических бактерий для азотфиксации, как это происходит в естественных условиях в почве. Данные методики не идеальны, как и все новое, они сыры, что открывает широкий простор для различных доработок.

Главными проблемами в органической гидропонике являются следующие:

1. Контроль концентрации веществ в питательном растворе обычно осуществляется кондуктометрическим способом, а при применении коллоидных растворов этот метод не работает и контроль осуществляется буквально на глаз, т.е. всецело зависит от опыта и навыков обслуживающего персонала.

2. Использование симбиотических бактерий, размножающихся в питательном растворе, затрудняет стабилизацию pH раствора. Он будет более щелочным, чем на обычной гидропонике. Кроме того, применение бактерий накладывает дополнительные ограничения на условия эксплуатации — они должны быть оптимальными не только для роста растений, но и для размножения бактерий.

3. Органический питательный субстрат содержит множество нерастворимых и слаборастворимых веществ, поэтому, чтобы избежать засорения системы подачи питательного раствора, приходится использовать различные системы фильтрации.

4. Переход от выращивания растений в естественной почве к беспочвенным культурам не привел к исчезновению вредителей, болезней и вирусов. Вирусы — опасные внутриклеточные патогены выращивания культур. В результате своей латентности многие вирусы распространяются с инструментами, семенами, при выполнении агротехнических работ. Большинство патогенных микроорганизмов, поражающих корневую систему растений, таких как питиум, фитофтора, вирус томатной мозаики, легко переносятся в циркулирующей системе воды, так же как и грибы рода ольпидиум, являющиеся переносчиками нескольких вирусов. Ультрафиолетовое излучение служит эффективной защитой против патогенов растений в случае достаточной дозы облучения при контролируемых условиях.

Вредители, которые встречаются на гидропонике, — это трипсы, разные виды тли и паутинный клещик. Хорошо продуманная посуда для установки — залог устойчивых растений (например, если внешний сосуд сделан из стекла или плексигласа, питательный раствор может зацвести. В этом случае раствор необходимо сменить и дополнительно вставить во внешний сосуд какую-нибудь светонепроницаемую емкость). Необходимо дезинфицировать с добавлением пестицидов линию проточной гидропонике после ее эксплуатации (в зависимости от выявления заболеваний и вредителей в процессе ее эксплуатации). Кроме периодической чистки и обеззараживания всех частей гидропонике в ее нерабочее время, также рекомендуется для профилактики добавлять в рабочий раствор перекись водорода — до 0,5 % раствора [17].

5. Использование в условиях рыночной экономики в основном зарубежного оборудования и технологий. Это сказалось и на казахстанских гидропонных установках: снабжение оборудованием и материалами для них ведется в основном зарубежными фирмами. Одним из дорогих импортных материалов является субстрат, который учитывается в дальнейшем в себестоимости возделывания культур. Для снижения себестоимости культур, выращенных в условиях гидропонике, например, российские ученые в качестве субстратов применяют местные материалы: торф — из Ленинградской области, вермикулит — из Мурманска и т.д. В Казахстане же, при наличии хороших источников минеральных и органических субстратов, все чаще закупают импортные материалы [18].

Метод гидропонике постепенно набирает обороты у агропромышленного комплекса. Повышается спрос на гидропонике, увеличивается массовость рынка, удешевляется производство установок и снижается себестоимость данных установок. Появляются новые проекты гидропонных установок, позволяющие возделывать культуры более рационально, экономя площадь, издержки, снижая трудозатраты на изготовление установок, тем самым увеличивая готовую продукцию с наименьшими затратами [19].

На разработанной нами гидропонной установке [20] был поставлен эксперимент по выращиванию салата «Руккола» и томата сорта «Дебют F1» капельным способом. Было посажено в каждый ящик 4 томата и 24 семени рукколы. Ящиков для эксперимента было восемь: два — с керамзитом, три — с минеральной ватой и три — с соломой.

Руккола, или Гусеничник посевной, или Индау посевной, или Эрука посевная (лат. *Eruca sativa*) — однолетнее травянистое растение рода Индау (*Eruca*) семейства Капустные (*Brassicaceae*). Культивируемые формы, принимаемые в качестве самостоятельного вида рода либо подвида *Eruca vesicaria*.

Томат сорта «Дебют F1» — растение детерминантного типа и достигает высоты 60–65, при выращивании в теплице — до 75 сантиметров. Гибрид с очень ранними сроками созревания и удлиненным сроком плодоношения. Вегетативный период составляет 88–92 дня. Томаты «Дебют F1» рекомендованы для возделывания как на открытых грунтах, так и в теплицах [21]. Данные культуры были высажены в определенные субстраты: керамзит 5×10 мм, минеральную вату и солому пшеничную (просушенную и стерилизованную в автоклаве). Применен питательный раствор Герике [22].

Посадка осуществлялась следующим образом: семена заворачивались в фильтровальную бумагу и укладывались в субстраты по различным принципам.

1. В минеральную вату, установленную слоями горизонтально, семена высаживались между слоями на глубину 2–3 см.
2. Посаженные в солому семена сверху присыпались вторым слоем соломы, толщиной 2–3 см.
3. Помещенные в керамзит на глубину 2–3 см семена осторожно присыпались сверху данным субстратом.

Так как период всхожести рукколы быстрее, чем томата, салат взошел на 4 день посадки по-разному в описанных ранее субстратах. Томаты взошли на 7 день. Фаза второго листа у рукколы наступила на 8 день посадки, у томата — на 19 день посадки.

В процессе эксперимента были обнаружены различные недостатки гидропонной установки, главный из которых — система капельниц, уложенная на грунт, требовала периодической очистки. При манипуляциях с капельницами неизбежно возникали ломка и повреждение молодых ростков рукколы. После достижения ростками рукколы определенного размера эта проблема исчезала.

Следующей проблемой стало использование в качестве субстрата соломы. Несмотря на предварительную стерилизацию субстрата в автоклаве при температуре 120 °С, на ней проявились плесневые грибки, которые, хоть и не были болезнетворными, могли угнетать развитие растений в конкуренции за питательные вещества (в частности, азот).

При наблюдениях за растениями в различных субстратах было обнаружено:

1. На соломе наблюдалось более медленное прорастание культур (на 4–5 день — руккола и на 7–8 — томаты); на 10–12 день обнаружилось пожелтение листов у рукколы. Растения замедлили свой рост.

2. На минеральной вате растения проросли быстро, пожелтение рукколы наблюдалось на 14 день. Томаты не подверглись изменению цвета.

3. На керамзите растения проросли достаточно быстро (на 4 день — руккола и на 7 день — томаты) и повсеместно. Культуры на данном субстрате быстрее достигли фазы второго листа, обладали лучшим внешним видом, без изменений в окраске, как в предыдущих субстратах.

Через 30 дней был произведен сбор рукколы. Внешний вид салата приведен на рисунке 1.



A — на соломе

B — на минеральной вате

B — на керамзите

Рисунок 1. Выращенная руккола на 34 день

На соломе руккола желтого цвета, саженцы неоднородные; на субстрате присутствует плесневой грибок; на минеральной вате томаты значительно выше, чем на соломе; руккола зеленого цвета, имеет больше листов, чем на соломе и растет повсеместно; на керамзите руккола зеленого цвета, растет повсеместно и имеет больший прирост.

Были проанализированы размеры кустов томата и зеленая масса рукколы на 34 день на различных субстратах. Результаты представлены в графиках на рисунке 2.

Из приведенных графиков видно, что размер кустов томата на различных субстратах практически не отличается, а масса рукколы незначительно снижается на соломе. Также на соломе наблюдалось значительное пожелтение листов рукколы.

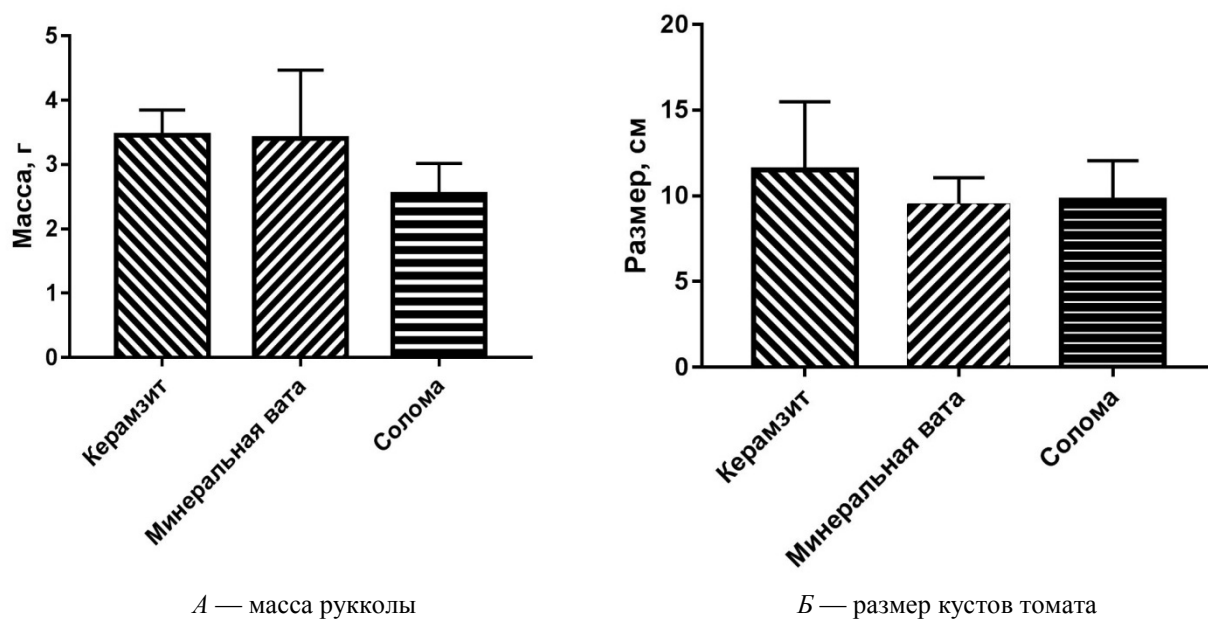


Рисунок 2. Анализ роста растений на различных субстратах

Из наблюдений можно сделать вывод, что солома, сочетая в себе дешевизну и доступность, может быть использована в качестве субстрата для выращивания томатов, но не рекомендуется для рукколы. Оптимальным субстратом для нее является минеральная или базальтовая вата. Керамзит идеально подходит как для выращивания рукколы, так и для томатов, но его стоимость (до 200 тг за 200 г) довольно высока по сравнению со стоимостью минеральной ваты или соломы.

Список литературы

- 1 Карпухин М.Ю. Овощеводам на заметку / М.Ю. Карпухин // Аграрный вестник Урала. — 2010. — № 12(79). — С. 102.
- 2 Алиев Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах / Э.А. Алиев. — 2-е изд., доп. и перераб. — Киев: Урожай, 1985. — 160 с.
- 3 Большая советская энциклопедия (БСЭ). — М.: Сов. энцикл., 1969–1978 гг.
- 4 Якушкина Н.И. Физиология растений / Н.И. Якушкина. — М.: Владос, 2004. — 464 с.
- 5 Тексье У. Гидропоника для всех / Тексье У. — Париж: HydroScope, 2013.
- 6 Cannell R.J.P. Algae as a source of biologically active products / R.J.P. Cannell // Pesticide Science. — 1993. — Vol. 39, Iss. 2, P. 147–153.
- 7 Kulik M.M. The potential for using cyanobacteria (blue-green algae) and algae in the biological control of plant pathogenic bacteria and fungi / M.M. Kulik // European Journal of Plant Pathology. — 1995. — Vol. 101, Iss. 6. — P. 585–599.
- 8 Алгазин Д.Н. Перспективы выращивания тепличных культур с применением аэропонии / Вестн. Омск. гос. аграрн. ун-та. — 2014. — № 1(13). — С. 36–39.
- 9 Болтовский С.Н. Плюсы и минусы гидропонии / С.Н. Болтовский, С.Р. Баймухамбетов, Е.В. Демчук // Вестн. Омск. гос. аграрн. ун-та. — 2014. — № 1(13). — С. 48.
- 10 Бентли М. Промышленная гидропоника / М. Бентли. — М.: Колос, 1965. — 819 с.
- 11 Ламехов О.А. Светотехника и светоизмерения / О.А. Ламехов, Ю.Г. Фрид, Г.В. Журкин. — М.: Машиностроение, 1980. — 138 с.
- 12 Давиденко Ю.Н. Люминесцентные лампы / Ю.Н. Давиденко. — СПб.: Наука и техника, 2005. — 121 с.
- 13 Уэймаус Д. Газоразрядные лампы / Д. Уэймаус. — М.: Энергия, 1977. — 58 с.
- 14 Бурняшев А. Современные мощные светодиоды и их оптика / А. Бурняшев // Современная электроника. — 2006. № 1. — С. 24–27.
- 15 Князева Д.В. Комнатные растения / Д.В. Князева. — М.: Эксмо, 2014. — 448 с.
- 16 Чеканова В. Бромелии / В. Чеканова, С. Коровин. — М.: Фитон+, 2003. — 175 с.
- 17 Приходько Ю.Н. Распространенность вирусных болезней косточковых культур в европейской части России / Ю.Н. Приходько, С.Н. Чирков, К.В. Метлицкая и др. // Сельскохозяйственная биология. — 2008. — № 1. — С. 26–32.
- 18 Прогноз развития рынка овощных культур. — Астана: Казагромаркетинг, 2010.

19 Карпухин М.Ю. Керамзитовый почвогрунт для выращивания растений / М.Ю. Карпухин, А.В. Юрина // Сборник Зооветпром. — 2007. — С. 15–18.

20 Колесникова Н.В. Универсальная автоматизированная гидропонная установка / Н.В. Колесникова, А.М. Байняшев, Т.М. Ергалиев // Методология, теория и практика современной биологии: Сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. студ. и молодых ученых. — 2018. — С. 225–259.

21 Сайт журнала «Рус фермер» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rusfermer.net/ogorod/plodovye-ovoshhi/tomat-pomidor/superrannie-sorta/debyut-fl.html>.

22 Сайт журнала «Флора» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://floragrowing.com/ru>.

Н.В. Колесникова, А.М. Байняшев, С.К. Кожевников, Т.М. Ергалиев

Ауыл шаруашылығындағы заманауи гидропониялық жүйелердің артықшылықтары мен кемшіліктері

Мақалада гидропониялық қондырғы арқылы дақылдарды өсіру жөніндегі отандық және шетелдік зерттеулерге талдау жасалды. Өсімдіктер өсіруге арналған гидропониялық әдісті дамыту тарихы зерттелді. Суару жүйелері, субстрат түрлері, жарықтандыру жүйелерін және температураны ұстау түрлері, сондай-ақ әртүрлі жобалар зауыттың — гидропониялық әдісінің негізгі элементтері қарастырылды. Қолданыстағы тәжірибені қайта қарау және құрылымдарды талдау негізінде Қазақстанда үнемді және тез қалпына келтірілетін компоненттерді пайдалану арқылы гидропониялық қондырғыларды қолданудың жаңа идеялары ұсынылды және Қазақстан Республикасында берілген гидропониялық қондырғыларды қолдану жөнінде ұсыныстар берілді. Сонымен қатар гидропонияның жаңа әдісі — органикалық гидропоника қарастырылды қазақстандық және шетелдік инженерлер мен зерттеушілердің қолданыстағы гидропониялық қондырғыларды автоматтандыру және (немесе) пайдалану шығындарын азайту мақсатында оларды жетілдіру үшін қолданылуы мүмкін деген қорытынды жасалды.

Кілт сөздер: гидропониялық қондырғы, субстрат, гидропониялық қондырғы түрлері, субстрат түрлері, вирустар, зиянкестер.

N.V. Kolesnikova, A.M. Bainyashev, S.K. Kozhevnikov, T.M. Yergaliyev

Advantages and disadvantages of hydroponic systems in contemporary agriculture

This article analyses domestic and foreign literature sources about cultivating plants on a hydroponic setup. The history of the development of the hydroponic method of growing plants is disclosed. Considered the key elements of the hydroponic method: irrigation systems, types of substrates, types of lighting and temperature maintenance systems, and also various setup designs. The system analysis has been carried out and main advantages and disadvantages of the method of growing without soil have been revealed, also identified possible viruses and plant diseases which may appear in conditions of a hydroponic plant. Analysis of the application of hydroponic plants in the Republic of Kazakhstan on the basis of consideration of existing experience and analysis of existing designs was carried out, proposed new ideas for the use of hydroponics in Kazakhstan with the use of more economical and quickly recouped components. Considered and analyzed a new method of hydroponics — organic hydroponics as well as the prospects for its application in Kazakhstan. The results of the work can be used by both Kazakhstan and foreign engineers and researchers to develop and improve existing hydroponic units with the aim of automating them and (or) reducing operating costs.

Keywords: hydroponic system, types of hydroponic systems, types of hydroponic substrate, viruses, pests, plant diseases.

References

- 1 Karpukhin, M.Yu. (2010). Ovoshchevodam na zametku [Vegetables for a note]. *Ahrarnyi vestnik Urala — Agrarian Bulletin of the Ural*, 12(79), 102 [in Russian].
- 2 Aliev, E.A. (1985). *Vyrashchivanie ovoshchei v gidroponnykh teplitsakh [Growing vegetables in hydroponic greenhouses]*. Kiev: Urozhai [in Russian].
- 3 *Bolshaia sovetskaia entsiklopediia (BSE) [The Great Soviet Encyclopedia (TSB)]*. (1969–1978). Moscow: Sovetskaia entsiklopediia [in Russian].
- 4 Yakushkina, N.I. (2004). *Fiziologiya rastenii [Plant Physiology]*. Moscow: Vldos [in Russian].
- 5 Tekse, W. (2013). *Gidropnika dlia vseh [Hydroponics for all]*. Paris: HydroScope [in Russian].

- 6 Cannel, R.J.P. (1993). Algae as a source of biologically active products. *Pesticide Science*, 39(2), 147–153.
- 7 Kulik, M.M. (1995). The potential for using cyanobacteria (blue-green algae) and algae in the biological control of plant pathogenic bacteria and fungi. *European Journal of Plant Pathology*, 101(6), 585–599.
- 8 Algazin, D.N. (2014). Perspektivy vyrashchivaniia teplichnykh kultur s primeneniem aeroponiki [Prospects for growing greenhouse crops using aeroponics]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo ahrarnogo universiteta — Bulletin of Omsk State Agrarian University*, 1(13), 36–39 [in Russian].
- 9 Boltovskii, S.N., Baimukhambetov, S.R., & Demchuk, E.V. (2014). Pliusy i minusy hidroponiki [Pros and Cons of Hydroponics]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo ahrarnogo universiteta — Bulletin of Omsk State Agrarian University*, 1, 48 [in Russian].
- 10 Bentli, M. (1965). *Promyshlennaia hidroponika [Industrial hydroponics]*. Moscow: Kolos [in Russian].
- 11 Lamekhov, O.A., Frid, Yu.G., & Zhurkin, G.V. (1980). *Svetotekhnika i svetoizmereniia [Lighting and light measurements]*. M.: Mashinostroenie [in Russian].
- 12 Davidenko, Yu.N. (2005). *Liuminestsentnye lampy [Fluorescent lamps]*. Saint Petersburg: Nauka i tekhnika [in Russian].
- 13 Ueimaus, D. (1977). *Gazorazriadnye lampy [Gas-discharge lamps]*. Moscow: Energiia [in Russian].
- 14 Burniashev, A. (2014). Sovremennye moshchnye svetodiody i ikh optika [Modern high-power LEDs and their optics]. *Sovremennaia elektronika — Modern electronics*, 2, 24–27 [in Russian].
- 15 Kniazeva, D.V. (2014). *Komnatnye rasteniia [Houseplants]*. Moscow: Eksmo [in Russian].
- 16 Chekanova, V., & Korovin, S. (2003). *Bromelii [Bromeliads]*. Moscow: Fiton+ [in Russian].
- 17 Prikhodko, Yu.N., Chirkov, S.N., & Metlitskaia, K.V., et al. (2008). Rasprostranennost virusnykh boleznei kostochkovykh kultur v evropeiskoi chasti Rossii [The prevalence of viral diseases of stone fruits in the European part of Russia]. *Selskokhoziaistvennaia biolohiia — Agricultural Biology*, 1, 26–32 [in Russian].
- 18 *Prohnoz razvitiia rynka ovoshchnykh kultur [Forecast of vegetable market development]*. (2010). Astana: Kazahromarketinh [in Russian].
- 19 Karpukhin, M.Yu., Yurina, A.V., & Yurina, A.V. (2007). Keramzitovyi pochvogrunnt dlia vyrashchivaniia rastenii [Expanded clay soil for growing plants]. *Sbornik Zoovetprom — Collection Zoovetprom*, 2, 15–18 [in Russian].
- 20 Kolesnikova, N.V., Bainiashev, A.M., & Ergaliev, T.M. (2018). Universalnaia avtomatizirovannaia hidroponnaia ustanovka [Universal automated hydroponic plant]. Proceedings from Methodology, theory and practice of modern biology'18. *III Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia studentov i molodykh uchenykh — IIIrd International scientific and practical conference of students and young scientists* (pp. 225–259) [in Russian].
- 21 Sait zhurnala «Rus fermer» [The site of the magazine «Rus fermer»]. (n.d.). *rusfermer.net*. Retrieved from <https://rusfermer.net/ogorod/plodovye-ovoshhi/tomat-pomidor/superrannie-sorta/debyut-fl.html> [in Russian].
- 22 Sait zhurnala «Flora» [The site of the magazine Flora]. (n.d.). *floragrowing.com*. Retrieved from <https://floragrowing.com> [in Russian].