



ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК»
Департамент АПК Белгородской области

Сборник

информационных материалов по теме:

«АКВАПОНИКА – ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БУДУЩЕГО»

*(для оказания консультационной помощи
сельхозтоваропроизводителям)*



Белгород - 2015 г.

**Департамент
агропромышленного комплекса Белгородской области
ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК»**

**Сборник
информационных материалов по теме:
«Аквапоника – технология сельского
хозяйства будущего»**

**(для оказания консультационной помощи
сельхозтоваропроизводителям)**

г. Белгород 2015

Ответственный за выпуск:

Ю. Щербинин, директор ОГАУ «ИКЦ АПК»

А. Антоненко, заместитель директора ОГАУ «ИКЦ АПК»

Редакционная группа:

А. Иванов, начальник отдела консультационного обеспечения ОГАУ «ИКЦ АПК»

В. Пойминова, заместитель начальника отдела консультационного обеспечения ОГАУ «ИКЦ АПК»;

В. Маркелова, консультант по аналитической работе ОГАУ «ИКЦ АПК»

Т. Ижикова, редактор ОГАУ «ИКЦ АПК»

Печать:

С. Сердюк, ведущий специалист по информационным технологиям ОГАУ «ИКЦ АПК»

Рецензенты:

А. Севальнев, первый заместитель начальника департамента АПК Белгородской области



СОДЕРЖАНИЕ

1. Аквапоника – инновационная высокотехнологичная сельскохозяйственная технология	4
1.1. Аквапоника как новая концепция развития сельского хозяйства.....	4
1.2. История развития аквапоники.....	5
1.3. Суть и основы аквапонического метода.....	6
1.4. Специфика, преимущества и проблемы использования аквапоники.....	7
2. Обустройство системы аквапоники и оборудование	10
2.1. 10 заповедей аквапониста.....	10
2.2. Простейшая схема работы аквапонной системы.....	11
2.3. Продукты и вещества выделительной системы организмов.....	11
2.4. Элементы системы аквапоники.....	12
2.4.1. Флора и фауна в аквапонике.....	12
2.4.2. Фильтрация.....	12
2.4.3. Температурный режим.....	12
2.4.4. Кислотно-щелочной баланс.....	13
2.4.5. Кислородный баланс.....	13
2.4.6. Электроника и современные технологии.....	13
3. Как организовать бизнес, основанный на аквапонике?	13
3.1. Бизнес-план по разведению рыбы.....	14
3.2. Виды, рекомендуемые для содержания в системах аквапоники.....	16
3.3. Корма и гидрохимические показатели воды в аквапонных установках....	16
3.4. Фильтрация воды в аквапонных системах.....	17
4. Аквапонные системы из еврокубов	19
4.1. Аквапоника из еврокуба.....	19
4.2. Аквапоника из серии контейнеров.....	20
4.3. Актуальные вопросы использования аквапонных систем из еврокубов.....	22
4.4. Расположение и запуск аквапоники из еврокубов.....	22
5. Мировой опыт использования аквапонных систем	25
5.1. Аквапоника в Нидерландах.....	25
5.2. Выращивание рыбы и овощей по технологиям аквапоники в США.....	26
5.2.1. Аквапонические фермы для выращивания рыбы и овощей в домашних условиях.....	26
5.2.2. Американский фермер растит и собирает урожай круглый год – без земли, но с рыбой.....	27
5.2.3. Городская ферма «Растущее электричество» Уилла Аллена в Милуоки, Вайоминг.....	27
5.2.4. «Растение» Джона Эделя, Чикаго, Иллинойс.....	28
5.2.5. «Фермеры зеленого неба»: будущее земледелия.....	29
5.3. Развитие аквапоники в Великобритании.....	29
5.3.1. В Великобритании учатся выращивать овощи при помощи рыбы.....	29
5.3.2. Ферма в центре города.....	30
5.4. Австралийский опыт в использовании аквапоники.....	31
5.5. Пилотный проект по аквапонике в Германии.....	33
5.6. Аквапоника в передвижном контейнере (опыт Швейцарии).....	34
5.7. Применение технологии аквапоники в Литве.....	35
5.8. Усовершенствование систем аквапоники в Канаде.....	36
5.9. Аквапоника против органики.....	38
6. Приложение	38
6.1. Перспективы использования аквапоники при выращивании рыб в УЗВ.....	38
6.2. Система для разведения рыбы Клариас.....	40

1. Аквапоника – инновационная высокотехнологичная сельскохозяйственная технология

1.1. Аквапоника как новая концепция развития сельского хозяйства

Наименование процесса промышленного сельскохозяйственного и фермерского производства произошло в слиянии двух направлений жизнедеятельности человеческого сообщества — гидропонике и аква-био-системного направления: от соединения двух составляющих в сложносоставной термин «аквапоника», в котором за научную основу именованых взяты слова греческого и древней латыни — лат. *aqua*, что можно сопоставить с русским синонимным словом — вода, которое восходит к праиндоевропейским корневым словам с основой «*akwa-» (в древности лат. *aquarium* использовалось в значении «водопой») + др.-гр.: πόνος — работа.

Аквапоника является частью промышленного сельхозпроизводства и представляет собой симуляционную комбинированную экосистему автоматического и полуавтоматического контроля за состоянием водной среды, температуры и освещения, при автомеханическом гидропонном способе выращивания растений. Симбиотическая составляющая аквапонике представляет собой симбиоз существования разводимых искусственным путём пресноводных животных, гидропонных культур сельскохозяйственных растений и колонии перерабатывающих органические остатки бактерий.

Другими словами, **аквапоника** — это взаимосвязанная гибридная система прудового хозяйства и гидропонике. Овощи и травы выращиваются в контейнерах, не содержащих почву, а своё питание растения получают из сточных вод, выбрасываемых из прудов. Растения питаются бактериями от продуктов жизнедеятельности рыб, а затем эта вода возвращается обратно в пруд в очищенном виде.

Данные системы могут быть как большими, так и малыми в зависимости от желания и возможностей, и потенциально способны давать рыбу и овощи в больших количествах.

Аквапонику можно применять и в закрытом помещении — как в теплице, так и в оранжерее с подсветкой.

Если всё сделано надлежащим образом, то дополнительно требуется очень незначительное количество удобрения или химикатов, а иногда и вообще в этом нет необходимости — используется лишь вода с продуктами жизнедеятельности рыб.

Концепция аквапонике предполагает изменение не только способов ведения сельского хозяйства – по крайней мере в области развития небольших ферм, но и, возможно, способов сбора урожая и его дальнейшего потребления.

Плот в ёмкости или некое подобии аквариума в теплице с аквапоникой (Брукс, — провинция южной части Альберты, в Канаде)



1.2. История развития аквапоники

Хотя термин «аквапоника» появился не так давно, очевидные преимущества совместного выращивания растительности и пресноводных животных были замечены древними и использовались сотни десятков лет: ценный пищевой продукт — водный обитатель, не только удобряет воду процессом своей жизнедеятельности, но и помогает бороться с вредителями и сорняками.

В Вавилоне траншеи для разведения рыбы, наполненные богатой питательными веществами водой, питали растения, которые свисали и ниспадали на землю под ними.

Более двух тысячелетий существует практика выращивания рыб на рисовых полях в Юго-Восточной Азии, это так называемое рисо-рыбное хозяйство — комбинированное хозяйство, в котором залитое водой рисовое поле одновременно используется для выращивания риса и рыбы. Рисовые чеки (в период вегетации растений представляют собой мелководные (глубина 10-30 см) водоёмы, в которых могут обитать теплолюбивые рыбы: карп, сазан и др. Карпы в поисках пищи разрыхляют почву, поедают личинок рисового комара и других вредителей риса, семена сорняков, удобряют почву своими экскрементами; в результате повышается урожай риса. При кормлении карпа и удобрении чеков возрастает также рыбопродуктивность с 1 га водной площади.

При современной агротехнике метод совместного выращивания риса и рыбы стал уступать более эффективному методу раздельного выращивания, при котором зарыбляют рисовые поля, находящиеся под водным паром. На таких полях выращивают обычно рис совместно с карпом, белым амуром, толстолобиком. Рисовые чеки удобряют, заливают водой на глубину 60-70 см. Выход рыбы возрастает, снижается засорённость рисовых полей. В последующий год на чеках, где предшественником был зарыбленный водный пар, урожай риса увеличивается.

Комплексный метод использования земли с древнейших времён применяется в Китае, Японии, Индии, Индонезии, Вьетнаме, на острове Тайвань, а также в странах Южной Америки. В 20 веке, в связи с расширением площадей под посевами риса, этот метод получил распространение в Италии, Испании, Венгрии и других странах Европы. Большинство зарубежных стран для зарыбления рисовых чеков использует карпа и сазана. В странах Юго-Восточной Азии выращивают также серебряного карася, ханос, теляпию, мозамбика, гурами, сома, змееголова, в Южной Америке — большеротого буффало, сома и большеротого окуня. Используются методы совместного и раздельного выращивания риса и рыбы.

Современную аквапонику справедливо считают разновидностью гидропоники, история которой начинается с опытов голландца Иоганна Ван Гельмонта в первом десятилетии семнадцатого века, который доказал, что растения можно выращивать и без грунта, правильно готовя воду. Многочисленные наблюдения показали, что вода, используемая для выращивания растений методом гидропоники, самоочищается, то есть вещества, растворенные в ней, усваиваются корневой системой.

Первыми, кто извлек из этого факта практическую пользу, были любители декоративных рыбок. Именно для них появились аквариумные фитофильтры авторства Николая Федоровича Золотницкого. В 1885 году в книге «Аквариум любителя» он привел их краткое описание и пояснил механизм работы. Им было замечено, что растения, украшающие аквариумы, корни которых были опущены в воду, растут не с меньшей эффективностью, чем на грунте с интенсивным

удобрением. А рыбы, плавающие в такой воде, хорошо развиваются и не болеют. Правда, в то время этот научный факт имел ограниченное применение.

В настоящее время, в эпоху энергосбережения и экологических приоритетов, аквапоника получила новое развитие. На западе имеется немало ферм, в которых выращиваются экологически чистые продукты методом аквапоники, и даже сняты фильмы, популяризирующий этот бизнес.

Поначалу овощеводство на аквапонике дополняло рыбоводство, и было вторичным, однако с ростом спроса на экологическую продукцию, первичным стала именно аквапоника.

Само название «аквапоника» было предложено группой ученых из Университета Виргинских островов, которые в течение не одного десятилетия занимались проектированием и воплощением в реальности особой закрытой системы. Получившуюся систему в итоге и назвали «аквапоникой», поскольку в ней скомбинированы две прогрессивные технологии: «аквакультура», подразумевающая разведение рыбы в хорошо организованной системе, и «гидропоника», то есть метод выращивания растительной продукции не в почве, а водной среде. Аквакультура - моложе, она более известна как «разведение рыбы», по этой технологии косяки рыбы выращиваются в контролируемом окружении и в морях, и на земле.

Хотя эти технологии применялись и ранее, но сейчас, с развитием научной мысли, они вышли на новый уровень, а их объединение в одну систему дает еще более заметный эффект.

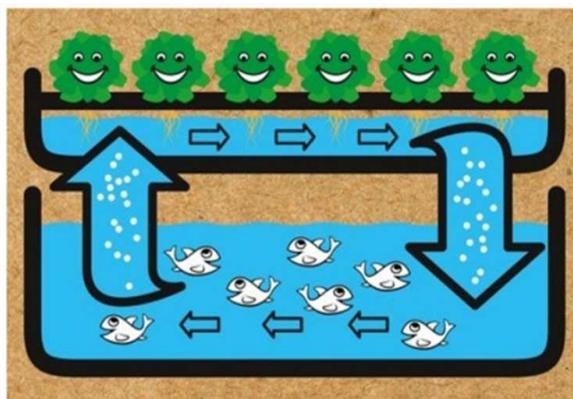
Создание симбиотического метода аквапоники стало возможным благодаря наблюдению и изучению природных экосистем, бурному развитию аквакультуры в прудовых хозяйствах, бассейнах и аквариумах, а также, и — особенно, гидропонике 20-го века, и научному осмыслению комплексного подхода к сельскохозяйственному производству в комбинировании различных направлений.

Весомый вклад в обосновании основных принципов и определения методов аквапоники внесли исследователи: Марк Макмертри (англ. *Mark R. McMurtry*) из Университета Северной Каролины в США, Джеймс Ракоши (англ. *James Rakosi*) из Университета Виргинских островов США, Ник Савидов (англ. *Nick Savidov*) (AAFRD, Канада) и другие.

1.3. Суть и основы аквапонического метода

Аквапоника — это новая высоко-технологичная сельскохозяйственная технология, которая сочетает в себе как выращивание растительной продукции, так и производство продукции рыбной. Основной целью метода является органическое производство мясной и растительной продукции для пищи людей.

В основе производства — использование естественных процессов



жизнедеятельности пресноводных животных (рыб, креветок) в качестве питательной среды для растений промышленного производства. В ходе процесса растения потребляют необходимые им продукты выделений живых организмов — химические вещества

(азотистые, калийные, фосфорные соединения, углекислый газ и др.), растворённые в воде, и — при этом, естественным путём очищают и обогащают её кислородом. В процессе производства исключается потребность в использовании различных химических удобрений, со сложной системой их дозирования и хранения: процесс химизации, переработки и очистки происходит естественным путём и в замкнутом цикле. Таким образом, аквапоника имитирует естественный водоворот в природе.

Необычные фермы будущего, в которых уже сейчас пытаются избавиться от напрасных затрат водных и иных ресурсов, загрязнения почвы и применения инсектицидов, уже появляются в разных местах на нашей планете.

Они представляют собой сбалансированные экосистемы, способные производить органику, не содержащую токсичные вещества, часто встречающиеся в овощных культурах, выращиваемых по традиционным методам.

1.4. Специфика, преимущества и проблемы использования аквапоники

В своем изначальном виде системы, основанные на гидропонике и аквакультуре, создают некоторое количество вредных отходов, загрязняющих окружающую среду. В аквакультуре в качестве таких отходов выступают естественные отходы, содержащие аммоний, и как следствие, приходится убирать загрязненную воду из системы, чтобы предотвратить негативное влияние на рыбу. А в системах, использующих гидроponику, растворы, питающие растения, со временем теряют свои качества, и их также приходится выводить из зоны выращивания растений. Недостатком традиционных гидропонных систем является также то, что рецептуры питательных растворов составляются на основе синтетических элементов.

В сравнении с гидропонными установка аквапоника обладает определенными преимуществами: многоцелевое использование установки, многопрофильность продукции, низкий уровень содержания нитратов. В условиях аквапонной установки имеет место дополнительная очистка воды за счет прямого поглощения и усвоения ионов азота корнями растений.

Для аквапонного выращивания используются такие же виды растений, как и при выращивании гидропонным методом: овощи, зелень, клубника и т.д. Опыт зарубежных исследований в области аквапоники подтверждает, что эти установки находят применение, а также являются экологически целесообразными. Например, они особенно выгодны при дефиците воды и почвы, необходимых для ведения традиционного сельского хозяйства.

Защитники аквакультуры также считают, что аквапоника устойчива и экологична. «Вода является ценным товаром в развивающихся странах; а в аквапонике большая часть используемой воды возвращается в систему, и в итоге потребляется значительно меньше воды, чем в традиционном сельском хозяйстве», — объясняет Тони Абуа (Tony Abuta) основатель Amsha Africa Foundation. Аквапоника позволяет существенно экономить водные ресурсы, особенно в системах с максимальной рециркуляцией воды.

Аквапоника дает возможность существенно сократить, а в ряде случаев и свести к нулю сброс сточных вод.

Таким образом, основное достоинства метода, базирующегося на объединении двух технологий, заключается в том, что аквакультура и гидропоника могут «сводить на нет» отходы обеих из систем, образуя закрытую – или, выражаясь языком физики, замкнутую – экосистему, в которой выбросы рыб поглощаются растениями, питая их, а вода, где проживают рыбы, очищается растениями.

В экосистемах, использующих аквапонику, можно установить характерное лишь для природы равновесие, при этом экологичные фермы являются эффективными с точки зрения затрат на производство продукции и объемов урожая и вполне могут соперничать с традиционными сельскохозяйственными объектами, делающими ставку на проверенные технологии, традиционные конструкции (к примеру, теплицы из поликарбоната) и обычные удобрения.

Аквапонные системы не уступают в производительности ни гидропонике, ни аквакультуре. Канадский исследователь Ник Савидов (англ. Nick Savidov) высказывает идею о том, что особая микробиологическая среда, образующаяся в аквапонных системах, позволяет добиться и более высоких урожаев, чем в традиционной гидропонике.

В аквапонике не используются гербициды и пестициды, так как они губительны для бактерий и животных. Естественным образом в аквапонике экономятся средства на покупку азотных и фосфоросодержащих удобрений.

Детрит - твердые отходы жизнедеятельности рыб - становится в аквапонике эффективным удобрением.

Если выращенные растения или часть их скормливаются рыбам, аквапоника дает возможность сэкономить на покупке корма для животных.

Могут ли фермеры в развивающихся странах использовать аквапонику?

«Аквапоника имеет огромный потенциал для использования в развивающихся странах — как в коммерческих целях, так и как способ обеспечить людей едой,» — говорит Лесли Тер Моршуизен (Leslie Ter Morshuizen), владелец и основатель компании Aquaculture Innovations. Так как питание является ключевым вопросом для развивающихся стран, которые полагаются в основном на зерновые культуры вроде пшеницы и риса, искусственно выращиваемая рыба может стать ценным источником белка.

С другой стороны, промышленное выращивание рыбы и овощей требует высоких стартовых затрат, так как необходимо построить теплицы, и в них размещать водоемы. Рентабельность такого бизнеса может быть достаточной в южных регионах России. В то же время спрос на экологически чистые продукты постоянно возрастает. Так в странах Евросоюза томаты, выращенные по технологии аквапоники, имеют содержание нитратов в десять раз меньше, чем на закрытом грунте, и стоят в пять раз дороже. При этом затраты увеличиваются всего в два раза.

Чтобы организовать подобное дело и начать развивать аквапонику, знаний и усилий потребуется немало, как и капиталовложений. Нужно в первую очередь приобрести дорогую технику для измерения и слежения содержания в воде минералов. Эти аппараты, собственно, и есть основная часть всего бизнеса. Ведь определенный уровень содержания тех или иных полезных веществ влияет на рост, а при его повышении результат не меняется.

Тер Моршуизен говорит, что его заботит то, как будут управлять развивающимися проектами по аквапонике. «Сельские общины нужно обучать



аквапонике, как ухаживать за рыбой, растениями и самой системой. Должна быть постоянная поддержка тех пор, пока существует проект».

Другая проблема, говорит Тер Моршуизен, — это доступ к электроэнергии. «Вся система работает на электричестве, поэтому фермеры должны иметь доступ к мощностям, производящим энергию».

Абута соглашается: «Система требует источника энергии для работы насосов, масштабы культивирования ограничены, так как те виды рыб и растений, которые можно выращивать на аквапонике, довольно малы, к тому же есть вопросы к гигиенической стороне процесса».

Затруднения могут возникнуть и со сбытом продукции. Фермеры должны быть близко к рынкам, чтобы иметь возможность быстро продать свой товар, т.к. на малой ферме рыбопродукты могут быть скоропортящимися.

Специфическим ограничением развития аквапонике является отсутствие специалистов широкого профиля, сочетающих равно высокую компетентность как в ботанических науках с сельскохозяйственной гидропоникой растений, так и в зоологических — с особенностями прудового хозяйства, аквариумистики и рыбоводства.

Основной проблемой аквапонике является точное соблюдение хрупкого баланса искусственно созданной экосистемы, сочетающей разность, но взаимозависимость характеристик воды — жизненно важной среды в симбиозе животных, растений и простейших.

Серьёзным ограничением развития аквапонике даже в умеренном климате являются также затраты на поддержание необходимой температуры, а иногда и освещения — вне стеклянно-тепличного обустройства, (с подобными трудностями могут сталкиваться и производители продукции методами гидропонике и/или хозяйств в аквакультурах).

Несмотря на эти минусы, аквапоника более экономически эффективна, чем традиционные методы ведения сельского хозяйства. «Аквапоника генерирует прибыль, оправдывающую первоначальную стоимость системы [около \$ 20 000 за акр],» — добавляет Тер Моршуизен.

Помимо удобства одновременного взаимозависимого выращивания растений и разведения рыб, аквапоника выделяется еще и качеством готовых продуктов.

Система также генерирует более питательные, с высоким содержанием белка продукты, и производит более экологически и экономически устойчивые продукты по сравнению с традиционным сельским хозяйством.

Чистая вода, «обработанная» растениями, позволяет ускорить процесс разведения рыб. Кроме того, постоянная очистка воды естественным способом позволяет содержать большее количество рыб на один квадратный метр площади водоема. В свою очередь, овощи, выращенные с использованием «рыбных» удобрений, содержат в себе значительно меньше нитратов, чем их «сородичи», выращенные на обычном грунте.

То есть, используя аквапонике, можно предложить рынку большое количество действительно экологически чистой и вкусной продукции. А в наш «век тепличных овощей» потребитель готов платить за дорогой, но качественный продукт.

«Увеличение доступности пищи для людей в развивающихся странах за счет использования аквапонике могло бы уменьшить смертность, одновременно повысив доходы фермеров и улучшив экономику страны в целом», — говорит Абута.

2. Обустройство системы и оборудование

2.1. 10 заповедей коммерческого аквапониста

Основатели Colorado Aquaponics Джей Ди и Тоня Соьер рассказали о том, что необходимо, чтобы создать успешную аквапонную ферму.

Вот их десять главных советов:

«1. Самообразование. Будучи движимым одними лишь идеалами и идеями заняться коммерческой аквапоникой достаточно проблематично. Подобная деятельность требует знаний и доступа к новейшей информации.

2. План. Нет плана – нет успеха. Как можно стремиться к результату, не просчитав каждый шаг. Каковы личные, деловые, финансовые и маркетинговые цели вашего бизнеса? Многие совершают ошибку, не обращая на это внимание, в результате удивляясь, почему все идёт не так, как надо.

3. Начать с малого. Не совершайте ошибок, не пытайтесь справиться с большой коммерческой системой. Начните с небольшой системы и обучайтесь по мере роста. Справиться с проблемами лучше с небольшой системой. Как только вы преуспеете на одном уровне, можно расширяться, избегая дорогих ошибок.

4. Соответствовать местности. Проведя исследования, приступите к выращиванию того, что хотят люди в округе, за что они готовы платить. Нет смысла выращивать пищу на коммерческом уровне, если нет спроса на неё.

5. Гармонизировать с природой. Природу совершенно не интересуют Ваши коммерческие стремления, но именно она, так или иначе, диктует условия роста Ваших растений. Крайности в температурах могут затормозить развитие растений, или полностью их убить. Вам нужно учитывать ваши климатические условия и выяснить, какие типы нагревающих или охлаждающих систем вам нужны, чтобы бороться с трудностями такого рода.

6. Разносторонность. Пусть Ваши потоки прибыли будут разнообразными. Организуйте мастер-классы и экскурсии по вашему производству. За небольшую плату помогайте людям построить свои собственные системы, создайте руководство для людей, новичков в аквапонике.

7. Контроль расходов. Просчитывайте все сферы затрат: энергия, человеческие ресурсы, растительные материалы, подкормку рыбы и аренду помещения. Многие начинают своё дело, не следя за этими расходами, обнаруживают, что деньги закончились, и они не могут продолжать. Не делайте этой ошибки, составляйте бюджет на всё.

8. Грамотный расчет. Соотносите расходы на единицу техники и единицу площади. Последние расходы нужно делить на пространство для выращивания, площадь для проращивания, площадь хранения, аквариумы и так далее. Расходы на единицу техники основаны на общей производительности, и поделенные на разные устойчивые и неустойчивые расходы на Вашу деятельность.

9. Расскажи историю. Не скрывайте своей истории – дайте клиентам причину взаимодействовать именно с Вами. Расскажите им почему, Вы решили заниматься аквапоникой.

10. Не отходи от дел. Создайте клиентуру небольшого масштаба, получите признание и отталкивайтесь от этого. Начиная новое дело, всегда неплохо иметь дополнительный источник доходов для всех расходов и трудностей, с которыми вам придётся столкнуться на пути.



Следуя этим десяти правилам, Вы легко превратите аквапонное фермерство в выгодное дело. Но не стоит забывать, что, как и в любом другом бизнесе, Вам нужно будет тщательно планировать, быть реалистичным и много работать.»

<http://obzor.westsib.ru/article/417940>

2.2. Простейшая схема работы аквапонной системы

Технологический процесс аквапоники довольно прост, но потребует некоторых первоначальных вложений и знаний, а также контроля технологического процесса.

Простейшая схема работы при аквапонике следующая. Понадобится бак для воды (и, соответственно, вода), в котором и будут жить рыбы. Кроме бака потребуются насос, чтобы воду можно было перекачивать. Еще потребуются цветочные горшки и растения.

Небольшая портативная система аквапоники

Процесс следующий: корни у растений находятся под постоянным протоком воды из бака с водой. Рыбы насыщают горшки с растениями полезными минералами, которые выделяются в процессе их жизнедеятельности. Тем самым рост растений ускоряется, а сами они насыщаются полезными веществами. Таким способом можно вырастить массу растений разных видов. Надо отметить, что сами растения растут при этом в полном отсутствии грунта.



Чтобы организовать подобное дело знаний и усилий потребуются немало, как и капиталовложений. Для успешного развития такого бизнеса необходим регулярный контроль. Также нужно учесть все возможные факторы. К примеру, теплицы, в которых будут располагаться все баки и растения.

Цены на продукты питания, которые в итоге получаются, превышают обычные более, чем в два раза. Если дальше делается конечная продукция, то цена больше раз в пять.

Чтобы начать развивать аквапонику, нужно в первую очередь приобрести дорогую технику для измерения и слежения содержания в воде минералов. Эти аппараты, собственно, и есть основная часть всего бизнеса. Ведь определенный уровень содержания тех или иных полезных веществ влияет на рост, а при его повышении результат не меняется.

2.3. Продукты и вещества выделительной системы организмов

Основным продуктом микробиологического разложения отходов от жизнедеятельности рыб и иных представителей водной фауны является аммиак — NH_3 , выделяемый и растворимый в воде, который — в свою очередь, при жизнедеятельности аэробных бактерий и также растворённого в воде кислорода — O_2 , окисляют аммиак и его газообразные производные — амины (четвертичные аммониевые соединения $[\text{R}_4\text{N}]^+\text{Cl}^-$, алифатические $\text{CH}_3-\text{N}<$,

ароматические $C_6H_5-N<$ и т. д.) с образованием нитритов (соли азотистой кислоты HNO_2 , как нитрит натрия — $NaNO_2$) и нитратов — «селитры» (соли азотной кислоты HNO_3 , как аммонийная селитра — NH_4NO_3). Это снижает химическую токсичность воды в жизнедеятельности животных и позволяет растениям удалить образующиеся соединения нитратов потреблением необходимых элементов для их жизнеобеспечения. Растения также могут поглощать аммиак непосредственно из воды, однако растворённые соли они усваивают гораздо охотнее и легче.

В данном случае используется процесс биоремедиации: колонии бактерий — населяемые субстрат и корневую систему растений в замкнутом цикле аквакультуры, очищают воду от токсичных веществ, а растения потребляют растворённые в воде соли, газы и химические элементы — нитраты, азот — N, фосфор — P, углекислый газ — CO_2 и в некоторой степени обогащают кислородом (O_2) воду, которая также возвращается животным в очищенном виде.

Прекрасным удобрением для выращиваемых растений служит и детрит, — твердые отходы жизнедеятельности живых организмов экосистемы в аквапонике.

2.4. Элементы системы аквапоники

2.4.1. Флора и фауна в аквапонике

Культивируемые в аквапонике растения требуют теплой воды. Поэтому в аквапонике используются теплолюбивые животные.

Наиболее эффективным в аквапонике является выращивание зелени, рассады декоративных растений, а из рыб — чаще, выращивается тилапия, африканский клариевый сом, карп. Возможна организация разведения тропических рыб и иных экзотических водных животных для зооторговой сети любительских движений и аквариумного хобби.

2.4.2. Фильтрация

Циркуляция воды в системах с аквапоническим методом выращивания растений и животных осуществляется насосами. Использование разности уровней потоков и само стоков воды может значительно сократить энергозатраты.

Для очистки воды от твёрдых отложений и взвешенных частиц, используются отстойники и системы механической фильтрации. Денитрификация при аквапонике происходит естественным путём — сбалансированной работой растений и бактерий, однако — в экстренных случаях, применяется дополнительная очистка угольными элементами фильтров. Дополнительно используются и фильтры биологической очистки воды.

2.4.3. Температурный режим

Одним из основных факторов, как для рыб, так и для растений является температура. Температура воды и воздуха определяется



потребностью растений и выращиваемых животных. Ввиду того, что — в основном, в культивируемых аквапоникой растений требуются теплая вода, породные группы и видовой состав животных также подбирается в соответствующих параметрах.

Выбор видов рыбы и растений должен отвечать, в первую очередь, экономической целесообразности. Конечно, выращивание тропических рыб и растений в суровых российских климатических условиях возможно, но это потребует больших расходов на поддержание температуры на уровне 30-35 градусов, а это не всегда выгодно.

Требования растений к температуре не совмещаются и с выращиванием холодноводных рыб, для которых естественной температурой воды является 15-18 градусов по Цельсию.

2.4.4. Кислотно-щелочной баланс

Оптимальный и для животных, и для бактерий, и для растений уровень *pH* — важнейшее условие благополучного функционирования любой биологической системы. Уровень *pH* зависит и от всех вышеперечисленных, и от других факторов. Поддержание его на нужном уровне — непростая задача.

2.4.5. Кислородный баланс

Дыхание, полноценное питание рыб и денитрификация требуют достаточного количества растворенного в воде кислорода. Необходимый уровень кислорода поддерживается за счёт аэрации и/или оксигенации ёмкостей с водой. CO₂ как продукт дыхания, должен эффективно удаляться из системы как естественным путём, так и при помощи фильтрации.

2.4.6. Электроника и современные технологии

Современное технологическое оборудование, используемое в аквапонике, помогает контролировать и поддерживать экологический баланс всех жизненно важных процессов (температура, свет, вентиляция, кислотно-щелочной баланс, фильтрация, кормление и т.д.) в полном электронно-автоматическом режиме и с видео-наблюдением в записи.

По материалам сайтов <http://tradio-ru.org>; <http://vrachline.ru>; <http://aquaponics.narod.ru/>; <http://aquavitro.org>; <http://garnaev.ru/biznes-plan-akvaponiki/>; <http://lookbio.ru>; <http://rabotai.in>; <http://www.infuture.ru>; <http://agrocontech.ru>; <http://www.equipnet.ru>; <http://www.sotrendy.ru/interesnoe/zemledelie-budushhego-kak-vysokotekhnologichnaya-akvaponika-delaet-edu-pravilnoj.htm>; <http://oko-planet.su>; <http://biznesvbloge.ru>

3. Как организовать бизнес, основанный на аквапонике?

Как известно, чтобы бизнес приносил прибыль и был успешным к нему нужно подходить нестандартно. В настоящих рыночных реалиях нужны все новые и новые идеи.

3.1. Бизнес план по разведению рыбы

Бизнес план по разведению рыбы можно составить самостоятельно.

Для этого сначала нужно определиться с видами рыб и растений, которые будут выращиваться. Не стоит начинать с чего-то сложного. В качестве «идеальной рыбы» можно выбрать неприхотливых карповых (если вы имеете достаточный опыт, то можно попробовать разводить даже осетровые виды рыб). Что касается растений – то тут проще всего начать с выращивания каких-либо цветов или трав (петрушки, укропа, базилика). Кстати, вместо рыб (или даже вместе с рыбами) можно попробовать разводить съедобных лягушек или обыкновенных раков. Тут выбор за вами.

Второй важный шаг – емкости для рыб и растений. Изначально для небольших объемов можно воспользоваться небольшими емкостями для выращивания.

Если же вы нацелены на большие объемы производства, то стоит задуматься об искусственном водоеме (бассейн или пруд) для рыб и нескольких емкостей для выращивания растений. Это, конечно, потребует некоторых вложений, но и отдача от такого «хозяйства» многократно увеличится. К тому же в этом случае можно существенно расширить количество видов растений и рыб. А богатый ассортимент еще никогда не вредил бизнесу. Преимущество этой технологии в том, что рыбы в очищенной воде практически не болеют, а растения, выращенные на естественных удобрениях, являются экологически чистыми, что немаловажно в век химикатов и гормонов.

Для разведения рыб и растений можно приобрести уже готовые модули, которые устанавливаются в любом подсобном помещении в 25 кв. м. - гараже, сарае, теплице.

Производительность зависит от породы рыб, она составляет до 5 тонн карповых пород в год, осетровых до 2-х тонн, а форели до 3-х тонн в год.

Сравнив розничные цены в магазинах и рынках, можно легко высчитать прибыль, которую можно получить, ведя бизнес таким способом.

Третий шаг – установка водяного насоса, который будет перекачивать воду от рыб к цветам. Именно работа насоса (вернее – расход электроэнергии на его работу) и является самой существенной статьей ежемесячных расходов.



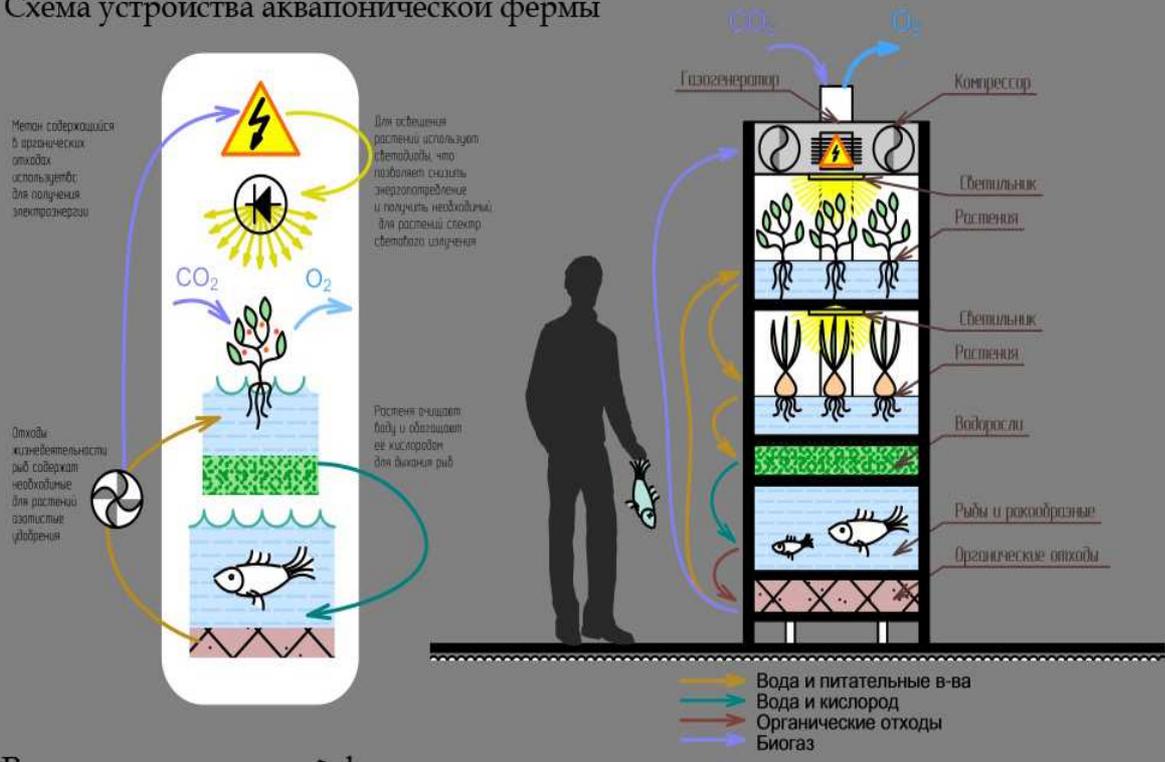
Не стоит забывать и об уровне воды. Ведь со временем она испаряется и ее нужно «доливать». При больших объемах производства придется устанавливать соответствующее оборудование, так как проделывать все операции вручную – будет проблематично.

Четвертый шаг – наполнение емкости для растений грунтом. Ведь растения не растут просто в воде. В качестве наполнителя используют гравий, а также керамзит.



После того, как все построено и настроено, можно запускать рыб и высаживать растения. Все готово для запуска процесса аквапоники.

Схема устройства аквапониической фермы



Разрез аквапониической фермы



Аквапониический шкаф



©2011 Александр Дмитриев <http://dmitriev.post-p.ru/>

3.2. Виды, рекомендуемые для содержания в системах аквапоники

В системах аквапоники содержание рыб требует некоторых знаний и навыков, но это, однозначно, проще, чем содержать аквариумных рыб.

Для начала рекомендуется использовать одну или несколько из перечисленных ниже рыб:

Тилапия - вторая по популярности выращиваемая рыба в мире. Тилапия очень популярна для выращивания в системах аквапоники. Она является идеальным видом для аквапоники по многим причинам. Ее легко разводить, она быстро растет, выдерживать очень плохие условия воды, всеядна и хорошо питается.

Кои - еще один вид карпа, который очень распространен во многих азиатских странах и часто встречается в больших декоративных водоемах. Для тех, кто любит кои, аквапонная система является отличным способом для ее выращивания.

Форель - является отличным выбором для разведения в аквапонных системах, в которых температура воды немного прохладнее. Форель предпочитает температуру воды от 10 °С до 20 °С. Она чрезвычайно быстро растет и имеет отличные коэффициенты конверсии корма.

Другие виды, которые прекрасно растут в условиях аквапонных систем - это мидии, пресноводные креветки и раки.

3.3. Корма и гидрохимические показатели воды в аквапонных установках

Следует помнить, что качество корма влияет не только на здоровье рыб, но и значительно влияет на здоровье растений.

Корм для рыб состоит из белков, жиров, минералов, углеводов и других питательных веществ, которые рыба в дикой природе имеет в своем обычном рационе. Источниками этих питательных веществ в условиях аквапонных систем, как правило, является рыбная мука, кукуруза, соя и другие побочные продукты животного происхождения. Все корма для рыб, особенно бренды, которые используют более натуральные ингредиенты и меньше консервантов, имеют ограниченный срок годности, и их лучше всего хранить в прохладном, сухом месте. Существует много рекомендаций по кормлению рыб. Но лучше всего придерживаться принципа, давать корма столько, сколько рыбы съедят за 5 минут. Излишки корма следует удалять из резервуара, в котором содержится рыба.

Субмодуль для воды с рыбами из части аквапонической установки

Гидрохимические показатели технологической воды в аквапонной установке определяют условия роста и рыб, и растений. Выращивание рыбы в замкнутых установках, оснащенных биофильтрами, сопровождается продуцированием ионов



азота, фосфора и водорода, накопление которых ограничивается из-за токсичности рыб.

Кроме того, в случае коррекции гидротехнических параметров технологической воды можно внести в установку препараты подпитки.

В зависимости от качества подпиточной воды в установке, значение допустимых концентраций ионов азота могут варьироваться. При жесткой воде значения допустимых концентраций увеличиваются, а при мягкой – снижаются. Пределы варьирования состава технологической воды представлены в таблице 1.

Таблица 1

Варьирование ионного состава технологической воды замкнутых рыбоводных установок и питательных растворов в гидропонике

Пределы варьирования	Ионный состав (мг/л)									
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	pH
Замкнутые рыбоводные установки										
min	20	4	0,05	1,5	30	14	23	10	10	5,5
max	2000	70	5,0	2,0	200	70	400	450	160	7,0
Гидропонные установки для выращивания растений										
min	310	0	0	74	120	1,2	97	192	0	5,5
max	930	52,5	224	390	244	50,4	223	662	56,8	6,5

Существенное различие в сравниваемых растворах имеет место только по содержанию калия. В технологической воде содержание калия определяется подпиточной водой, а в гидропонике – применяемыми солями. По остальным параметрам разница практически отсутствует.

Кислотность среды является чрезвычайно важной характеристикой растворов, т.к. не только влияет на функционирование корневой системы, но и на доступность для растений других ионов. Так, например, при pH меньше 5.0 запрещается поглощение растениями катионов, при pH больше 6.5-7.0 в растворе образуются нерастворимые соединения кальция, марганца, железа, фосфата. Эти требования не расходятся с практикой работы замкнутых установок, в которых значение pH поддерживается на уровне 6.0-6.5, за счет нитрификационных процессов, протекающих в биофилтре.

Концентрация микроэлементов в технологической воде аквапонной установки имеет равное значение, как для рыб, так и для растений. Источником таких микроэлементов служат корма и подпиточная вода. Корма обогащаются витаминно-минеральным комплексом, а подпиточная вода (обычно артезианская) может содержать необходимый набор микроэлементов. Оптимальные концентрации микроэлементов Mg, Mn, Zn, Cu для рыб является приемлимой и при выращивании растительных культур.

3.4. Фильтрация воды в аквапонных системах

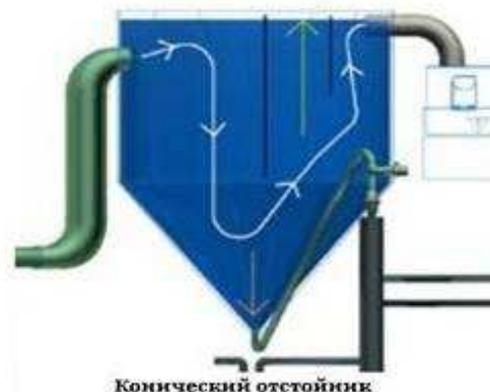
В целях фильтрации продуктов жизнедеятельности рыб и твердых частиц воды в системах аквапонии используются отстойники. Отстойник требуется для лотков с растениями и для растений, произрастающих в горшках с наполнителем, использующих для полива Технику Питательного Слоя (NFT), а также аквариумов с рыбами. Использование отстойников в указанных системах позволяет повышать производительность, как растений, так и аквакультур. Скопленные отходы в отстойниках могут быть использованы как компост или могут быть высушены и также использоваться для удобрения почвы.

В аквакультуре разные типы фильтров имеют разное предназначение. Так механические фильтры служат для отсеивания твердых отходов и частиц, в то

время как биофильтрация - это биологический процесс, который преобразует токсичные азотистые отходы в нетоксичные нитраты.

Биофильтр можно собрать своими руками, также как и большую часть оборудования для УЗВ и аквапоники.

Твердые отходы, как правило, классифицируются по своим размерам и удельному весу. Декантирующими веществами являются те твердые вещества, которые имеют относительно высокую удельную плотность по сравнению с водой,

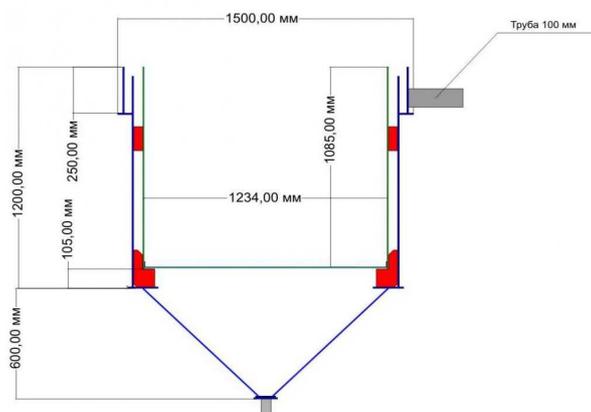


Слева: картинка показывает поступающую и выходящую воду и перегородки.

Сверху: Черная линия указывает на перегородку. Белые стрелки показывают движение воды. Как она медленно обходит первую перегородку, твердые отходы оседают на дно конуса (оранжевая стрелка). Чистая вода продолжает обходить перегородку и поднимается, приближаясь к трубе. Зеленые стрелки указывают на материал, который всплывает перед второй перегородкой. Вода покидает отстойник, вытекая через биофильтр.

в которой они находятся и оседают на дно. Суспензия отходов имеет приблизительно такой же удельный вес, как и вода. Она отделяется в первом шаге биофильтрации, где задерживается и преобразуется в минералы необходимые для растений. В аквапонной системе забор воды происходит со дна аквариума, после чего она попадает в отстойник. Проходя через отстойник,

Биофильтр в разрезе



твердые отходы оседают на дне. В аквапонной системе существует два типа конструкций отстойников: коническая и в форме бассейна. Учеными университета Виргинских островов было доказано, что коническая форма отстойника более эффективна.

А отстойники в форме бассейна подходят для небольших комплексов. Идея создания обеих одинакова, она заключается в отделении отходов от воды и легком извлечении.



В коническом фильтре вода с отходами поступает через верх, затем она опускается под перегородку или несколько перегородок, в зависимости от модификации конструкции, минуя перегородку, вода устремляется вверх, а отходы падают на дно конуса. Чтобы полностью удалить твердые частицы, клапан фильтра у основания конуса всегда открыт. Это позволяет быстро и эффективно удалять остатки корма и продуктов жизнедеятельности рыб.

Отстойник в форме бассейна имеет плоское дно, как правило, небольших размеров, в зависимости от комплекса. Вода поступает с одного конца и вытекает из противоположного. Когда вода входит в бассейн, твердые частицы оседают на дне, там же находится сливной клапан, который периодически открывается, чтобы очистить воду от твердых частиц. Продвигаясь вперед, вода теряет мелкие частицы отходов, которые также оседают на дно. Непосредственно перед выходом из бассейна расположена плотина, которую вода преодолевает сверху. Большинство отходов остается за пределами плотины. После этого вода вытекает из бассейна в биофильтр или непосредственно в аквариум, в зависимости от конструкции очистных сооружений.

Существуют также другие варианты фильтров, используемых в аквапонике, состоящие из вихревых сепараторов и отстойников с системой водостоков. Если твердые частицы будут удаляться неэффективно, то вы столкнетесь с проблемами в виде скопления отходов, токсичностью воды, засорением коммуникаций.

Одним из наиболее важных факторов в проектировании отстойников для вашей системы является сочетание его размера с объемами аквариума. Скорость воды должна быть достаточно высокой, чтобы удовлетворять требованиям рециркуляции системы. И в то же время умеренной, что позволит выпадать твердым частицам в осадок.

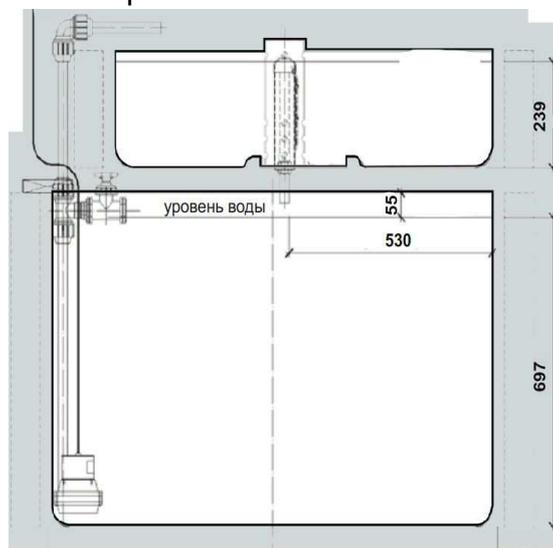
По материалам сайта <http://agrocontech.ru/>

4. Аквапонные системы из еврокубов

4.1. Аквапоника из еврокуба

Еврокубом называется пластиковая емкость кубической формы или IBC (Intermediate Bulk Container — контейнер средней вместимости) объемом 1000 литра, который помещен в жесткий алюминиевый каркас и стоит на пластиковом или деревянном поддоне. Хотя существует множество схем аквапонике с использованием еврокубов, наиболее распространенная состоит из двух контейнеров, полученных путем разрезания еврокуба и металлического каркаса по верхней четверти его высоты. Верхняя часть или гидропонный модуль (250 литров) располагается на стойке поверх нижней и предназначена для выращивания растений. В центре неё находится сифон для периодического сливания всей воды в емкость с гидробионтами.

Схема аквапонике из еврокуба (backyardaquaponics.com)



4.2. Аквапоника из серии контейнеров

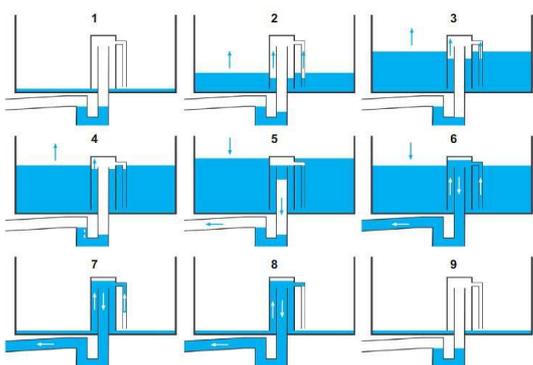


Аквапоника из серии контейнеров
(semper.xenxplex.com/)

Сифон обеспечивает осушение субстрата и, следовательно, снабжение растений кислородом. Распространение получили два типа автоматических сифонов. Первый тип состоит из внешней перфорированной ПВХ-трубы, предотвращающей утечку субстрата. Внутри неё располагается сливной стояк, заключенный в трубу большего диаметра с воздушным инжектором. Труба, покрывающая сливной стояк, наглухо закрыта сверху. Механизм действия этого сифона заключается в периодическом создании воздушной пробки на входе сливного стояка. К его недостаткам можно отнести загрязнение трубки инжектора, что приводит к ухудшению работы сифона.



Механический сифон с трубкой инжектором воздуха.



Принцип работы сифона с инжектором для введения воздуха

Трубка очень тонкая и может забиться грязью.

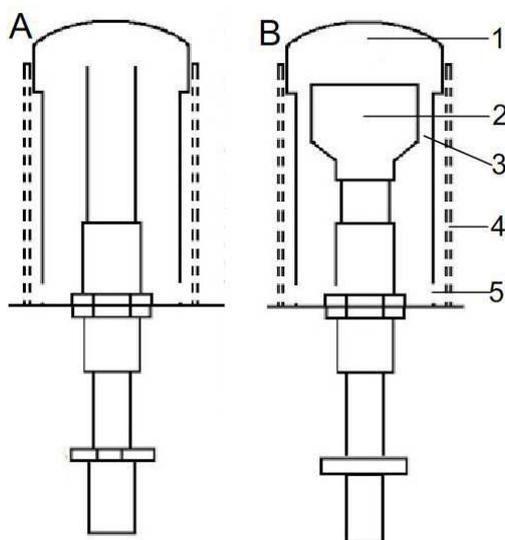
Второй тип работает также, но не имеет отдельного воздушного инжектора. В трубе, закрывающей сливной стояк, проделаны прорезы в основании. Через эти прорезы засасывается воздух и образуется воздушная пробка, препятствующая дальнейшему сливу воды.

Для создания эффективного сифона существуют некоторые хитрости. В частности, верхнюю часть сливного стояка можно сделать в виде воронки для более быстрого осушения гидропонного модуля.



Механические сифоны без трубки инжектора

У образца слева труба, покрывающая сливной стояк, также предотвращает утечку грунта (affnanaquaponics.com и greenlifeaquaponics.com, соответственно). Образец, изображенный справа, более эффективный.



Механические сифоны без трубки инжектора. 1. Труба, покрывающая сливной стояк, 2. Воронка сливного стояка, 3. Пространство между трубой и воронкой (чем меньше, тем быстрее происходит прерывание слива), 4. Внешняя перфорированная труба для удержания субстрата, 5. Отверстия во внутренней трубе определяют уровень остаточной воды (affnanaquaponics.com).

Механизм ускорения водного потока основывается на принципе Бернулли, который гласит: «давление жидкости/газа снижается с увеличением скорости жидкости/газа». Высокоскоростной поток обладает низким давлением, а низкоскоростной, напротив, высоким давлением. Этот принцип используется для создания подъемной силы крыльев самолета. Крылья сделаны таким образом, чтобы поток воздуха проходил по его верхней части быстрее, чем по нижней. Таким образом, создается разница давлений и подъемная сила. Эффект Бернулли приводит к раннему началу и более быстрому сливу воды, а также скорому прерыванию водного потока. Начало сливания воды инициируется сильным начальным потоком за счет принципа Бернулли и удлинением трубы сливного стояка. Прерывание слива и создание воздушной пробки инициируется сильным остаточным водным потоком за счет принципа Бернулли, несбалансированной формой столба воды снаружи сливного стояка (воронка шире и ближе подходит к покрывающей трубе, поэтому столб воды в месте стыка тоньше), удлинением трубы сливного стояка. В общем случае, чем шире будет воронка и больше длина трубы сливного стояка, тем проще будет происходить прерывания водного потока. В нижнем контейнере находится помпа, которая качает воду в гидропонный модуль.

4.3. Актуальные вопросы использования аквапонных систем из еврокубов

На сегодняшний день аквапоника получила распространение, главным образом, в виде хозяйств по разведению гидробионтов. Интеграция выращивания рыбы и других водных организмов с гидропоникой позволяет снизить расходы на очистку воды. Растения активно используют для своего роста загрязнения, выделяемые водными животными, в частности, нитраты. В настоящий момент отсутствуют эффективные методы перевода нитратов в молекулярный азот. Реакторы для денитрификации дороги и сложны в обслуживании, и самым коротким путем снижения концентрации нитратов в системе с рециркуляцией воды являются водные подмены.

Распространению аквапонике с использованием еврокубов способствовали широкая доступность и дешевизна этих емкостей, возможность создания модульных конструкций. Тем не менее, при принятии решения об использовании в аквапонике еврокубов нужно учитывать, что еврокубы имеют некоторые недостатки, к их числу относится чувствительность в УФ-излучению и солнечному свету, тонкие стенки и необходимость тщательной промывки емкости.

По материалам сайта (aquaponicsfaq.net)

4.4. Расположение и запуск аквапонике из еврокубов

Для быстрого развития растениям необходимо 4-6 часов находиться под солнцем. С другой стороны, рыбам солнечный свет не нужен и лучше, чтобы он вообще отсутствовал. Находящиеся на открытом воздухе еврокубы следует покрыть облицовочным материалом для защиты от солнца. Наилучшим субстратом для гидропонного модуля является садовый или строительный керамзит с диаметром частиц 8-16 мм. Слишком мелкий керамзит препятствует поступлению кислорода, а слишком крупный дает маленькую площадь поверхности для роста бактерий. Кроме того, в грунте со слишком крупными частицами растениям сложно укорениться. К любому участку емкости должен быть доступ. При этом в расчет берется будущий рост растений. Между отдельными кубами лучше оставлять промежуток в 70 см. Доступ должен быть и к рыбам. Аквапоника на открытом воздухе должна находиться вдали от деревьев и кустарников во избежание загрязнения культуры. Растения можно высаживать в виде ростков, углубляя в грунт, или семян, распределяя по поверхности. Корни ростков лучше промыть от почвы. Саженьцы томата, огурцов, клубники будут прорастать и удлиняться, поэтому рекомендуется использовать различные опоры (вкапывать трубы, сетку).

Какие растения выращивать в аквапонике?

В любой системе будут расти следующие виды: листовой салат, репа, кудрявая капуста, свекла, руккола, базилик, мята, жеруха обыкновенная, лук скорода, большинство домашних декоративных растений.

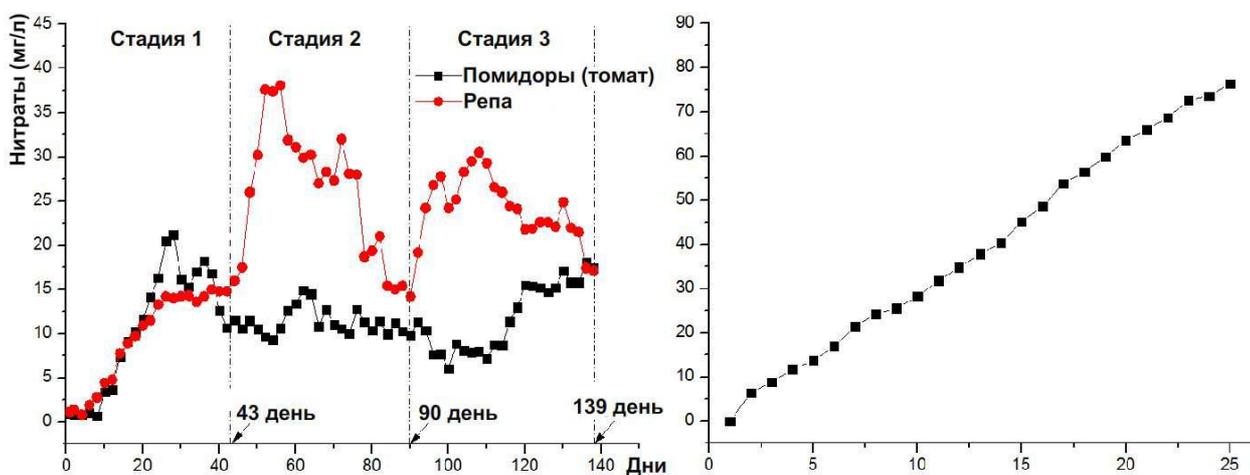
Растения, предъявляющие повышенные требования к питанию и развивающиеся только в системе с высокой плотностью посадки рыбы, т.е. высокой органической нагрузкой: томат (помидорчики), перец, огурцы, горох, бобы, тыква, брокколи, цветная капуста, кочанная капуста.



Интересное исследование провели американские специалисты из Гавайского университета в Маноас.

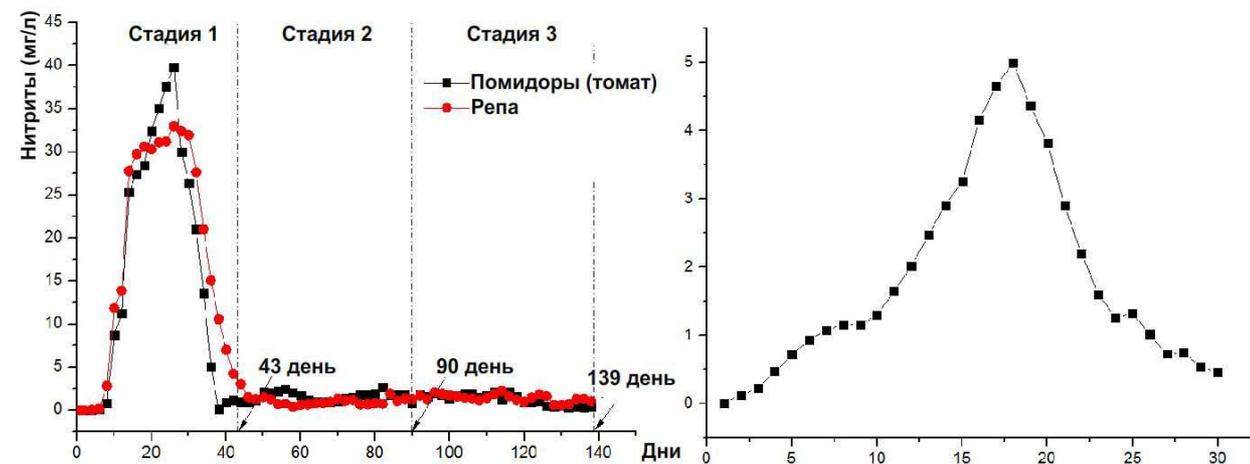
Они выращивали по отдельности репу и томат в двух одинаковых системах аквапоники (www.ctahr.hawaii.edu/sustainag/workshop/downloads/Aquaponics-May2013/Hu.pdf).

В течение 140 дней регистрировалась и оценивалась степень утилизации NO_2 , NO_3 и общего аммонийного азота (TAN). Каждая система имела овальный бассейн объемом 314 литра для выращивания Нильской тилпии (*Oreochromis niloticus*) (плотность посадки 15-25 г/л; изначально в каждой системе 6 кг рыбы, в конце — 10.5 кг для томата и 9 кг для репы). Вода в бассейнах аэрировалась. Гидропонный модуль каждой системы имел объем 370 литров. Растения располагались на плавучем плотике, покрывающим всю площадь контейнера. Корни растений постоянно находились в воде. Наполнитель и механизм периодического наполнения и слива не использовался. Перед попаданием к растениям вода проходила очистку от взвешенных твердых частиц в фильтре механической очистки (18.5 литровое, закрытое ведро с бионаполнителем).



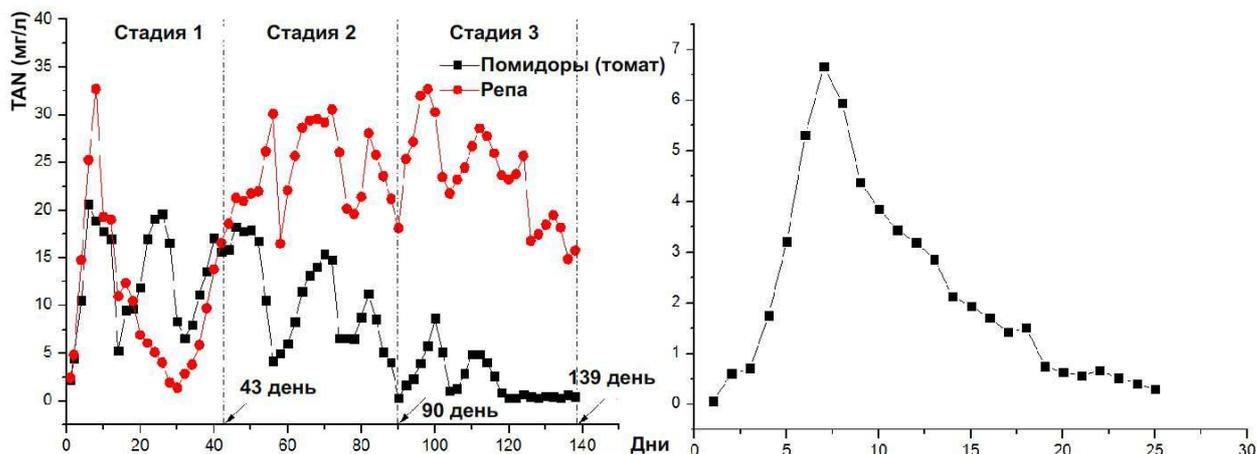
Графики зависимости концентрации нитратов (NO_3) в системах аквапоники (слева) и устойчивой аквакультуре (справа).

Плотность посадки рыб одинакова. Можно отметить стабильно низкий уровень нитратов при использовании аквапоники.



Графики зависимости концентрации нитритов (NO_2) в системах аквапоники (слева) и устойчивой аквакультуре (справа).

Плотность посадки рыб одинакова. Можно отметить стабильно низкий уровень нитритов при использовании аквапоники.



Графики зависимости концентрации общего аммонийного азота (TAN) в системах аквапоники (слева) и устойчивой аквакультуре (справа).

Плотность посадки рыб одинакова. TAN стабильно снижается при использовании томата в качестве культуры.

Общий уровень утилизации азота: (1) Аквапоника с томатом: 42.2%; (2) Аквапоника с репой: 33.5%.

На основе полученных результатов исследователи пришли к следующим выводам:

- (1) Аквапоника повышает эффективность утилизации азота.
- (2) В качестве гидропонной культуры лучше использовать томат, чем репу.
- (3) Аквапоника имеет более низкую концентрацию нитратов, главным образом, благодаря впитывания их растениями.

Возможно, при использовании наполнителя в гидропонике можно было бы добиться лучших показателей утилизации азотсодержащих соединений. Плотность посадки рыб на 500 литров гидропонного модуля рекомендуется выращивать 20-25 особей (тиляпия, карп).

Таким образом, в системе из одного еврокуба, включающей 250 литров гидропонике, могут развиваться 10-12 особей. Тем не менее, точная плотность посадки зависит от кормления, доступности кислорода, температуры и вида рыб.

Нужно отметить важность аэрации емкости с рыбой и наличия генератора на случай отключения электричества. В редких случаях, при использовании рыбьих кормов, отличных от коммерческих, растения ощущают недостаток питательных веществ

Как правило, отмечается нехватка Fe, Ca, Zn, Mg и Mn. Недостаток зависит от источника воды, pH в системе и может быть восполнено без ущерба рыб и бактерий. Проблему можно решить добавлением экстракта морских водорослей. Адекватный pH системы представляет собой компромисс между запросами растений и бактерий. Растения предпочитают низкое значение pH, тогда как нитрифицирующие бактерии pH около 7.5. В большинстве систем аквапоники pH составляет 6.8-7.2. При дыхании растений и рыб увеличивается содержание углекислого газа и повышается кислотность. Среду можно регулировать внесением KOH, CaOH, лимонной и азотной кислоты в зависимости от необходимого уровня pH.

<http://aquavitro.org/2014/09/23/akvaponika-s-ispolzovaniem-evrokubov/>



5. Мировой опыт использования аквапонных систем

5.1. Аквапоника в Нидерландах

Лидерами в аквапонике стали голландцы. Многие разработки ведутся в рамках проекта EcoFutura (другое название аэропоники) с целью снизить в разы содержание нитратов, сохраняя при этом высокую урожайность, что актуально в условиях усиления экоконтроля. Так аквабиологом Пимом Вильгельмом разработана аквапоническая технология выращивания экологически чистых помидоров в зимнее время. Известно, что рост томатов на закрытом грунте зимой сопровождается обильным питанием их нитратами.

Водоемы соседствуют друг с другом. Высокий урожай томатов достигается за счет частичной обработки аквариумной воды – её стерилизацией ультрафиолетовым светом и рН контролем. При этом вода активно минерализуется, как это требуется по технологии выращивания помидоров. Обрато вода сливается в аквариум после фильтрации осмосом, поскольку уровень минерализации остается высоким.

В этом, собственно, и заключается специфика выращивания помидоров. Для других культур, требуются иные подходы и технологии. В этой связи Вилем Кеммерс, директор и руководитель проекта EcoFutura, видит трудности промышленного выращивания овощей аквапоникой в доведении аквариумных вод до норм, необходимых для конкретной агрокультуры, поскольку требует дорогостоящей контрольно-измерительной техники и дозирующих устройств.

В Нидерландах, в городе Bleiswijk, функционирует новый, усовершенствованный тепличный комплекс, в котором Виль Кеммерс - директор, Пим Вильгельм - аквабиолог.



Рыба и помидоры — Bleiswijk, Нидерланды.

Проект по выращиванию Рыбы и Томатов является самым крупным в Нидерландах, таким он и должен быть, ведь он поддерживается самыми крупными игроками в этой промышленности.

Садки для рыбы расположены в теплице под полом, на котором растут помидоры на минеральной вате Grodan. Это и в правду очень сложный проект, с полной рециркуляционной системой, так как питательный раствор для растений берется из аквариума, затем вода стерилизуется ультрафиолетовым светом и перед тем как подать раствор помидорам проверяется его минерализация и уровень рН, затем он корректируется, и только потом – готовый полноценный раствор подается растениям. Подобным образом удаляется часть органических отходов. Дренаж с матов возвращается в садки с рыбой, но перед тем как туда попасть, вода снова проходит процесс корректировки, увеличивается рН до уровня необходимого рыбе.

Аквапоника в качестве бизнеса очень развивается и в Дании, где подавляющее большинство сельскохозяйственных рабочих делают свой бизнес именно по такой технологии.

Одна из трудностей использования аквапоники - это необходимость обеспечения сельскохозяйственных культур, таких как помидоры, оптимальным количеством солей в растворе (приблизительно 3.5 mS), для того что бы можно было гарантировать высококачественный урожай овощей в середины зимы. Раствор, который поступает непосредственно из бассейна с рыбой, обычно, имеет очень низкую минерализацию, но в глубоководных системах это не столь важно, так как питательный раствор течет по корням растений и сельскохозяйственные культуры в состоянии поглотить необходимое им количество питательных веществ, однако с помидорами ситуация другая, цель состоит в том, чтобы использовать минерализацию для управления развитием и качеством плодов, а это сделать, используя глубоководную систему в комплексе, где используют аквапонику, очень трудно.

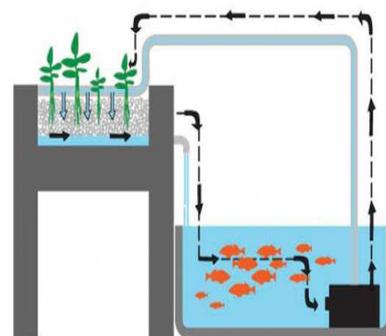
Для того, чтобы иметь возможность контролировать концентрацию раствора для использования его в системе гидропоники на матах из минеральной ваты или матов из кокосового волокна с высокой минерализацией и иметь возможность вернуть отработанный раствор обратно в бассейны с рыбой, необходимо использовать фильтр с обратным осмосом.

5.2. Выращивание рыбы и овощей по технологиям аквапоники в США

5.2.1. Аквапонические фермы для выращивания рыбы и овощей в домашних условиях

Теперь жители США могут без проблем обзавестись собственным домашним хозяйством, ведь готовые к использованию фермы для выращивания рыбы и овощей в домашних условиях по технологиям аквапоники можно купить.

В современном мире жители мегаполисов всё больше интересуются натуральным хозяйством и качественными продуктами питания. Однако позволить себе это могут разве что те, у кого есть загородные участки. А вот в городских условиях заниматься фермерством можно разве что с помощью гидропоники. Кроме того, в домашних условиях вполне возможно выращивать растения и разводить рыб с помощью аквапоники.



Американские инженеры и биологи разработали фермы Aquarponics USA, которые позволяют любителям натуральных продуктов наслаждаться собственноручно выращенной рыбой и свежими овощами.

Ферма Aquarponics USA включает в себя два контейнера, один из которых — это аквариум с рыбами, а в другом растёт зелень, а также все необходимые для работы системы насосы, трубы и другие агрегаты.

Все, что нужно для работы системы электричество, водоснабжение и канализация. Замкнутая и практически безотходная система аквапоники обеспечит семью натуральными продуктами круглый год.

Стоимость фермы Aquarponics USA — в районе 2500 \$.

<http://rodovid.me/Asya/akvaponika>



5.2.2. Американский фермер растит и собирает урожай круглый год – без земли, но с рыбой



Американец Джон Моррис модернизировал процесс, используя современную фермерскую технологию акваоники. Моррис превратил свою восьмьяктовую ферму на острове Уайт в акваферму.

В ее двух больших теплицах Моррис выращивает тилапию в двух больших резервуарах. Рыба дает удобрения, оно смешивается с водой, часть которой поступает в гидропонные стеллажи в теплице, остальное выкачивается наружу для удобрения посаженного в открытом грунте. Моррис получает доход от продажи тилапии и собираемого круглый год урожая салатов, трав и овощей.

Глава по экономическому развитию округа острова Уайт Лайза Т. Перри говорит, что деятельность Морриса совпадает с целями округа.

Пятидесятишестилетний Моррис начал фермерствовать поздно. До того он 17 лет был пожарным в Портсмуте, где вырос, позднее занимался производством мебели и в 1999 г. переехал на остров Уайт. Однажды ему попался «Фермерский альманах», где Моррис вычитал статью о фирме акваоники в Висконсине, которую создал автор книги и редактор журнала, посвященных этому предмету. В своей статье на сайте Agri-View он рассказывает, что в акваонике свежая органическая еда постоянно производится на минимальном пространстве с минимальным влиянием на окружающую среду.

Прежде чем самому взяться за воплощение этой идеи, Моррис боролся с ней «зубами и ногтями» и нервничал. Однако в итоге продал свой мебельный магазин и заказал аквапонную систему «Nelson + Pade».

«Это было большим решением, притом здесь постоянно приходится учиться. Но это заставляет оставаться молодым», - говорит Моррис. По его оценкам, всего он вложил в бизнес \$175 тысяч. Моррис смотрит на дело оптимистично: Кроме того, он с энтузиазмом относится к «зеленым» методам фермерства, подразумевающим отказ от гербицидов и пестицидов. Они загрязняют Чесапикский залив и убивают земляных червей и полезные бактерии в почве.

Чтобы запустить такую акваферму, как у Морриса, нужно сделать пару крытых водоемов 6,4 на 29,2 м, трубу электросварную купить, с дальнего конца устроить большие гидропонные стеллажи под посадки, смонтировать котел для отопления теплицы и освещение. Затратно, зато Моррис растит урожай базилика, салата, листовой свеклы, желтых томатов, цикория круглый год и собирает его даже в январе. В ближайших планах Морриса начать выращивать капусту, пользующуюся большим спросом на рынке.

<http://www.agromir-spb.ru>

5.2.3. Городская ферма «Растущее электричество» Уилла Аллена в Милуоки, Вайоминг

Один из чемпионов нового пищевого движения – Уилл Аллен, владелец городской фермы «Растущее электричество» в Милуоки, Висконсин. Аллен построил ряд теплиц, использующих технологию акваоники, чтобы для выращивания более 4500 кг речных окуней и свыше 500 000 кг продукции в год.



Используя их же компост для отопления теплиц, «Растущее электричество» работает круглый год, что делает ее, возможно, самой продуктивной фермой на Среднем Западе.

Секрет «Растущего электричества», как и многих других аквапонических ферм, - это вертикальный принцип их сельскохозяйственной природы.

Использование многочисленных поднятых грядок, которые протягиваются к крыше каждой теплицы, позволяет фермерам увеличить урожай, которого можно было бы ожидать обычным фермерам при традиционном земледелии.

Достижения Уилла Аллена особенно примечательны тем, что он выращивает около 500 000 продукции и 4500 кг рыбы всего лишь на нескольких акрах земли. Это достижение вдохновляет как энтузиастов, так и промышленные хозяйства, и принесло Аллену бесчисленные награды от ряда самых престижных финансирующих организаций мира. Аллен получил грант на руководство от Фонда Форда, Грант Гений от Фонда МакАртура и еще один от Фонда Келлогга. В мире аквапоники этот скромный сын исповедников из Южной Каролины поднялся до всех обозримых высот в земледелии будущего.

5.2.4. «Растение» Джона Эделя, Чикаго, Иллинойс

Недалеко от «Растущего электричества» в Милуоки, в пустых складах мясохладобойной промышленности Чикаго, еще один эко-предприниматель занялся производством продуктов питания. Среди улиц, утыканных бойнями, Джон Эдель и его компания «Растение» выращивают чистые сельскохозяйственные продукты овощной природы. Эдель использует совершенное освещение СИД, чтобы вдохнуть жизнь в своих фотосинтетических питомцев, салат-латук и травы, выращиваемые вместе с рыбой. Как и в других аквапонических системах, отходы от рыбопроизводства в виде аммония поднимаются путем рядов грядок, в которых естественные бактерии, содержащиеся в почве, превращают аммоний в нитриты и затем в нитраты, богатое вещество, питающее его продукцию.



План Эделя – доказать, что пустые склады в городах всего мира являются обширным пространством для земледелия будущего. Предприниматели вроде Джона могут занять эту нишу и применять технологии нового века для выращивания огромного количества продуктов в ограниченном пространстве. Даже в отсутствие солнечного света фермеры могут использовать аквапонические технологии для выращивания продуктов и белков без разрушения почвы или потери влаги, как в традиционном земледелии.



5.2.5. «Фермеры зеленого неба»: будущее земледелия



Недалеко от Орландо, Флорида, фермер, выращивающий апельсины, и биолог из центра Эпкот объединили усилия для строительства настоящей фермы будущего.

На крыше высотки в центре города, «Фермеры зеленого неба» используют аквапонику и вертикальное земледелие для выращивания огромного урожая продуктов и свежей, здоровой тилапии с использованием менее чем 10% от количества воды, необходимого при традиционном земледелии.

Настолько же научная лаборатория, насколько ферма, это здание использует теплицу, управляемую компьютером, которая проветривается на основе местной температуры, вращающиеся башенки, втягивающие раствор из резервуара с рыбами и счастливых тилапий, потребляющих отходы растений для производства богатой питательными элементами воды.

Мириады овощей растут в этой теплице весь год, и латук, травы, перец, помидоры, огурцы другие овощи растут в гидропонической кладке, а аквакультурные резервуары завершают закрытую систему. Каждую субботу, их урожай доступен на овощном рынке на улицах ниже, в Винтер Гарден, Флорида. Заинтересованных любителей поесть приглашают на экскурсию по предприятию. Технология на ферме повсюду, но растения, которые она окружает, максимально органичны. Никаких пестицидов, гмо или выбросов токсинов на этой ферме нового поколения не происходит. Это идеальное сочетание технологии и природы, в котором люди, управляющие им, чувствуют тонкое равновесие между разумным сельским хозяйством и успешным бизнесом.

В общем и целом, земледелие и сельское хозяйство считаются наименее технологичными профессиями и науками. Хотя во экономике, становящейся все более глобальной, эти местные предприятия меняют то, как мы растим овощи, собираем урожай и наслаждаемся нашим обедом. Будущее земледелие растет сегодня, в самых невероятных местах, где образованные предприниматели изменяют все. То, что вы будете есть завтра, возможно, будет выращено на такой ферме.

<http://www.sotrendy.ru/interesnoe/zemledelie-budushhego-kak-vysokotexnologichnaya-akvaponika-delaet-edu-pravilnoj.htm>

5.3. Развитие аквапоники в Великобритании

5.3.1. В Великобритании учатся выращивать овощи при помощи рыбы

В Великобритании местные фермеры испытывают новую технологию под названием аквапоника. В одной замкнутой системе выращивают одновременно и рыбу, и зелёные растения, не проливая ни капли пресной воды даром. Аквапоника экономит деньги, время и ресурсы планеты, говорят разработчики.

Например, раньше Микки Вистерн занимался шоу-бизнесом, но выйдя на пенсию, заинтересовался сельским хозяйством. И теперь каждую неделю он приходит в эту небольшую теплицу в родном Бристолле покормить рыбок. Микки

Вистерн, волонтер на ферме в Бристоле: - Меня интересуют все проекты по производству продуктов питания в черте города: урбанистические фермы, сады, теплицы. Всё, что касается систем устойчивого развития. Всего на ферме работает 20 волонтеров. Много усилий от них не требуется: покормить рыбок и раз в месяц собрать урожай базилика, укропа, петрушки и рукколы. Зелень даже поливать не надо. - Небольшой насос качает воду из бассейнов с рыбой, вода поднимается по трубам и распределяется по контейнерам с растениями, поливает их, просачивается через грунт и попадает обратно в бассейны с рыбой. Проходя через почву, вода очищается от продуктов жизнедеятельности рыб. Эти вещества питательны для растений, но ядовиты для самой рыбы. Всё очень просто и дёшево: нужен только насос и контейнеры. Теплица таких размеров может круглый год обеспечивать семью продуктами питания. Элис-Мария мечтает выйти на коммерческий уровень и уже через полгода продавать по 20 рыб в день.

Такие системы аквапоники становятся все более популярными в Европе. Только в Великобритании за последние несколько лет появилось около двадцати теплиц. Большинство из них экспериментальные, пока небольших размеров. Но все убеждены, что это лишь вопрос времени.

Ферма-магазин появилась в Лондоне два года назад. В обычном доме в жилом квартале выращивают и продают еду. Горожане любят здесь пообедать и почувствовать себя ближе к природе.

Энди Мерритт, основатель фермы-магазина в Лондоне: - Аквапоника — это последнее слово в сельском хозяйстве. Пока такая система всем в диковинку, но уже сейчас многие понимают, насколько она перспективна. Мы наглядно показываем жителям Лондона, что скоро люди по-новому будут обеспечивать себя едой.

Разрабатывая систему аквапоники, британцы смотрят в не такое уж далёкое будущее. Уже через 40 лет нужно будет производить на 70 процентов больше еды, чтобы прокормить растущее население планеты. Учитывая стремительное истощение почв и водоёмов, голода избегут те страны, которые научатся бережнее использовать ресурсы земли.

<http://rada2012.net.ua/>

5.3.2. Ферма в центре города

Снаружи это строение выглядит как ресторанчик, в котором подают



традиционную английскую еду, фиш-энд-чипс (рыба и картошка фри), которые здесь можно найти практически на каждом углу, но внутри — это маленькое аквапоническое предприятие, выращивающее ингредиенты блюда. Оно расположено на крыше здания в британском портовом городе. Его создатели хотят продемонстрировать возможное будущее производства традиционной английской пищи.



«Изначально мы думали об замкнутой экосистеме, — рассказывает Пол Смит, один из основателей дизайнерской фирмы «Something & Son», которая и запустила проект. — Каким образом можно выращивать пищу в городе и как совместить новую «умную» ферму с рыбозаводом? Мы хотели попытаться создать с нуля ингредиенты для британского национального блюда».

Разработчики прежде всего намеревались привлечь внимание людей, которые еще не задумывались о выращивании растений или животных в городской черте. По мнению Эндрю Мерритта, второго основателя фирмы, за таким подходом — будущее.

Построенное ими предприятие будет производить около 200 рыбин в год, а также 6 тонн зелени и овощей. Теоретически этого достаточно, чтобы обеспечить работу маленького кафе. «В конечном итоге мы бы хотели сделать кафе, продающую фиш-энд-чипс, но размером с фабрику: чтобы он производил все в довольно большом объеме, и при нем был традиционный маленький прилавок. Это бы подчеркивало, насколько мы нагружаем нашу планету, чтобы прокормить лишь малое количество людей».

На производстве используются автоматизированные устройства для подкормки рыб и полива растений, а компания разрабатывает совместно с экспертами Arduino сенсоры, которые мониторят температуру и содержание кислорода в воздухе и настраивают уровень освещенности и вентиляцию. Эндрю Мерритт объясняет, что они хотят создать систему, которая не нуждается в наблюдении весь период между посадкой растений и сбором урожая — тогда производство будет требовать меньше 8 часов ухода за ним в месяц.

<http://thinkgreen.ru/>

5.4. Австралийский опыт в использовании аквапоники

Пробная теплица была установлена на очень успешном предприятии Новой Зеландии: Tasman Bay Herbs (ТВН), основателями и директорами которой являются Йока-Де Хауер и Дон Грант. Это успешная компания по выращиванию и распространению свежей зелени в ведущих гипермаркетах Новой Зеландии. В своем производстве они используют очень популярную систему полива Технику Питательного Слоя (NFT). Площадь их теплицы занимает 1600 кв. м. и там выращивают базилик, кинзу (кориандр), петрушку, укроп, мяту, различные сорта салатов, а также рукколу. Теплица разделена на две секции: растениеводства (около 160 кв. м.) и аквариумы для рыб (около 50 кв. м.). В обеих частях применяется Техника Питательного Слоя (NFT) при помощи культивированных лотков. А также есть еще два 2-метровых канала для полива и две установки для рассады с системой орошения «прилив и отлив». Теплица также оснащена сливной системой для гидропоники и системой автоматической подачи питания рыбам. Т. е. две структуры, гидропонная и аквапонная разделены, но сообщаются между собой, подпитывая друг друга.

В отличие от других коммерческих моделей аквапонных систем, которые используют в поливе растений систему глубокого погружения (Deer Flow), этот метод применяет Технику Питательного Слоя (NFT).

Эта техника культивирования растений пользуется успехом по нескольким причинам: она может полностью контролироваться на расстоянии; метод культивирования может быть полностью адаптирован к аквапонной системе, что уже опробовано и широко применяется.

Однако многие исследователи аквапонной системы больше предпочитают другой метод полива растений, например, такой как Глубокое Погружение (Deer Flow).

По их мнению, он дает больше объема воды в систему, что делает применение этого метода полива проще в эксплуатации, в то время как Техника Питательного Слоя (NFT) использует меньший объем воды. Они считают, что для адаптации NFT к аквапонной системе нужна более совершенная система фильтров, что она имеет слишком узкую (4-5 см в диаметре) линию подачи воды, что требует большего обслуживания. Эти аргументы привели к дополнительным исследованиям.

Уилсон Леннард применил симбиотический способ, сочетающий получение высокого урожая растений на гидропонной основе с выращиванием пресноводных рыб. Эта сфера не была достаточно изучена, и Уилсон Леннард со своим коллегой доктором Джимом Ракоси (университет Виргинских островов), чьи исследования в мире аквапоники стоят на первом месте, разработали коммерческую модель отношений рыба-растения. Главным отличием подхода управления в аквапонике Уилсона Леннера от всех остальных моделей это то, что он при моделировании аквапонной системы всегда использует отдельные биофильтры и фильтры с мелкими твердыми частицами независимо от выращиваемого сорта растений. А также использует 100% твердых минералов для переработки рыбных отходов. Это дает несколько преимуществ: рыба и растения могут существовать независимо друг от друга, что хорошо при использовании их в коммерческих целях, одна система может существовать без другой при необходимости; вода использованная для выращивания рыб, благодаря действию бактерий перерабатывается и насыщается питательными веществами, необходимыми для растений, а твердые частицы оседают, разлагаются и распадаются на безопасные элементы; в любое время можно заменить вид рыбы или растений, что делает этот подход экономически выгодным.

Итак, Уилсон Леннер при разработке аквапонной системы внедрил Технику Питательного Слоя (NFT) как основной и главный компонент растительного культивирования.

Какие же достигнуты результаты?

Гидропонная система показала хорошие результаты, отмечен высокий темп развития, было собрано большое количество свежей зелени в течение 5 недель, и урожай был быстро реализован в магазинах. В аквапонной системе тестировали рыбу белый амур, так как она ест зелень и зеленые отходы, поэтому рост рыб напрямую зависит от количества выращенной зелени. Но не все растения идут на корм, а только салаты и укроп, они вырастают из семян за 5 недель. Итак мы видим, что растения в аквапонной системе растут также хорошо, как и в обычной гидропонной; зелень остается ароматной и вкусной; растения растут быстрее с Техникой Питательного Слоя (NFT), чем при погружной системе полива (Deer Flow); эта система проста и удобна в эксплуатации; рыба получает питание из отходов зелени, что дает сэкономить на корме; легко контролировать уровень питательных веществ, так как это одно из главных условий правильного развития рыбы и растений, уровень питательных веществ должен быть сбалансирован; система разработана для любых видов рыбы и любых сортов растений.

<http://www.promgidroponica.ru/>



5.5. Пилотный проект по аквапонике в Германии

Эта высокотехнологичная система ведения сельского хозяйства была известна древним ацтекам и китайцам, но в 21-ом веке она может стать основой для поставки свежих продуктов питания горожанам. По крайней мере, на это надеется немецкая компания ECF, которая недавно запустила в Берлине пилотную установку аквапоники, в которой выращивается сразу два вида продуктов – рыба и различные овощи.

Свое оборудование для аквапоники компания разместила внутри старого пивоваренного завода. Используя способ тысячелетней давности, она собирается выращивать помидоры, перец и зелень в миниатюрном контейнере, в котором питательной средой являются отходы жизнедеятельности рыб. Аквапоника объединяет в себе аквакультуру (выращивание рыб на рыбоведческих фермах) и гидропонику (выращивание растений не в почве, а в воде).

По словам основателя компании ECF, этот способ производства продуктов питания идеально подходит для городов – ферма аквапоники не занимает много места, а экологические и финансовые затраты на сохранение и транспортировку товаров значительно снижаются. Это позволяет обеспечить горожанам практически круглогодичный доступ к свежей продукции.



Установка для аквапоники представляет собой двухуровневый контейнер – в нижней части расположен аквариум, где выращивается рыба, в верхней части имеется небольшая теплица с овощами. К аквариуму присоединена отдельная емкость со специальным фильтром, в которой находятся бактерии, преобразовывающие аммоний из рыбных экскрементов в нитраты. Обогащенная нитратами вода перекачивается в ванну с питательными веществами для орошения теплицы с овощами.

Недавно компания ECF купила участок земли площадью 1800 квадратных метров в непосредственной близости от своего офиса, где она планирует в следующем году построить свою первую полномасштабную ферму аквапоники. Государственный инвестиционный банк Берлина согласился помочь профинансировать предприятие, которое, согласно прогнозам компании, будет иметь годовой доход 550 тысяч евро (760 тысяч долларов США). Ферма будет продавать овощи и фрукты в специальном магазине, расположенном на территории, а также поставлять свежую продукцию берлинцам. Помимо этого, на ферме будет выращиваться белый морской окунь на продажу как частным лицам, так и ресторанам азиатской и австралийской кухни.

Что ж, похоже, продукты питания, выращенные непосредственно в городе, вскоре станут новым социальным трендом.

Основное достоинство метода, базирующегося на объединении двух технологий, заключается в том, что аквакультура и гидропоника могут «сводить на нет» отходы обеих из систем, образуя закрытую – или, выражаясь языком физики, замкнутую – экосистему, в которой выбросы рыб поглощаются растениями, питают их, а вода, где проживают рыбы, очищается растениями. В экосистемах, использующих аквапонику, можно установить характерное лишь для природы равновесие, при этом экологичные фермы являются эффективными с точки зрения затрат на производство продукции и объемов урожая и вполне могут соперничать с традиционными сельскохозяйственными объектами, делающими ставку на проверенные технологии, традиционные конструкции (к примеру, теплицы из поликарбоната) и обычные удобрения.

green-dom.info

5.6. Аквапоника в передвижном контейнере (опыт Швейцарии)



Швейцарская компания Urban Farmers представила контейнеры, состоящие из аквариума и мини огорода, в котором кормом для рыб становятся овощи, растущие от рыбных удобрений. Таким образом, создавая автономный вечный двигатель питания.

Отфильтрованные рыбные отходы, содержащие азот, - это удобрение для растений. Корневая система очищает воду от азота и насыщает её кислородом. Система

работает практически автономно, небольшое количество продовольствия и электроэнергии, тепла и оксигенации воды. При этом, контейнер потребляет меньше энергии, чем электрический чайник. Такой контейнер представляет интерес для городских фермеров и дачников, которые выращивают продукты питания на небольших площадях. Технология использует преимущества аквапоники или рыбоводства в сочетании с выращиванием овощей.

Для выращивания в контейнерах идеально подходит тилапия — очень выносливая рыба, она быстро растет и считается вкусной. Контейнер площадью 18 м² обеспечивает 60 кг рыбы и около 120 кг овощей.

Наша идея состоит в том, чтобы защитить жителей европейских мегаполисов от наводнения промышленной еды. Для того, чтобы потребитель положил листок салата на свой бутерброд, его удобряют, обрабатывают пестицидами, упаковывают, транспортируют на автомобиле в магазин и хранят в холодильнике. Это пустая трата ресурсов планеты, — считает основатель городской фермы Роман Gaus.

Аквапонику изобрели ацтеки, которые выращивали овощи в корзинах, наполненных рыбой, и погруженных в воду озер и рек. Современные городские фермеры усовершенствовали эту модель и уже продали несколько таких контейнеров в Берлине, Гааге, Базеле и Цюрихе. Решили даже попробовать открыть интернет-магазин. Их бизнес из небольшого начинания имеет шанс превратиться в большое дело.

Изюминкой всей затеи стало размещение таких контейнеров на крышах городских зданий, там, где уже размещены городские сады.

«Сочетание рыбного хозяйства и выращивания сельскохозяйственных культур становится возможным даже на очень маленьком пространстве, мы будем использовать различные пустые места для производства недорогой еды, свободной от пестицидов и антибиотиков», — говорит Марек Курилович, польский архитектор и президент известной архитектурной мастерской Апак.



<http://mail.avivas.ru/>



5.7. Применение технологии аквапоники в Литве

ЗАО «Аквапоника» (Литва) - молодая компания, основными сферами деятельности которой является выращивание африканских сомов и различных растений, таких как латук, шпинат, пряные растения (укроп, петрушка, календула, базилик и проч.).

Эта компания единственная в Литве, которая применяет систему аквапоники (aquaponics) для выращивания растений без использования каких-либо пестицидов или удобрений.

Интерес к аквапонике возник в процессе поиска решения, которое позволило бы основать и впоследствии расширять сельское хозяйство, как можно оптимальнее используя имеющиеся ресурсы. В результате проведения анализа современного европейского рынка и потребностей потребителей специалисты компании убедились в том, что выращивание рыбы и растений являются сферами, наиболее перспективными как с точки зрения бизнеса, так и с позиции простого потребителя.

Отправной идеей стало выращивание африканского (клариевого) сома (*Clarias gariepinus*). Клариас встречается по всей Африке, включая водоёмы Сахары, в бассейне реки Иордан, в Южной и в Юго-Восточной Азии. В Европе о нем узнали 20 лет назад. По одной из европейских программ спасения жителей Африки от голода из жаркой страны его завезли в Голландию, где в огромном количестве выращивали африканского сома в замкнутых системах.



Но после проведения первичных подсчетов и технологических исследований стало понятным, что можно одновременно развивать дополнительную сельскохозяйственную отрасль, используя уже имеющиеся ресурсы, предназначенные для выращивания рыб – тепло и воду.

Так, специалисты ООО «Аквапоника» первыми в Литве попытались применить на практике уже широко используемую в США и Австралии технологию аквапоники – выращивание предназначенных в пищу растений в водной системе без использования химических удобрений. В таких системах все необходимые растениям питательные вещества вырабатываются естественным путем при переработке воды, в которой выращиваются рыбы.

Принцип выращивания прост: в помещении оборудованы бассейны, в которых выращивают африканские сомы. На крыше помещения, в котором расположены бассейны, оборудована профессиональная теплица площадью 1200 кв. м, в которой круглый год могут расти растения. Вода, использованная для выращивания рыб, благодаря действию определенных бактерий перерабатывается и насыщается нитратами, необходимыми для растений. Далее вода поступает в оборудованную в теплице водную систему. Таким образом, растения получают необходимую пищу из окружающей среды. После использования в теплице вода возвращается в бассейны для рыб. Так образуется естественный круговорот воды.

К семейству клариевых сомов относятся рыбы с голой кожей, без чешуи – замечательное достоинство этого вида. Производство быстро окупается. Срок окупаемости клариевого сома — 1,5-2 года. Причина в его темпе роста. Потенциал рыбы огромен, надо только соблюдать определенные условия. Основные требования для успешного выращивания клариаса – тепло, полумрак и достаточное количество пищи.

Качество мяса у клариевого сома особое - оно не содержит межмышечных костей и считается деликатесом. По сравнению с европейским речным сомом у африканского более темное и менее жирное мясо, насыщенное белком и полезными жирными кислотами омега-3, кальцием, аминокислотами и витаминами. Специфический рыбный запах практически отсутствует. Эту рыбу можно использовать в кулинарии в жареном, вареном, тушеном виде, существует множество разнообразных рецептов ее приготовления. Поскольку африканского сома уже в течение многих поколений выращивают в рыбоводных хозяйствах по интенсивной технологии без какого-либо контакта с другими гидробионтами, он практически стерилен в отношении паразитов, которые могли бы представлять опасность для человека или домашних животных.

Питается сом самой разнообразной пищей – как живой, так и неживой. Во многих рыбоводных хозяйствах ему дают форелевые и карповые комбикорма, либо гранулированные корма, разработанные специально для сомов. Использование плавающих гранул позволяет контролировать их поедаемость. Хотя клариас способен потреблять различные корма животного и растительного происхождения, это преимущественно плотоядная рыба, и хорошей массы можно добиться, скармливая ему пищу с высоким содержанием животного белка.

Существует большая вероятность, что со временем системы аквапоники будут широко использоваться и послужат развитию сельского хозяйства во всём мире.

В аквапонике не используются никаких гербицидов и пестицидов, так как они губительны для колоний бактерий и самих животных, позволяя при этом производить качественную органическую продукцию для питания в жизнедеятельности человека. Ограничена необходимость в использовании большого количества химических веществ, требующих особых условий хранения и использования. Лишь при редкой необходимости используется минимально-дозированная подкормка для растений.

Аквапоника позволяет существенно экономить водные ресурсы, особенно - в системах с максимальной рециркуляцией воды; существенно сокращает и сводит к нулю сброс сточных вод.

Небольшие системы аквапоники уже сейчас набирают популярность у фермеров, желающих начать новый прибыльный бизнес, а также у отдельных семей, заботящихся не только о прибыли, но и о здоровье своей семьи.

По материалам сайтов link-rus.ru; akvaponika.lt/ru; traditio-ru.org; nfuture.ru

5.8. Усовершенствование систем аквапоники в Канаде



Системы Аквапоники все больше и больше начинают пользоваться спросом во всем мире, так как имеют большой потенциал для решения множества проблем, возникающих в современном сельском хозяйстве и аквакультуре.

Ник Сэвид с урожаем базилика и бассейнами с рыбой на заднем фоне.



Доктор Ник Сэвидом является руководителем научно-исследовательского тепличного комплекса, где ведутся исследования и ищут новые инновационные решения для выращивания сельскохозяйственных культур. В этот проект было вложено \$15 миллионов долларов, и в ближайшее время будет построен еще один такой же комплекс для исследований. Ник Сэвид рассказал, что, основываясь на опыте Джима Реккой, ему удалось значительно улучшить свой проект строящегося аквакомплекса, он внес несколько изменений и благодаря им его ферма стала намного производительней и надежней, чем была у Джима. К слову сказать, Джим Реккой является первым разработчиком подобной системы.

Сильная аэрация в системе создает течение.

Благодаря новшествам, которые сделал Ник, пространство в дорогостоящих оранжереях стало использоваться еще более эффективно, все водоемы были соединены одним большим бассейном, таким образом удалось покончить со всевозможными трубами с маленькими отверстиями, насосами, аэрационными шлангами, которые тянулись по всей теплице.



Бasilik, корневая система.

В новом проекте он улучшил качество воды, рабочее пространство, эффективность труда, убрал химикаты, в том числе и пестициды, улучшил фильтры и регуляторы pH. Все новые компоненты были объединены в одну систему, под названием Биофлок, которая основан на технологии Geotube. Geotube - система, которая позволяет отделить твердые и крупные частицы от воды. После такой процедуры очищенная вода может быть возвращена назад в систему, вместо того, чтобы циркулировать по системе с твердыми частицами, как было в прошлых проектах. Твердые частицы оседают в контейнере Geotube, где постепенно разлагаются и распадаются на безопасные элементы благодаря процессам брожения, которые происходят внутри контейнера. Он понял, что если удаленные твердые частицы из воды по технологии GeoTube хранить в этом же контейнере, то благодаря им во всей системе увеличивается количество питательных веществ. В результате эффективность использованной схемы питания близка к 100 %. Другими словами, он впервые создал самостоятельную рециркуляционную систему, которая перерабатывает все органические вещества, входящие в корм для рыб и растений.

Бактерии являются ключом к здоровой системе и согласно заметкам доктора Сэвида на ферме, где используется аквапоника, можно вырастить урожай равный 70% урожая обычного гидропонного комплекса, но в году может быть два урожая, которые будут выше на 30-40 %, чем полученные урожаи в обычных комплексах, где используется простая гидропоника. Такие хорошие результаты- это заслуга микроорганизмов в системе, которым требуется около года для формирования правильного баланса.

Аквапоника в Канаде становится все более популярной и все чаще используется как инструмент для обучения. Многие школы приобрели мини установки аквапоники и используют их для исследований и обучения. Все это демонстрируется школьникам и студентам для того, чтобы они поняли простые принципы экологии и биологии.

В Канаде сертификация продукции, выращенной методом аквапоники, возможна при условии, что в качестве субстрата использовались кокоматы.

5.9. Аквапоника против органики

К сожалению, большинство руководителей сегодняшних тепличных хозяйств все еще не доверительно относятся к аквапонике. Их главный аргумент — то, что это неестественно, потому что растения выращиваются без почвы.

Это очень странный и не обоснованный аргумент, потому, что данная система является самой безвредной для окружающей среды из всех существующих на данный момент, также эта система - самая эффективная по использованию воды.

Выращивание в почве не так эффективно и экологично, как выращивание на аквапонике.

Почва состоит в основном из твердых частиц (например, песок, ил, глина), органических веществ, микроорганизмов, воды и газа (кислород, CO₂ и т.д.).

Аквапоника – это система, которая включает все вышеперечисленное, естественно, кроме твердых частиц, а если чего-то не хватает или какого-то вещества мало, то его легко добавить.

Кстати говоря, теплица, которая выращивает растения на почве, собирает примерно 60% урожая простой гидропонной теплицы.

http://www.ponics.ru/2009/09/aquaponics_greenhouse/

6. Приложение

6.1. Перспективы использования аквапоники при выращивании рыб в УЗВ

Для проведения экспериментов было спроектировано две аквапонные установки различного типа, которые эксплуатировались в различных температурных условиях:

1. Аквапонная установка № 1, состоящая из небольшой емкости, склеенной из стекла и оргстекла, вместимостью 44 литров, с размерами дл. x шир. x выс. – 80 x 55 x 10 см. В ней располагалась платформа из пенопласта толщиной 2 см на всю поверхность установки. В пенопласте были проделаны отверстия для высадки растений. Их располагали таким образом, чтоб корни находились в воде, а «зеленая часть» над поверхностью платформы. Вода в установку подавалась насосом мощностью 25 ватт и пропускной способностью 1500 литров в час. Вода из бассейнов с рыбой попадала в аквапонную установку, где циркулировала по всей площади дна, омывая корни растений, очищаясь от продуктов метаболизма, которые служат основной пищей для выращиваемых культур. Затем вода вытекала обратно в бассейн с рыбой.

Данная установка использовалась в зимний период при температуре 15-17°C.

2. Аквапонная установка № 2, состоящая из аквариума объемом 50 литров, стеклянного короба для высадки растений, небольших перфорированных горшочков с диаметром 5 см и субстрата для высадки растений (сланец). Так же в аквариум был встроен насос, мощностью 15 ватт и пропускной способностью 800 литров в час. Вода из аквариума попадала в короб с растениями и, омывая их корни, вытекала обратно в аквариум.



Данная установка использовалась при температуре в помещении 25-26°C. Характеристики установок представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика эксплуатируемых аквапонных установок

Показатели	Аквапонная установка № 1	Аквапонная установка № 2
Общий объем установки	2044 литра	55 литров
Объем фитофильтра	44 литра	5 литров
Температура	15-17°C	25-26°C
Освещение	Естественное искусственное люминесцентное (1 ватт на дм ²)	Искусственное - люминесцентное (5 ватт на дм ²)
Проточность	15 литров/мин.	5 литров/мин.
Ихтиофауна УЗВ	Стерлядь, сиб. осетр	Стерлядь, сиб. осетр
Плотность посадки рыб в УЗВ	1 рыба на 6,8 литра	1 рыба на 10 литров
Разновидности растений	Огурцы, томат, базилик, салат	Огурцы, томаты, базилик, салат
Темп роста растений	Медленный	Активный
Темп роста рыб	В пределах нормы	В пределах нормы

Как видно из таблицы 1, темп роста растений в аквапонных установках полностью зависит от температурного режима и условий освещения.

Так, в установке № 1 при температуре 15-17°C темп роста растений замедлился, листья огурцов и томата начали бледнеть. Что указывает на недостаток в освещении.

В установке № 2 наоборот, все растения показали активный рост, особенно огурцы.

Это указывает на благоприятный гидрохимический режим, который показан в таблице 2.

Таблица 2 - Гидрохимический режим эксплуатируемых аквапонных

Показатели	Аквапонная установка № 1	Аквапонная установка № 2
Нитраты	5 мг/л	4,5 мг/л
Нитриты	2 мг/л	1,8 мг/л
pH	7,6	6,9
CO ₂	5,4	5,2
Кислород на выходе из рыбоводных бассейнов	6,8	7,2
Кислород на выходе из биофильтра	6,9	7,0

Исходя из таблицы 2 видно, что гидрохимический режим эксплуатируемых установок полностью соответствует нормативным показателям при выращивании рыб в установках замкнутого водоснабжения.

Исходя из результатов, все растения в аквапонной установке № 1 подвержены определенным закономерностям в скорости роста, как в высоту, так и в диаметре. Более интенсивный рост замечен у огурца и томата, которые показали хороший прирост по сравнению с салатом и базиликом. Последние же за весь период эксперимента показали незначительный прирост.

В аквапонной установке № 2 все растения, как и в первом случае, подвержены определенным закономерностям в темпе роста, но по сравнению с аквапонной установкой № 1 в данном эксперименте прослеживается

болееинтенсивный рост, в среднем превосходящий в 1,6 раза. Это объясняется тем, что в установке № 2 как температурный режим, так и освещенность были на порядок выше, чем в первом случае, создав тем самым благоприятные условия для роста и развития растений.

При выборе сорта растений, для высадки в аквапонную установку нужно исходить из **следующих показателей:**

- **Скорость роста.** Залогом успеха при реализации продуктов выращивания в установке является частота сбора спелого урожая за календарный год.

- **Корневая система.** Растения с развитой корневой системой лучше поглощают продукты жизнедеятельности рыб, улучшая гидрохимический режим.

- **Размер.** Растения, используемые в аквапонной установке, должны быть небольшого размера, чтобы устойчиво стоять на платформе.

- **Экономическая целесообразность.** Все овощи или фрукты, выращиваемые в установке, должны быть востребованы на рынке круглый год.

- **Условия выращивания.** Все растения, погруженные корнями в воду, должны быть влаголюбивыми и не должны гнить.

Куанчалеев, Ж.Б., Марленов Э. Б., Чуприкова Н. Г.

Материалы Республиканской научно- теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 9: новый вектор развития высшего образования и науки». – 2013.

6.2. Система для разведения рыбы Клариас

В г. Ржеве Тверской области выпускают систему для разведения рыбы Клариас, которая является высокоэффективным и натуральным методом аквапоники.

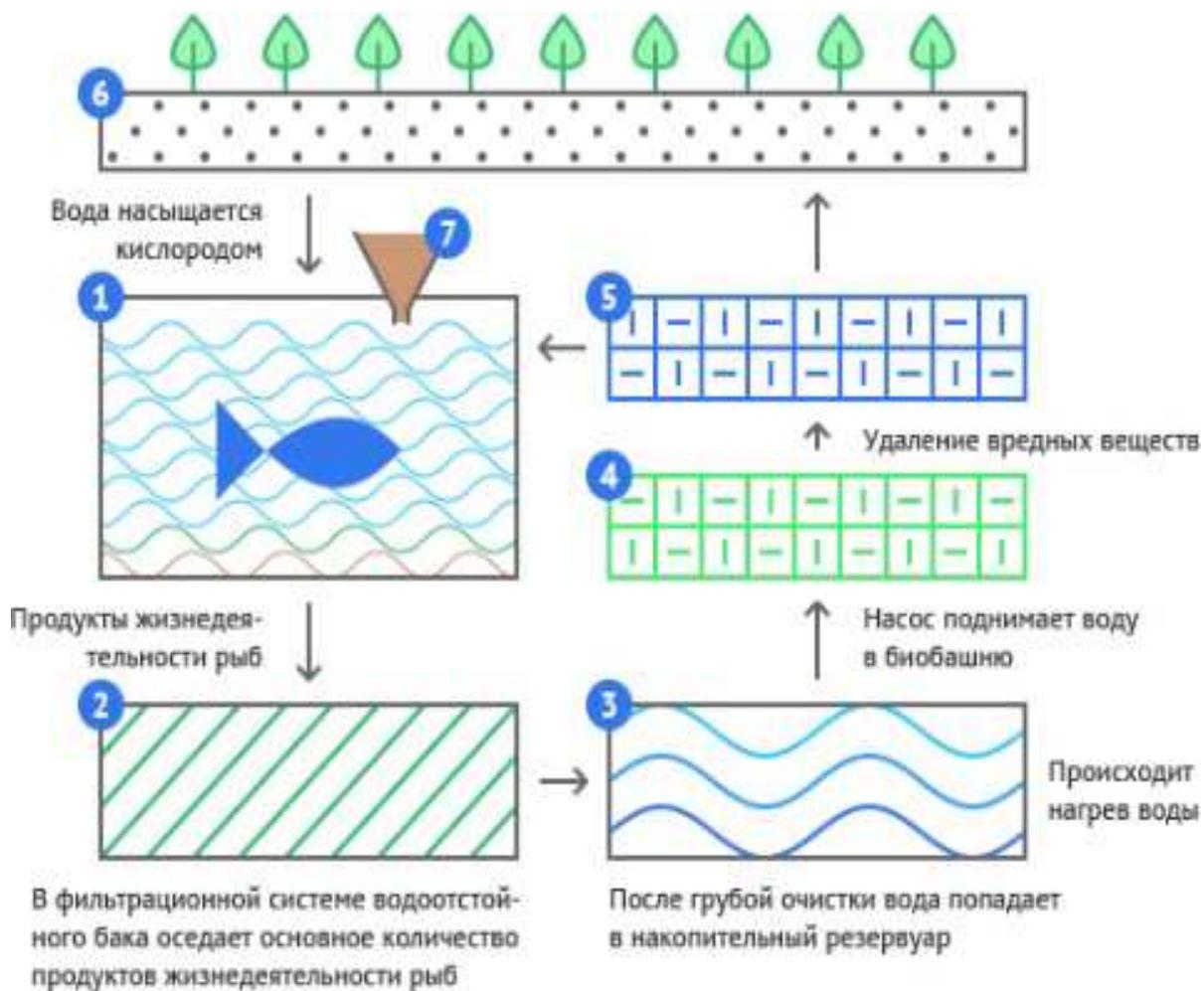
В установках замкнутого цикла (УЗВ) вода после использования очищается и повторно используется в системе, что позволяет существенно сократить расходы на водные ресурсы и электроэнергию. Данная система работает непрерывно и является практически замкнутой цепью.

В свою очередь отходы жизнедеятельности рыб, нерастворимые отходы, а также аммоний, удаляются или преобразуются в нетоксичные продукты с помощью биофильтров. После чего, очищенная вода насыщается кислородом и снова попадает в резервуары с рыбой.

Работающая модель данной системы состоит из следующих компонентов:

1. РЕЗЕРВУАРЫ ДЛЯ РЫБ.
2. ВОДОУСТОЙЧИВЫЙ РЕЗЕРВУАР.
3. НАСОСНЫЙ РЕЗЕРВУАР.
4. БИОБАШНЯ. Анаэробные бактерии, находящиеся на поверхности фильтрующих элементов, преобразуют и расщепляют аммоний на безопасные для рыбы элементы.
5. НАКОПИТЕЛЬНЫЙ РЕЗЕРВУАР БИОБАШНИ.
6. ПАРНИК С РАСТЕНИЯМИ. В растения попадают нитраты, минералы, фосфор и другие питательные вещества, что полностью исключает необходимость применения химических удобрений.
7. КОРМУШКА





Преимущества системы Клариас



Используемая территория (65 тонн/год) - 250 кв. м. При обычном способе выращивания 65 тонн/год требуется не менее 6 Га водоемов.



Система полностью соответствует природному циклу воспроизводства рыбы и растительности в природе, поэтому исключает применение химических удобрений и других добавок.



Данное производство расположено в помещении, где круглогодично поддерживается естественная среда для выращивания рыбы, что исключает фактор сезонности производства.



Необходимое количество персонала – 2-3 человека.



Возможность повторной переработки до 90% использованной воды.

Основные достоинства производства

1. Экологичность

Рыба содержится в очищенной с помощью фильтров от всех вредных примесей воде. В воду не попадают отходы человеческой жизнедеятельности (мусор, полиэтилен, нефтепродукты). Кроме того, отсутствие в воде тины исключает появление травянистого запаха в мясе.

2. Органический продукт

Производство рыбы осуществляется без использования синтетических минеральных удобрений, регуляторов роста, искусственных пищевых добавок, а также без использования генетически модифицированных продуктов.

Преимущества использования рыбы Клариас в аквапонной системе



Одна из самых быстрорастущих рыб в дикой природе: за 4,5 месяца от 100 гр до 1 кг.



Рыба гипоаллергенная, т.е. она безопасна для маленьких детей и людей с повышенной аллергической реакцией.



Содержит большое количество полезных жирных кислот Омега 3 1000мг и Омега 6 - 700 мг



Рыба практически не содержит костей. Мясо рыбы является диетическим.

Если к системе подключить теплицу с растениями, что еще больше повысит эффективность роста, как рыбы, так и растений.

Бассейны для разведения рыбы Клариас



По материалам сайта <http://akvaponica.ru/>



