

**М. Бентли**

**Промышленная  
гидропоника**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 631  
ББК 4  
М11

M11      **М. Бентли**  
Промышленная гидропоника / М. Бентли – М.: Книга по Требованию, 2012. –  
376 с.

**ISBN 978-5-458-25539-4**

Рекомендуемая книга является наиболее полной работой по такому важному и актуальному вопросу, как выращивание растений без почвы на искусственных питательных растворах. В ней дан обстоятельный обзор истории развития гидропоники в различных странах Европы, Африки и Соединенных Штатах. Специальные главы посвящены особенностям культуры на различных субстратах и минеральных растворах овощных, лекарственных, кормовых, декоративных и других растений, характеристике урожаев и качеству продукции, конструкциям оранжерей и специальных гидропонных установок, составлению питательных растворов для различных культур и методам контроля за их составом. Работа хорошо иллюстрирована и снабжена большим списком специальной литературы. Книга будет полезной для практических, а также научных работников, занимающихся выращиванием растений без почвы.

**ISBN 978-5-458-25539-4**

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



## *Предисловие к русскому изданию*

В последние годы в нашей стране интерес к гидропонному, или беспочвенному, выращиванию растений резко повысился. Гидропоника стала выходить из стадии опытов и внедряться в производство. Однако в ряде случаев были допущены ошибки при сооружении гидропоникумов и при их эксплуатации. В этой связи издание работы Максуэлла Бентли, обобщающей его многолетний опыт выращивания растений без почвы, представляет несомненный практический и познавательный интерес для советского читателя.

Книга «Промышленная гидропоника» является популярным руководством для широкого круга лиц, желающих заняться индивидуальной или промышленной гидропоникой. Автор совершенно ясно говорит о ненецелесообразности сооружения бетонных поддонов в открытом грунте на почвах, пригодных для земледелия. Большинство рекомендаций М. Бентли относится к пустынным районам Южной Африки, где около 20 лет он живет и трудится.

Читая русский перевод книги, читатель представит себе достаточно полную картину становления, развития и современного состояния гидропоники в разных странах и сможет оценить достигнутые успехи. Первые опыты с водными и песчаными культурами, начатые учеными в лабораториях более 100 лет назад, привели к выращиванию растений на искусственных питательных растворах и субстратах в крупных автоматизированных установках промышленного значения. Автор побывал во многих странах и познакомился с работой крупнейших гидропонных хозяйств мира.

Наибольший интерес для специалистов, по-видимому, представит описание крупного шведского гидропоникума «Электрофлора» и гидропонного хозяйства известного французского селекционера роз А. Мейяна.

Гидропоникум «Электрофлора» имеет площадь закрытого грунта около 0,5 га и привлекает к себе внимание тем, что расположен в умеренной зоне, приближающейся по своим условиям к ряду районов нашей страны. В гидропоникуме почти полностью автоматизированы процессы питания растений и регулирования температуры и влажности

воздуха. По проекту Э. Тегнера поддоны делают из стандартных бетонных плит и покрывают изнутри полиэтиленовой пленкой. Э. Тегнер отказался от больших насосов, резервуаров и многочисленных трубопроводов. Питательный раствор заполняет воздушные промежутки между частицами субстрата при перекачивании его (раствора) небольшим насосом из одной половины поддона в другую.

После увлажнения субстрата во всем поддоне двигатель выключается и раствор вытекает из субстрата. Одновременно в субстрат проникает воздух. Между пористой плитой, на которой находится субстрат, и верхним уровнем раствора сохраняется воздушное пространство высотой 10 см. Автоматизация рабочих процессов позволила значительно сократить затраты труда.

В последние годы в хозяйстве «Электрофлора» сооружены теплицы общей площадью около 9000 кв. м.

По данным шведских специалистов, многие овощные культуры (помидоры, огурцы, редис, салат, петрушка) и цветы (левкои, фрезеция, ирисы, гладиолусы) лучше растут в гидропониках, чем в почве. Ряд культур развивается почти одинаково хорошо в тех и других условиях, но гидропонная продукция всегда отличается высоким качеством. Хозяйство пользуется большой популярностью. Ежегодно его посещают около 25 тыс. экскурсантов. Таким образом, применение гидропоники означает интенсификацию растениеводства и повышение производительности труда в закрытом грунте.

Весьма оригинально хозяйство, созданное А. Мейяном (Франция). Гидропонику здесь начали внедрять в 1948 г. В настоящее время весь селекционный процесс от проращивания семян до оценки и выпуска новых сортов роз осуществляется на искусственных растворах. В качестве субстрата служит песок с частицами диаметром от 1 до 4 мм. Работа ведется в теплицах общей площадью 2,4 га.

Гидропоника в Голландии еще находится в стадии опытов, которые проводятся исследовательскими учреждениями и учебными заведениями. Именно к такому выводу мы пришли в результате посещения питомников и оранжерей этой страны в 1961 г.

М. Бентли обстоятельно описывает хозяйства Флориды (США), где применяется гравийная культура помидоров. В оранжереях разной величины находятся 2500 поддонов длиной 30 м и шириной 90 см. Наряду с помидорами в качестве скороспелой промежуточной культуры используют огурцы.

Довольно крупные гидропоники построены близ Токио (Япония) американцами для снабжения овощами своей армии. Одно из хозяйств имеет площадь 10 га, а второе — 20 га (из них около 2,5 га под стеклом).

Автор ничего не говорит о гидропонике в СССР. Читатель, интересующийся развитием гидропоники в нашей стране, может обратиться

к работам проф. В. А. Чеснокова и Е. Н. Базыриной (1960), С. Ф. Ващенко (1963), Г. Берсона (1964) и др. Метод гравийной культуры применяется у нас главным образом в овощеводстве. В последние годы в качестве субстрата довольно широко используют керамзит. На гидропонику переведены крупные теплицы в совхозе «Киевская овощная фабрика» (9000 кв. м), на Моснефтезаводе (4000 кв. м), в подмосковных совхозах «Марфино» (1200 кв. м) и «Белая дача» (1000 кв. м) и в других тепличных хозяйствах.

Интересные опыты по выращиванию овощных культур гидропонным способом в открытом грунте проводят в Ереване проф. Г. С. Давтян. Отмечая перспективность работ в этой области, Г. С. Давтян подчеркивает необходимость глубокого изучения вопросов питания растений, а также важность развертывания инженерных изысканий для разработки более совершенного гидропонного оборудования.

В следующих разделах книги автор освещает выращивание разных культур, проектирование и сооружение поддонов и резервуаров, описывает различные субстраты, излагает теорию и дает практические советы по работе с питательными растворами.

Автор настойчиво рекомендует не выращивать гидропонным способом малодоходные культуры с длинным вегетационным периодом. Только в пустынных местностях, куда трудно доставить овощи из других районов, можно возделывать любые культуры. Для промышленной гидропоники автор располагает овощные культуры в следующем порядке: помидоры, картофель, репчатый лук, салат, цикорий, водяной кress, хрень, фасоль. Следует сразу же заметить, что эти рекомендации даны для условий Южной Африки. Только поэтому картофель занимает второе место, ибо при обычной культуре, в почве, он дает ничтожные урожаи. Совершенно незаслуженно не упоминается среди этих культур редис, который прекрасно растет в гидропониках. В шведском хозяйстве «Электрофлора» при подборе специальных сортов удавалось получать от 720 до 840 корнеплодов редиса с 1 кв. м. Для каждой культуры автор указывает оптимальный pH, состав питательной смеси и срок вегетации. Наиболее подробно описана агротехника помидоров.

Среди цветочных культур в первую очередь рассмотрены гвоздика, розы и хризантемы, которые в ряде хозяйств Швеции, Франции, Англии и США дают высокие доходы. В частности, в хозяйстве «Электрофлора» с одного растения гвоздики снимают 14 цветков, что при густоте насаждения 20 растений на 1 кв. м составляет 280 цветков.

В Останкинском комбинате декоративного садоводства (г. Москва) урожай срезанных роз при гравийной культуре составил 65 цветков с 1 кв. м, а при почвенной — 48 цветков. Затраты на выращивание одного цветка были соответственно 5,2 и 9,2 коп. Интересно отметить, что в ряде зарубежных опытов корнесобственные розы в гидропониках

оказались несколько более продуктивными, чем привитые. На 4—5-й год культуры растения рекомендуется заменять.

Наряду с промышленным выращиванием цветов М. Бентли касается гидропоники в комнатных условиях. Это объясняется огромным интересом читателей к комнатному садоводству. Несомненно, советы автора по выращиванию комнатных растений на питательных растворах и субстратах окажутся очень полезными. В книге описаны различные способы для автоматического питания горшечных растений.

М. Бентли рассматривает также перспективы гидропоники в области возделывания эфиромасличных (мята, лаванда), лекарственных (белладонна, наперстянка, эфедра) и пряных растений. Надо отметить, что первые опыты с этими культурами в СССР (во Всесоюзном институте лекарственных растений) дали в ряде случаев положительные результаты. Работы в этом направлении заслуживают всяческого внимания.

Ценные сведения приводят автор о гидропонном выращивании зеленого витаминного корма для молочного скота и птицы. По его данным, автоматическая установка типа инкубатора, имеющая 60 лотков (11 кв. м), позволяет получить до 40 т зеленого корма в год. Такая установка может обеспечить зеленой подкормкой 20—25 коров, 100 свиней, 1500—2000 цыплят. Опыты в этом направлении ведутся у нас Г. С. Давтяном на юге и в совхозе «Белая дача».

Использование того или иного субстрата зависит от его состава, механической прочности, долговечности, влагоемкости, теплопроводности, стоимости и т. д. Остановимся на вермикулите, который автор настойчиво пропагандирует на протяжении почти всей книги.

Вермикулит относится к группе гидрослюд. После обжига он приобретает ряд таких ценных свойств, как легкость, стерильность, высокая влагоемкость. Первые крупные месторождения высококачественного вермикулита были открыты в Южной Африке, и М. Бентли в течение ряда лет экспериментировал с этим субстратом. Вермикулит оказался превосходным субстратом в Южной Африке, климат которой отличается высокими температурами и малым количеством осадков. Гравий и песок мало пригодны в этих условиях, потому что они недерживают влагу и сильно перегреваются на солнце. Для районов с умеренным климатом, в частности для Англии, М. Бентли рекомендует вермикулito-песчаные смеси.

В последние годы в нашей стране обнаружены крупные месторождения вермикулита на Кольском полуострове, Урале, Украине и в других местах и начата их разработка. Ряд научно-исследовательских учреждений комплексно разрабатывает способы применения вермикулита в народном хозяйстве. Первые опыты с отечественным вермикулитом в Главном ботаническом саду АН СССР показали, что его успешно можно

использовать в качестве субстрата при вегетативном размножении ряда цветочно-декоративных растений, выращивании рассады, хранении и транспортировке на дальние расстояния растительных материалов (клубни георгин, зеленые растения). Хорошо развиваются и цветут на вермикулите гидропонные розы, георгины, гладиолусы, клубневая бегония и другие культуры.

Дальнейшие опыты и соответствующий экономический анализ позволяют решить вопрос о целесообразности более широкого применения отечественного вермикулита в декоративном садоводстве. Перед работниками промышленности стоит задача наладить выпуск кондиционного, стабильного по своим качествам вермикулита для опытных учреждений.

В последних разделах книги в популярной форме изложены приемы приготовления, использования и восстановления питательных растворов. Автор подчеркивает, что выбор раствора зависит от температуры воздуха и интенсивности солнечной радиации. Большинство питательных смесей, приведенных в книге, пригодны только для жарких условий Южной Африки. Для районов с умеренным климатом указаны некоторые американские и английские смеси. При составлении питательных смесей большую помощь окажут таблицы, в которых приведены химические формулы, молекулярные веса соединений, содержание элементов питания в сложных смесях.

При редактировании материал книги подвергся значительному сокращению. Прежде всего пришлось исключить многочисленные повторения, изъять рисунки, которые не имеют прямого отношения к промышленной гидропонике, опустить текст и таблицы, представляющие интерес лишь для южноафриканского читателя (например, состав воды некоторых рек ЮАР), исключить заимствованное автором техническое описание одной из крупных мировых установок для очистки морской воды, поскольку эта тема выходит за пределы книги.

*B. N. Былов*

## В В Е Д Е Н И Е

---

Данная книга написана не как научный труд. Она представляет собой руководство для лиц, интересующихся будущим промышленной гидропоники. Во многих районах Южной Африки не хватает свежих овощей. В ряде пустынных и засушливых местностей нет хорошей воды или ее недостаточно. В последние годы я занимался главным образом развитием гидропоники в таких местностях. В наши дни тысячи людей во всем мире проявляют интерес к полупромышленной гидропонике, в частности гидропонным способом многие выращивают гвоздику.

В области гидропоники экспериментируют многие фермеры, владельцы питомников и мелкие землевладельцы, не имеющие соответствующих научных знаний, поэтому важно дать им необходимые сведения в возможно более простой и доходчивой форме. В данной книге нельзя, конечно, обойтись без технических рекомендаций, но я пытался по возможности упростить их. Я довольно подробно описываю гидропонные устройства, созданные в различных странах, чтобы возможно шире осветить развитие этого нового метода. Несомненно, лет через 50 очень много овощей и цветов будут выращивать гидропонным способом.

Идея беспочвенной культуры растений отнюдь не нова. Физиологи растений уже свыше 100 лет используют питательные растворы при лабораторных исследованиях. Американцы первые увидели возможности промышленной гидропоники. Эллис и Суоней в 1938 г., Тирнер и Генри в 1939 г., д-ра Герике и Лори в 1940 г. начали исследовательские работы в этой области.

Большой интерес широкого круга читателей вызвала книга Герике «Полное руководство по садоводству без почвы». Хотя со времени опубликования книги Герике прошло 20 лет, она не потеряла своего значения и содержит очень ценную информацию для тех, кто намерен заняться промышленной гидропоникой.

Мне удалось полностью доказать, что ряд очень ценных культур экономически выгодно выращивать без почвы. Все же бессмысленно строить гидропонные сооружения из бетона на почве, пригодной для обычного возделывания растений.

В печати появились тысячи статей о гидропонике и ее возможностях. Многие из этих прогнозов носят гипотетический характер и основаны на результатах небольших экспериментов. Так, один автор вырастил высокий урожай картофеля на грядке площадью  $1,2 \times 3,2$  м. Затем он пересчитал полученный результат на акр. На самом деле вряд ли можно вырастить на одном акре урожай, полученный им путем пересчета.

При чтении лекций меня всегда спрашивают: «Можно ли гидропонным способом получать более дешевую продукцию, чем при обычном земледелии?» Прежде чем ответить на этот важный вопрос, нужно рассмотреть целый ряд важных факторов. При выращивании растений в почве урожай может быть уничтожен за одну ночь градом. Сильные ливни, характерные для многих тропических районов, а также засуха приводят к тем же результатам. В гидропонике все эти факторы находятся под контролем. Однако создание промышленного гидропонного хозяйства обходится очень дорого.

За последние 20 лет я побывал во многих частях земного шара и видел все крупные гидропонные хозяйства. Я собирал сведения об этих хозяйствах, интересовался их экономикой, выращиваемыми урожаями, рынками сбыта. Гидропонное хозяйство требует не меньше, а, пожалуй, даже больше внимания, чем обычное почвенное хозяйство. Кроме того, для работников гидропонного хозяйства нужны знания в области химии.

Одним из важных событий последних лет явилось создание Международной рабочей группы по беспочвенным культурам. Примечательно, что ведущие садоводы мира признали за гидропоникой право на место в программе сельского хозяйства и в научных исследованиях.

Независимо от того, выращивают ли растения в почве или гидропонным способом, они должны иметь в своем распоряжении влагу, свет, воздух и элементы питания. В гидропонике можно создать оптимальные условия для растений и получать продукты более высокого качества, чем при выращивании растений на почве.

# ПЕРВАЯ ЧАСТЬ

---

## РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ГИДРОПОНИКИ

**Система Герике.** Система д-ра Герике основана на водной культуре, которую он назвал гидропоникой. Слово «гидропоника» в переводе с греческого означает «работа с водой». Водонепроницаемый поддон наполняют питательным раствором. Над поддоном устраивают грядку из древесных стружек или опилок, в которые и высаживают растения. Между нижней поверхностью грядки и питательным раствором поддона должно оставаться свободное пространство. Некоторые преимущества, приписываемые системе Герике, не проявились на практике. Все же данную систему можно успешно использовать для проведения опытов. Кроме того, она оказала влияние на развитие современной гидропоники.

**Гравийная культура.** Следующим шагом в развитии гидропоники явилась гравийная культура. В качестве среды для корней применялись всевозможные инертные материалы, такие, как гравий, мраморная крошка, галька, гранитная крошка, пемза, шлак, керамзит и т. п. Обычно из бетона устраивали лотки глубиной 23—30 см и заполняли их инертным материалом. Питательный раствор поступал в материал снизу.

**Песчаная культура.** Вслед за гравийной культурой получила развитие песчаная культура, которая подразделялась на два метода. При первом методе просеянный песок орошали питательным раствором снизу. При втором методе по поверхности песка рассевали питательные смеси, которые растворялись при поливе. Вытекающая из песка вода не использовалась.

**Вермикулитовая культура.** Я интересуюсь гидропоникой уже свыше 20 лет. Находясь на военной службе на Среднем Востоке во время второй мировой войны, я начал экспериментировать с песком пустынь в качестве среды для корней. Несколько лет назад я поселился в Южной Африке. Здесь мне стали ясны возможности использования вермикулита, как корневой среды. По-видимому, Южная Африка занимает одно из первых мест в мире по запасам вермикулита. Климатические условия Африки не позволяют успешно применять песок и гравий для гидропоники, так как они плоходерживают влагу. Вермикулит обладает

термоизоляционными свойствами и высокой влагоемкостью, что делает его пригодным для успешного развития гидропоники в тропиках и субтропиках африканского континента.

Вермикулит впитывает воду, как губка. Вес удерживаемой им воды во много раз превышает его собственный вес. В местностях с обильными осадками и высокой относительной влажностью воздуха вермикулит обычно содержит настолько много влаги, что к корням не поступает достаточное количество воздуха. Он также очень легок, и невыгодно перевозить обожженный вермикулит на расстояние, превышающее 160 км. Большинство мировых индустриальных центров имеет установки для обжига вермикулита. Однако во многих районах есть хороший гравий и песок, поэтому бессмысленно возить дорогостоящий вермикулит за тысячи километров. Новую передвижную печь для обжига вермикулита, помещающуюся в одном контейнере, особенно выгодно применять в пустынных районах. Такая печь перерабатывает до тонны вермикулита в день.

**Стоимость промышленного гидропоникума.** Создание промышленного гидропоникума обходится, конечно, очень дорого. Однако следует помнить, что с единицы площади гидропоникума можно получить в 20 раз больше продукции, чем с единицы площади обычной сельскохозяйственной земли. Предположим, мы решили организовать хозяйство на совершенно неосвоенном участке, где нет ничего, кроме голой земли. Нам нужно купить грузовую автомашину, тракторы, машины для обработки почвы, плуги, бороны, сеялки, молотилки, возможно, рабочий скот; нужно построить фермские помещения, конюшни, сараи для хранения машин и т. п. При подсчете может оказаться, что на организацию фермы потребуется столько же средств, сколько на устройство гидропоникума, а может быть и больше. Между тем, гидропоникум будет служить в течение всей жизни построившего его человека. Эксплуатационные расходы будут состоять из затрат на смену питательных растворов, семенной материал, на оплату труда, ремонт насосов.

При обычной культуре растения страдают то от засухи, то от избытка влаги. При гидропонном возделывании культур избыточные осадки не страшны, так как после насыщения корневого субстрата лишняя влага вытекает из гряд по дренажной системе. Гидропоника не знает сорняков и позволяет значительно легче регулировать рост растений, чем почвенная культура.

## **СРАВНЕНИЕ ГИДРОПОННОЙ И ПОЧВЕННОЙ КУЛЬТУР**

Я уверен, что гидропоника займет должное место в сельском хозяйстве будущего. Она будет широко использована для выращивания некоторых культур с меньшими затратами, чем при обычной агротехнике.

При этом значительно повысится качество урожая. Продукция будет более выравненная и свободная от болезнетворных микроорганизмов. Некоторые культуры нецелесообразно возделывать гидропонным способом по экономическим соображениям. Теоретически же любые растения можно выращивать в гидропониках. При наличии 1—2 гидропонных грядок семья может получать овощи и цветы, стоимость которых не превысит розничные цены на эти товары на рынке.

В данной книге при ссылке на урожай с гектара имеется в виду гектар общей площади под гидропониками. Это сделано для удобства сравнения с урожаями полевых культур. В 1 га гидропонного хозяйства полезная площадь обычно не превышает 0,5 га, так как между грядками приходится оставлять довольно широкие проходы. Кроме того, часть площади занимают насосные будки, склады, лаборатории и другие постройки.

Ниже рассмотрены преимущества и недостатки гидропонного способа выращивания растений.

## Преимущества

1. *Земля.* Для устройства гидропоников можно использовать совершенно непригодную для обычного выращивания растений землю. Необходима лишь вода.

2. *Вода.* Если в качестве корневой среды служит вермикулит, то расход воды сокращается в 20 раз по сравнению с расходом воды полевыми растениями. При беспочвенной культуре часто можно использовать воду, совершенно непригодную для растений, произрастающих на почве. Очищать плохую воду для полевых культур невыгодно, так как она просачивается в почву и теряется. В гидропониках исключены эрозия и вымывание растений сильными ливнями, потому что весь избыток воды стекает из поддонов через дренажную систему. При использовании корневых субстратов, не обладающих влагоемкостью, уровень воды в поддонах зависит от размеров частиц субстратов. Даже при заполнении поддонов субстратами, не абсорбирующими воду, расход воды составляет восьмую часть расхода теми же культурами в полевых условиях.

3. *Уход за растениями.* В гидропонных грядках не бывает сорняков, кротов, нематод. С озимой совокой легко бороться затоплением. Отпадают затраты труда на полив, внесение удобрений, известкование, борьбу с сорняками и т. п.

4. *Механизация.* Не нужно никаких сельскохозяйственных орудий и машин, за исключением насосов для подачи питательных растворов.

5. *Рабочая сила.* Недостаток рабочих рук в сельском хозяйстве проявляется все сильнее. Два человека под руководством специалиста могут