

Вахмистров Д.Б.

Растения без почвы

Знай и умей

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-053.2
ББК 74.27
В22

В22 **Вахмистров Д.Б.**
Растения без почвы: Знай и умеи / Вахмистров Д.Б. – М.: Книга по Требованию,
2013. – 112 с.

ISBN 978-5-458-26957-5

Дорогие ребята, эта книга расскажет вам о гидропонике - новом методе выращивания растений без почвы. Она научит вас получать овощи и витаминные корма для животных, выращивая растения в растворе, песке, гравии и даже в воздухе; научит, как сделать самим простейшее оборудование для этого.

ISBN 978-5-458-26957-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

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, клякс, 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 первоизданном 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.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint



Гидропоника

ОПЫТ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНОГО ГОЛЛАНДЦА

Люди издавна привыкли к тому, что растения растут в почве. Чем темнее почва, тем она плодороднее, тем лучше и быстрее растут на ней растения. Каждый знает, что наши кубанские или украинские черноземы самые плодородные в мире. А на светлой подзолистой или песчаной почве растения обычно получают хилыми.

Темный цвет почве придает органическое вещество — гумус. Гумус образуется при разложении растительных остатков: отмерших корней, опавших листьев... Поэтому с глубокой древности люди думали, что растения питаются почвой, ее органическим веществом.

Но нашелся человек, решивший проверить эту, казалось бы, бесспорную истину. Это был голландец Ван-Гельмонт, живший более трехсот лет назад. Он поставил опыт, но, к сожалению, не смог сделать правильные выводы.

Ван-Гельмонт посадил ветку ивы весом 2 килограмма в кадку с сухой землей весом 91 килограмм и поливал ее дождевой водой. Ветка укоренилась, прошло пять лет, растение прибавило в весе 74 килограмма, а вес почвы уменьшился только на 62 грамма. Значит, заключил Ван-Гельмонт, основной «строительный материал» растения берут не из почвы. Тогда откуда же? И он решил, что главная пища растений — вода.

В самом деле все растения больше чем наполовину состоят из воды. Но ведь, кроме воды, они содержат и многие другие вещества. Мы с вами можем легко убедиться в этом.

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ РАСТЕНИЕ

Взвесим какое-нибудь растение, например подсолнечник. Для этого его нужно выкопать вместе с комом земли. Землю осторожно отряхнуть с корней, корни тщательно отмыть, а потом осушить фильтровальной бумагой или ватой. Предположим, растение весит 100 граммов.

Теперь высушим его на солнце. Чтобы растение высохло быстрее, отрежем ножницами листья, а стебель разрежем на несколько частей и расщепим вдоль острым ножом.

Когда кусочки стебля станут хрупкими, можно считать, что растение потеряло всю свою воду.

Взвесим высушенное растение. Теперь его вес не более 10—15 граммов. Значит, на 100 граммов веса приходится 85—90 граммов воды. Растение почти «жидкое»! Однако его листья и особенно стебли упруги и довольно тверды. Как же это может быть? Как «жидкое» растение может сохранять свою форму?

Ничего удивительного в этом нет. Вам, конечно, известны полиэтиленовые мешочки, в которых можно хранить жидкости. Если наполнить такой мешочек водой и крепко завязать его, он хорошо сохраняет свою форму, становится упругим и крепким. Из подобных мешочков-клеток и состоит любое растение. Каждая клетка — это микроскопическая капелька воды, плотно «упакованная» в тонкую оболочку из органических веществ. Эти органические вещества и остались после высушивания нашего растения.

Но только ли органические? Давайте высыплем оставшиеся 10—15 граммов сухого вещества на чистую сковороду и прокалим его на сильном огне (делать это нужно на открытом воздухе). Если время от времени осторожно раздавливать и перемешивать комочки обуглившегося вещества, то через некоторое время на сковороде останется только небольшой налет сероватой золы. Золы очень мало, и нужны точные химические весы, чтобы ее взвесить. Вес золы 0,5—1 грамм, всего 0,5—1 процент от веса целого растения.

Химики уже давно узнали, что зола состоит из минеральных солей фосфорной кислоты, калия, кальция, магния и других элементов. Нужны ли эти соли расте-

нию? Ведь они составляют ничтожную часть его веса. Может быть, минеральные соли — это случайная примесь, которую корни засасывают из почвы вместе с водой?

Где-то в земле пробираются между комочками почвы медленно растущие корни. По дороге они «слизывают» с этих комочков невидимые капли воды, впитывают их и отправляют от одной клетки к другой вверх по стеблю. Гибкий стебель поднимает к солнцу тонкие зеленые пластинки листьев. Листьями, как раскрытыми ладонями, ловит растение солнечные лучи. Вы, наверно, замечали, что если растение освещается только с одной стороны (например, комнатные растения на окне), то его листья поворачиваются в сторону света, тянутся к нему. Свет необходим листьям так же, как любому заводу топливо. На заводах тепловая энергия, получаемая при сжигании топлива, превращается в механическую энергию движения станков и машин. В листьях же световая энергия солнечных лучей поглощается особым зеленым веществом — хлорофиллом и превращается в химическую энергию. Эта химическая энергия и тратится на «производственный процесс» листа — фотосинтез. Ведь лист растения — это тоже завод. В его цехах-клетках из простых молекул углекислого газа и воды изготавливаются сложнейшие молекулы органических веществ: углеводов, жиров, белков. Каждая из этих молекул — длинная цепочка атомов углерода, к которым присоединяются атомы водорода, кислорода и некоторых других элементов. Цепочки свертываются в кольца, ветвятся, переплетаются между собой, образуя основу клетки — прочную ткань протоплазмы.

Если бы растение строило свои клетки только из протоплазмы, ему понадобилось бы очень много строительного материала. Но природа нашла более экономный путь: она наполнила клетку водой. Ведь вода в готовом виде доставляется корнями. А для того чтобы клетка стала прочной, капля воды одета тонким слоем органических веществ — протоплазмой.

Так из воды и органических веществ растение создает клетки — жидкие, но прочные «кирпичи», из которых складываются все части растения — от корня до листьев и цветов.

ОДИН ПРОЦЕНТ, БЕЗ КОТОРОГО НЕВОЗМОЖНА ЖИЗНЬ

Как мы уже убедились, вода и органические вещества составляют 99 процентов от веса растения. Значит, на долю солей приходится всего 1 процент. А не могут ли растения обойтись совсем без солей?

Попробуем насыпать в цветочные горшки белого речного песка, как следует отмытого от ила, и посеять в них семена мака, пшеницы и фасоли. Поставим горшки на свет и будем каждый день поливать появившиеся всходы.

Воздуха и воды растениям достаточно. Но проростки мака погибнут, едва появившись. Всходы пшеницы и фасоли в первые дни выглядят хорошо: они зеленые, свежие и растут прямо на глазах. Но пройдет 5—6 дней, и листья пшеницы начнут желтеть, кончики их засохнут и побуреют, а еще через несколько дней проростки погибнут. Всходы фасоли будут жить дольше, но недели через две погибнут и они. Значит, минеральные соли, как ни мало их содержится в растении, все-таки необходимы для его жизни.

В семенах есть небольшой запас солей, и, чем крупнее семя, тем больше солей оно содержит, тем дольше росток может жить на этом запасе. Семена мака величиной с булавочную головку, и запасом солей они обеспечивают всходы только день-два. В крупных же семенах фасоли солей хватает на 2—3 недели. Но кончится этот запас, и молодые растения погибнут, если появившийся корешок не встретит на своем пути питательных солей.

ИСКУССТВЕННАЯ ПОЧВА

О пользе золы для растений люди знали уже много веков назад. Когда-то большая часть древней Руси была покрыта лесами (само слово «древность» происходит от старославянского «древо» — дерево). В те времена крестьяне выкорчевывали участок леса, стволы и сучья сжигали, а золу запахивали в землю. Следовательно, они не только отвоевывали у леса участок под пашню, но и удобряли его. А когда через несколько лет почва истощалась, выжигали новый участок.

Попробуем и мы добавить немного золы в наши гор-

шки с песком. Проходит день за днем, и в горшках, куда мы внесли немного золы, не только фасоль, но и пшеница и даже мак весело зеленеют и разворачивают новые листочки. Но через некоторое время растения начинают желтеть и в конце концов засыхают. Оказывается, не все соли золы растворяются в воде. А главное, в золе нет азота — одного из важнейших элементов минерального питания. Он улетучивается при сжигании.

Ученые много поработали, прежде чем вырастили растения без почвы от всходов до созревания (или, как говорят, «от семени до семени»).

Прежде всего ученым следовало установить, какие соли и в каком количестве нужны растениям. Впервые это выяснил немецкий агрохимик Кноп около ста лет назад. Пытаясь вырастить пшеницу на воде, он добавлял к ней то одну, то другую соль, то различные смеси солей. После долгих поисков и неудач он наконец нашел рецепт первой искусственной почвы.

Азотнокислый кальций	1	г/л
Азотнокислый калий	0,25	»
Фосфорнокислый калий	0,25	»
Хлористый калий	0,25	»
Сернокислый магний	0,25	»
Хлористое железо	0,01	»

Этот раствор содержит все необходимые растениям питательные элементы: азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу и железо. Поэтому высаженные на него проростки пшеницы дали нормальные растения, которые заколосились и принесли полноценное, зрелое зерно.

В честь создателя раствор был назван питательной смесью Кнопа. Этот раствор К. А. Тимирязев использовал для показа водной культуры растений на Нижегородской ярмарке.

ГУЛЛИВЕР И ХИМИЯ

Вы все, конечно, читали в детстве книжку о путешествиях Гулливера. И если вы читали ее внимательно, то, наверно, заметили, что ее автор, английский писатель

и философ Джонатан Свифт, вложил в нее много серьезных мыслей о судьбах человеческого общества. Например, в одной из своих бесед не по росту мудрый король лилипутов говорит Гулливеру:

— Тот, кто сумел бы вырастить два колоса там, где раньше рос один, две былинки травы, где росла одна, заслужил бы благодарность всего человечества.

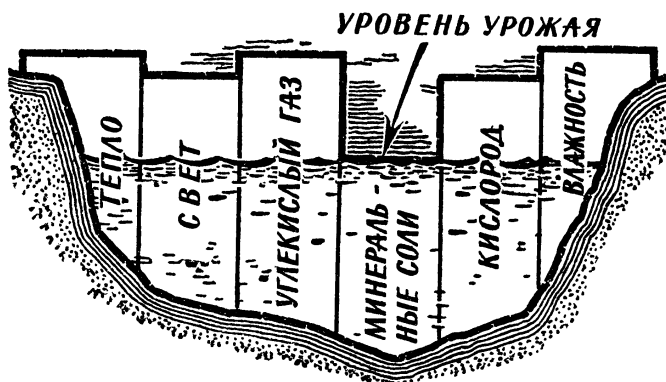
Теперь мы знаем, что урожай на любом поле можно не только удвоить, но и утроить. Эту возможность дает нам современная химия. Но во времена Свифта, в XVIII веке, люди еще не умели вмешиваться в жизнь природы.

Что нужно для того, чтобы растение дало ранний и высокий урожай? Конечно, создать наилучшие (или, как говорят, оптимальные) условия для его роста и развития. Главные из них: свет и содержание углекислого газа в воздухе, вода, кислород и питательные соли в почве. Оптимальную освещенность создать нетрудно. Хотя еще не изобретен реостат, которым можно было бы регулировать яркость солнца, но это и не нужно. Достаточно высеять семена на таком расстоянии, чтобы ни один луч света не пропал даром и при этом растения не слишком затеняли друг друга. Об углекислом газе можно не заботиться: в атмосфере всегда содержится около 0,03 процента CO_2 , как раз столько, сколько нужно для фотосинтеза. Правда, растения непрерывно поглощают его, но эта убыль автоматически пополняется за счет дыхания почвенных микроорганизмов. Ведь этих ничтожно малых существ на 1 гектаре содержится тысячи килограммов! Кроме того, приземный слой воздуха удобряется углекислотой при внесении в почву навоза.

Значительно труднее создать оптимальные условия для корневой системы. Почву рыхлят, чтобы обогатить ее воздухом, проводят снегозадержание, а иногда и орошение полей для снабжения растений влагой.

Все эти приемы известны давно. Они, конечно, повышают урожай, но вырастить два и три колоса там, где раньше рос один, удвоить и утроить урожай с их помощью нельзя.

Представьте себе плотину, состоящую из бетонных щитов. Уровень воды в водохранилище — это урожай. Бетонные щиты — факторы внешней среды. Уровень



воды в водохранилище определяется высотой плотины. Что будет с урожаем, если мы улучшим какой-нибудь один фактор среды, например освещенность, то есть увеличим высоту одного из щитов? Только, прежде чем ответить, подумайте хорошенько. Верно, урожай останется тем же самым. А если увеличим высоту двух щитов? Трех? Четырех? Понятно, что уровень воды от этого тоже не повысится. Он не повысится даже в том случае, если мы наростим все щиты, кроме одного: вода будет уходить через этот, самый низкий, щит. О таком факторе внешней среды говорят, что он лимитирует, ограничивает урожай.

В природе никогда не бывает, чтобы растения были одинаково обеспечены всем необходимым. Обычно одни условия находятся в избытке, другие — в недостатке. Так вот, если мы создали растениям наилучшие условия освещения, влажности и аэрации почвы, установили достаточную концентрацию CO_2 в воздухе, выпололи все сорняки — словом, позаботились обо всех щитах нашей плотины, кроме одного — содержания в почве элементов минерального питания, — урожай будет поддерживаться на каком-то определенном уровне. И если мы будем дальше улучшать любое из условий — освещенность, влажность или аэрацию, — урожай не сможет подняться выше этого уровня. Больше того, год от года он будет снижаться. Ведь вместе с урожаем мы ежегодно выносим с поля минеральные соли,

Знаете ли вы, что одно растение пшеницы за лето поглощает из почвы 1,98 миллиграмма азота, 0,31 миллиграмма фосфора и 1,03 миллиграмма калия? Не так уж много, правда? Тем более, что часть этих веществ вместе с корнями остается в почве. Но на каждом гектаре растет 50 миллионов растений пшеницы. Поэтому с урожаем (в зерне и соломе) мы ежегодно вывозим с гектара 99 килограммов азота, 15 килограммов фосфора и 51 килограмм калия. Если пересчитать на соли (например, на натриевую селитру, хлористый калий и суперфосфат), то получится, что почва теряет ежегодно 1370 килограммов питательных солей с каждого гектара. А это уже внушительная цифра.

Правда, потери отчасти возобновляются. В этом нам помогают наши друзья — микроорганизмы. Одни из них, силикатные бактерии, разрушают глинные минералы, освобождая для растений калий. Другие, клубеньковые бактерии, живущие на корнях бобовых растений, связывают свободный азот воздуха (N_2) в доступные растению формы (нитраты и аммиак). Поэтому после бобовых культур (клевера, люцерны, бобов, гороха) почва бывает богаче азотом, даже если ее не удобрять азотом. Ту же задачу выполняют и другие виды бактерий, так называемые свободно живущие азотофиксаторы. Они связывают (фиксируют) азот воздуха без помощи бобовых растений, питаясь мертвыми растительными остатками.

К тому же люди издавна научились возвращать на поле по крайней мере часть выносимых с него питательных веществ, удобряя почву навозом.

Но растениям нужны не просто питательные соли, а определенные соотношения их. Например, пшеница на 100 частей азота поглощает 15 частей фосфора и 51 часть калия. А в навозе на каждые 100 частей азота приходится 20 частей фосфора и 95 частей калия. Поэтому при внесении в почву только органических удобрений соотношения между питательными солями могут быть нарушены. Часть щитов в нашей плотине опять окажется ниже остальных.

Вот почему управлять урожаем — не только поддерживать его на определенном уровне, но и повышать по своему усмотрению — человек научился только с помощью искусственных минеральных удобрений. Но для это-

го нужно было прежде всего знать, чем и как питаются растения. Вот тут-то и пригодился агрохимикам метод беспочвенного выращивания растений.

ОТКРЫТИЕ СЕДЬМОГО КОНТИНЕНТА

— А почему этого нельзя узнать в поле? — спросите вы.— Ведь можно сделать химический анализ растения, выращенного в почве, и узнать, какие соли оно содержит.

Но оказалось, что это не так просто. Сделать анализ растения, конечно, можно, но как узнать, все ли соли, которые оно содержит, необходимы для его жизни? У нас в Средней Азии много засоленных почв. В этих почвах содержится хлористый натрий — обычная поваренная соль. Натрий большинству сельскохозяйственных растений не нужен, даже вреден, если его много. Но растения все равно поглощают его, засасывая вместе с водой.

Злаки — пшеница, рожь, овес,— где бы ни росли, всегда содержат довольно много кремния. Но если выращивать пшеницу на питательном растворе без кремния, она будет отлично развиваться и даст полноценное зерно. Следовательно, кремний не нужен растениям в таком большом количестве. Поглощают они этот элемент просто потому, что его много в почве.

Значит, если мы хотим узнать, нужен или нет тот или иной элемент растению, мы должны вырастить это растение в среде, не содержащей этого элемента.

В почве всегда имеются самые разные соли — и нужные и ненужные растениям. Следовательно, для такого опыта почва не подходит. Опыт следует ставить в совершенно бесплодной среде, например в песке или на воде. В такую среду можно внести смесь любых минеральных солей и включить или не включить в нее изучаемый элемент.

Перед нами ряд одинаковых стеклянных банок — вегетационных сосудов. В них на растворах питательных солей выращивают кукурузу. Почему же так по-разному выглядят растения?

В первом сосуде — полная питательная смесь. Она содержит все необходимые для питания растений элементы: азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу,



1 — кукуруза, выращенная на полной питательной среде; 2 — на питательной среде без железа; 3 — без магния; 4 — без фосфора; 5 — без азота; 6 — без кальция; 7 — без калия; 8 — на дистиллированной воде.

железо. А в остальных сосудах — та же смесь, за исключением какого-нибудь одного элемента минерального питания.

На рисунке вы видите, как выглядит растение, если из раствора исключить какой-нибудь один элемент питания: рост культуры прекратится, и растение в конце концов погибнет. Исключенный элемент нельзя заменить никаким другим. Ведь если в плотине вынуть один из щитов и наращивать другие, водохранилище все равно останется пустым.

Немного позже, когда научитесь выращивать растения без почвы, вы сами сможете поставить такой опыт.

При помощи вегетационного метода агрохимии не только узнали, какие элементы нужны растениям. Они подробно изучили потребности разных сельскохозяйственных культур в питании и научились удовлетворять их. Ученые нашли так называемые критические периоды питания каждой сельскохозяйственной культуры. Они определили, на каком этапе жизни — при прорастании, во время бутонизации, цветения или плодообразования —