

ГИДРОПОННЫЙ МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

- 1. Виды гидропоники**
- 2. Поливная вода и ее качество**
3. Концентрация питательного раствора
4. Состав и приготовление питательных растворов
5. Режим питания и корректировка питательных растворов

1. Виды гидропоники

Выращивание овощных растений на малообъемных субстратах, или малообъемная гидропоника (когда на одно растение приходится 5–15 л субстрата).

Гидропонный метод:

- оптимизация режима минерального питания; получение высоких урожаев; автоматизация процессов полива и подкормок; контроль корневых инфекций.

Субстраты:

(верховой торф), минеральные субстраты (минеральная вата, перлит, вермикулит и др.). Сущность этого метода состоит в том, что растения выращивают на растворах минеральных удобрений с использованием инертных минеральных субстратов, органических заменителей почвы или без них (водная культура, аэропоника).

Новая энергосберегающая технология –
выращивание тепличных овощей на торфяных и
минераловатных субстратах.

**Преимущества, по сравнению с почвенной
культурой:**

– возможность более точного и быстрого
регулирования параметров корнеобитаемой среды
(концентрации, кислотности питательного раствора,
содержание элементов питания, влажность,
температуры и т. д.) за счет малого ее объема и
применения микропроцессорной техники, что
обеспечивает существенное повышение урожайности
(этот фактор сыграл определяющую роль в
распространении данной технологии за рубежом);
улучшение качества производимой продукции;

– более рациональное использование тепловой энергии за счет применения подсубстратного обогрева и сокращения затрат энергии на пропаривание; исключение необходимости в подготовке и завоза почвенных грунтов, внесения органических удобрений и рыхлящих материалов, а также обработки грунтов в теплицах (вспашка, фрезерование); уменьшение в 15–30 раз количества субстрата – торфяного, минераловатного (в зависимости от культуры);

- существенная экономия воды за счет применения капельного полива и экономия энергии на испарение благодаря покрытию поверхности грунта и субстрата пленкой;
- экономия минеральных удобрений (до 40 %);
- сокращение расхода пестицидов на основную дезинфекцию теплиц, улучшение фитосанитарных условий;
- увеличение возможности стандартизации субстратов;
- снижение капитальных вложений при строительстве и реконструкции теплиц;
- повышение производительности труда, организационно-технологического уровня производства.

Недостатки:

быстрое распространение корневой инфекции в случае заражения раствора, более высокий расход минеральных удобрений на единицу площади, чем при почвенной культуре, высокая требовательность к уровню подготовки кадров, обслуживающего персонала и техническому обеспечению.

Виды гидропонных систем:

агрегатопоника – выращивание растений на твердых субстратах, обладающих небольшой влажностью.

Тепличные хозяйства в качестве субстрата используют минеральную вату (малообъемная гидропоника);

хемопоника – выращивание растений на субстратах растительного происхождения;

ионитопоника – выращивание растений на синтетических ионообменных смолах, насыщенных питательными элементами, которые находятся в поглощенном, но доступном для растений обменном состоянии;

водная культура – выращивание растений на водных питательных растворах, в которые непосредственно погружены корни растений;

аэропоника, или «воздушная культура» – культура растений с размещением корневой системы в воздушном пространстве с периодическим автоматическим опрыскиванием корней питательным раствором.

Агрегатопоника. При выращивании растений на твердых искусственных субстратах корневая система размещается в щебне, гравии или в других заменителях почвы и поглощает питательные элементы из раствора, который подается в субстрат с помощью орошения или подтопления.

Метод капельного орошения применяют

при выращивании томата, огурца, перца, баклажана (малообъемная культура) на минеральной вате.

Объем субстрата в расчете на одно растение зависит от выращиваемой культуры. Для культуры огурца минимальный объем субстрата должен быть не менее 10 л на растение, для томата – не менее 5 л.

Минеральная вата (гродан) –

волокнистый материал, получаемый из расплавленного базальта. Выпускается в виде матов, которые сохраняют форму при их намачивании.

Минераловатный субстрат выпускают в виде плит размерами 90×30×7,5 см (для культуры огурца) и 90×15×7,5 см (для культуры томата).

Из зарубежных образцов наибольшее распространение имеет минеральная вата «Гродан», «Агрос» и др.

Питательный раствор в субстрат
подаётся с помощью капельного орошения.

Оборудование состоит:

растворный узел, магистральные и распределительные трубопроводы, фильтры, электромагнитные и регулировочные вентили, поливные оросители, средства контроля и управления.

Растения высаживают в субстрат и подводят капельницу. С помощью компьютера регулируют подачу питательного раствора, продолжительность, количество раствора, кислотность и его концентрацию.



К малообъемной гидропонике относится так называемая контейнерная культура, т. е. культура, при которой субстрат (минеральная вата, перлит, торф или их смеси) засыпают в пленочные мешки или контейнеры, высаживают растения и к ним подводят систему капельного орошения.

Кроме того, применяют ***и бессубстратную*** технологию выращивания томата и огурца – в технологических рукавах, изготовленных из черно-белой пленки, в которые периодически подается питательный раствор.

Хемопоника. Метод близок к культуре растений при выращивании на почвосмесях. В качестве субстрата используют верховой торф со степенью разложения 30%, сфагновый мох, древесную кору, опилки, и др. Продолжительность использования этих материалов в качестве субстрата 1–2 года. Некоторые виды органических материалов требуют предварительной подготовки; измельчение (кора, стружка) и корректировка реакции среды. Минеральное питание осуществляют поверхностным поливом питательного раствора. Хемопоника не требует специального оборудования, и ее можно применять в различных видах защищенного грунта.

Ионитопоника. Метод близкий к агрегатопонике. Субстрат состоит из смеси двух типов синтетических ионообменных смол: катионита и анионита. Катионит – нерастворимый в воде полимер с сильнокислой реакцией, сыпучий, с размером гранул 0,3–0,5 мм, обменивающий свои гидроксилы на ионы минеральных солей (K, Ca, Mg). Анионит, полимер с размером гранул 0,3–1,5 мм, обменивает свои ионы на SO_4 , NO_3 , H_2PO_4 и др.

Водная культура. Метод не нашел широкого практического применения из-за трудностей аэрации питательного раствора. Вместе с тем, появились более приемлемые для промышленного выращивания овощных культур модификации водной культуры, например, проточная.

Аэропоника. Корневая система растений развивается в условиях воздушной среды, где через каждые 12–15 мин на протяжении 5–7 с корни опрыскивают питательным раствором. Корни при этом обеспечиваются кислородом воздуха, а для предотвращения подсыхания их необходимо вовремя смачивать питательным раствором.

Выбор и подготовка субстрата.

Прежде чем приступить к выращиванию овощей способом малообъемной гидропоники, необходимо выбрать субстрат (среду), в котором будут выращиваться растения. Почва, как среда для развития растений, может быть заменена различными материалами, которые должны отвечать следующим требованиям:

- 1) Не выделять токсичные вещества;
- 2) Не нарушать питательный режим и сильно не изменять реакцию питательного раствора;
- 3) Обладать высокой пористостью, которая определяет достаточную аэрированность, и иметь хорошую водоудерживающую способность;
- 4) Обладать высокой поглотительной способностью и хорошей теплоемкостью;
- 5) Не содержать семян сорняков и патогенных организмов;
- 6.) Иметь низкую объемную массу;
- 7) Субстрат должен, по возможности, не засоляться и легко промываться от избытка солей.

ПОЛИВНАЯ ВОДА.
ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ ДЛЯ
КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА,
МЕТОДИКА КОРРЕКТИРОВКИ
ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ВОДЫ

Используемая поливная вода имеет определенный химический состав, что следует учитывать еще на стадии проектирования систем капельного полива.

Различная по происхождению вода представляет собой сложный раствор, содержащий все известные химические элементы в виде простых и сложных ионов, комплексных соединений, растворенных или газообразных молекул, стабильных и радиоактивных изотопов.

Сложность состава определяется присутствием большого числа химических элементов, различным содержанием и разнообразием форм каждого из них.

В воде отмечается 6 основных групп химических компонентов:

- 1) главные ионы (макроэлементы) K^+ Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} HCO_3^- , CO_3^{2-} ;
- 2) растворенные газы - кислород, азот, сероводород, углекислота;
- 3) биогенные вещества — соединения N, P, Fe, Si;
- 4) органические вещества — органические кислоты, сложные эфиры, фенолы, гумусовые вещества;
- 5) микроэлементы;
- 6) загрязняющие вещества.

Суммарное содержание минеральных веществ называется **минерализацией** воды, которая выражается в мг/ дм³, г/дм³, г/кг, ‰ (промилле).

По степени минерализации вода бывает пресной (1‰), солоноватой (1-25 ‰), соленой (25-50‰), очень соленой (более 50‰). Для капельного орошения лучше использовать воду с содержанием минеральных веществ **0,5—1 ‰.**

Повышенное поступление солей с поливной водой приводит к засолению субстратов, что отрицательно сказывается на продуктивности растений. Томаты более солеустойчивы, чем огурцы, но на засоленных субстратах сильнее поражаются вершинной гнилью. Следует отметить, что лишенная солей вода также вредна, поскольку понижает осмотическое давление внутри клетки.

Вода является слабым электролитом, а большинство растворенных в ней солей представлено в ионной форме, общее содержание солей в воде можно определить по электропроводности. При этом существует следующая градация качества воды (мСм/см): *0,75 — хорошая, 0,75-1,50 — пригодная для полива, 1,5-2,5 — мало пригодная (высокое содержание солей), больше 2,25 - не пригодная вода (очень высокое содержание солей).*

Следует учитывать, что электрический ток проводят лишь ионные растворы, а молекулярные нет. Мочевина при растворении имеет молекулярную форму и не повышает электропроводность питательного раствора.

При анализе воды результаты могут выражаться в различных единицах:

- * главные ионы при общей минерализации больше 1 г/л выражаются в г/кг или в ‰ (промилле), а при минерализации меньше 1 г/л — в мг/л;
- * растворенные газы — O_2 , N_2 , CO_2 , H_2S , CH_4 — выражаются в мг/л;
- * биогенные вещества — соединения N, P, Si — в мг/л;
микроэлементы — в мг/л.

Часто содержание тех или иных элементов в воде или питательном растворе выражают **в молях, миллимолях, микромолях**. Понятие молярности распространяется на любые виды реальных (молекулы, атомы, ионы, электроны, радикалы) и условных частиц.

**Единицей молярной концентрации
является моль/л**

**Миллимоль это 0,001 моль; микро-моль —
0,000001 моль.**

**Содержание основных макроэлементов в
воде выражают в миллимолях / литр
(мм/л), микроэлементов — в микромолях /
литр (мкм/л).**

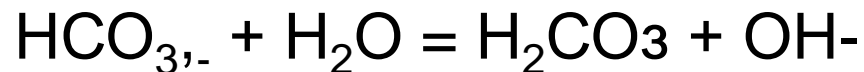
Среди главных ионов воды анион Cl^- — характеризуется повышенной миграционной способностью. Растворимость хлоридов очень высока, однако содержание ионов Cl^- в воде не должно превышать 50 мг/л (1,5 мМ/л), так как более высокая концентрация хлора вызывает повреждения корневой системы растений и продуктивность томатов может снижаться на 15—20 %, а огурцов на 45-65 %.

Ионы SO_4 тоже обладают хорошей подвижностью, но уступают Cl^- . В анаэробной среде сульфатные ионы восстанавливаются до сероводорода, при этом также отмечается гибель корневой системы. Анион SO_4 необходим растениям, но высокое его содержание (больше 4 ммоль/л в виде S препятствует усвоению кальция, так как сульфат-ион и кальций являются антагонистами. Вредное влияние высоких концентраций сульфат-ионов устраняется увеличением уровня кальция в питательном растворе, так как $CaSO_4$ является нерастворимым соединением.

Гидрокарбонатные (HCO_3^-) и карбонатные (CO_3^{2-}) ионы являются важнейшими составными частями природной воды:

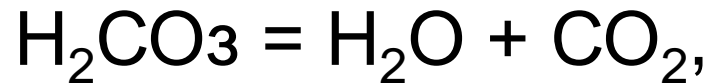


Бикарбонаты, содержащиеся в воде, определяют ее нейтральную или слабощелочную среду для гидролиза:



Распределение в воде CO_2 и HCO_3^- и CO_3^{2-} зависит от величины pH.

При рН меньше 5 концентрация гидрокарбонатных ионов (HCO_3^-) практически равна нулю, так как в кислых водах происходит следующая реакция:



В анаэробных условиях при застаивании воды накапливается CO_2 происходит увеличение кислотности почвенного раствора.

В нейтральных и щелочных водах преобладают гидрокарбонатные (бикарбонатные) ионы. При гидропонном способе выращивания овощных растений вода должна содержать не более 4 мМ/л HCO_3^- (244 мг/л), иначе потребуются большое количество кислот для нейтрализации. Ионы CO_3^{2-} присутствуют в природной воде редко, так как карбонаты Ca и Mg слаборастворимы.

По величине рН вода бывает:
***сильнокислой (<3), кислой (3-5),
слабокислой (5-6,5) нейтральной
(6,5-7,5), слабощелочной (7,5-8,5),
щелочной (8,5 - 9,5),
сильнощелочной (>9,5).***

Среди катионов первое место по распространенности занимает Na^+ , уравнивающий Cl^- . Эти два иона представляют собой подвижное и устойчивое соединение. Na^+ также может соединяться с анионом SO_4^{2-} . Соединений Na^+ и HCO_3^- в воде мало. Вода для капельного полива должна содержать Na^+ не более 35 мг/л (меньше 1,5 мг).

Катион K^+ образует соли — KCl , K_2SO_4 , K_2CO_3 , $KHCO_3$. Но соединений калия в воде мало, так как существует биологическая потребность в этом катионе, т.е. происходит «перехват» его растениями. Катион Ca^+ является самым важным из металлов в живом организме. Ионы кальция доминируют в катионном составе слабоминерализованных вод. С ростом минерализации относительное содержание Ca^+ уменьшается, так как образуются слабо растворимые соли: $CuSO_4$ и $CaCO_3$. В воде Ca^{2+} находится в основном с анионами HCO_3^- , и SO_4^{2-} .

Катион Mg присутствует почти во всех природных водах, но редко доминирует.

Содержание в воде растворимых бикарбонатов, хлоридов, сульфатов Ca^{2+} и Mg^{2+} определяет ее жесткость. Выражается она в градусах: $1^{\circ}=10$ мг CaO в литре воды.

Для капельного полива при малообъемном способе выращивания жесткую воду применять не следует, так как при высоком содержании ионов кальция и магния отмечается подавление поглощения калия.

Содержание кальция и магния в воде должно быть ниже, чем в питательных растворах.

3 класса воды по анионам:

- *гидрокарбонатные; *
сульфатные; * хлоридные.*

3 класса по катионам:

- * *кальциевые; * магниевые; *
натриевые.*

Вода для капельного полива при малообъемном способе выращивания должна **содержать** не более **0,3 мг/л бора (<30 мкМ/л), 1 мг/л (<18 мкМ/л) железа, 0.5 мг л «10 мкМ/л) марганца, 0,5 мг/л (<8 /л) цинка.**

Чтобы приготовить сбалансированный питательный раствор необходимо учитывать качество воды, поэтому перед началом выращивания культуры проводят полный анализ поливной воды и определяют: ЕС; рН; содержание Na, K, Ca, Mg, Cl, SO_4^{2-} , NO, HCO_3 , Fe (суммарное); микроэлементы – Mn, Zn, B, Cu, Mo, Br. От точности анализа зависит количество применяемых кислот и удобрений. Воду для анализа отбирают в чистую бутылку из темного стекла (светлую следует обернуть темной бумагой), так как на свету развитие микроорганизмов может изменить ее рН и состав.

Пробу из открытого водоема следует брать на глубине 25–30 см от поверхности. При отборе пробы из водопровода нужно предварительно слить воду в течении 15 мин.

Проба воды должна срочно доставляться в лабораторию, поскольку при температурах выше 15°С и ниже 0°С может быстро измениться ее химический состав.

Если лаборатории хозяйства не могут выполнить анализ в полном объеме, следует воспользоваться данными станций водоочистки.

Важно учитывать, что химический состав воды может меняться по временам года (особенно это характерно для воды из открытых водоемов), поэтому мы рекомендуем не реже 4 раз в год проводить анализы исходной поливной воды. На основе химического состава воды проводится коррекция питательного раствора. Существует правило, по которому концентрация элементов в поливной воде не должна превышать их содержание в стандартных питательных растворах. Особенно это касается микроэлементов, так как выращивание растений в ограниченном корневом объеме может привести к их накоплению и отравлению растений.

Питательный раствор обязательно корректируется на содержание присутствующих в воде K, Ca, Mg, SO_4^{2-} , NO_3^- . Реакция его доводится до оптимального уровня pH, который для большинства культур составляет 5,5–6,0. Так как вода чаще всего слабощелочная или щелочная для снижения pH используют ортофосфорную (H_3PO_4) или азотную (HNO_3) кислоты.

Количество кислоты рассчитывается по содержанию бикарбонатов (HCO_3). В принципе на 1 мМоль HCO_3 в воде нужен 1 мМоль кислоты.

Однако в нейтрализации участвуют не все бикарбонаты, поэтому для обеспечения буферности раствора оставляют 1 мМоль HCO_3 (61 мг/л). При использовании кислых или физиологически кислых солей оставляют еще 1 мМоль HCO_3 , то есть всего 2 мМоля/л (122 мг/л).

Кислоты и бикарбонаты взаимодействуют в эквивалентных количествах:

$$1 \text{ мМ } \text{HCO}_3^- = 61 \text{ мг/л}$$

$$1 \text{ мМ } \text{H}_3\text{PO}_4 = 98 \text{ мг/л}$$

$$1 \text{ мМ } \text{HNO}_3 = 63 \text{ мг/л}$$



В практике используют разбавленные кислоты и соответственно расходуют их в большем количестве. **Для расчета необходимого количества кислоты можно использовать следующие формулы:**

Для ортофосфорной кислоты:

$$A_1 = a \times 98/61 \times 100/K,$$

где A_1 – количество ортофосфорной кислоты (мг/л),
а - количество нейтрализуемых бикарбонатов (мг/л).

К - концентрация применяемой кислоты (%).

Для азотной кислоты:

$$A_2 = a \times 63/61 \times 100/K,$$

где A_2 – количество азотной кислоты (мг/л), а —
количество нейтрализуемых бикарбонатов (мг/л), К
— концентрация применяемой кислоты (%)

Пример:

Необходимо нейтрализовать 2,4 мМ НСОз- (146 мг/л).

1,5 мМ нейтрализуем ортофосфорной кислотой и 0,9 мМ – азотной.

1,5 мМ/л x 61 = 91,5 мг/л – количество бикарбонатов, которые требуется
нейтрализовать ортофосфорной кислотой;

0,9 мМ/л x 61 = 54,9 мг/л – количество бикарбонатов, которые требуется
нейтрализовать азотной кислотой.

В хозяйстве имеется 65%-ная ортофосфорная кислота и 59%-ная азотная. Рассчитываем их количество по приведенным формулам.

Для H_3PO_4

$$A_1 = 91,5 \times 98/61 \times 100/65 = 226 \text{ мг/л.}$$

Для HNO_3

$$A_2 = 54,9 \times 63/61 \times 100/59 = 96 \text{ мг/л.}$$

Для приготовления, 1000 л маточного раствора, в 100 раз более концентрированного, чем рабочий, нужно взять:

65%-ной ортофосфорной кислоты – $226 \text{ мг} \times 1000 \times 100 = 22,6 \text{ кг}$;

59%-ной азотной кислоты – $96 \text{ мг} \times 1000 \times 100 = 9,6 \text{ кг}$.

Для перевода массы кислот в литры необходимо знать их плотность.

Чтобы легче регулировать pH рабочего раствора крепкие кислоты нужно предварительно разбавлять в 5-10 раз.