

Ассоциация
Особенности новой технологии



Увеличение производства тепличных овощей, повышение их урожайности, улучшение качества продукции и снижение затрат труда в защищенном грунте зависит от применения новых прогрессивных энергосберегающих технологий и создания современной научно-технической базы. Одна из таких технологий – выращивание овощных культур на малообъемных субстратах, или малообъемная гидропоника (на одно растение приходится 5–15 л субстрата).

Основная причина широкого распространения данной технологии — высокая экономическая эффективность, получаемая как за счет повышения урожайности, так и вследствие значительной экономии энергии.

В Дании указанная технология разрабатывалась с целью нахождения стерильной среды. Фомопсис сильно поражал культуры и не уничтожался даже пропариванием. Единственным выходом оказалась замена субстрата – применение минеральной ваты "Гродан" (датской фирмы "Grodania").



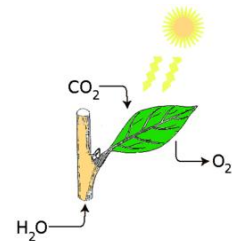
Преимущества:

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

- ▶ *более рациональное использование тепловой энергии за счет применения подсустратного обогрева и сокращения затрат энергии на пропаривание исключение необходимости в подготовке и завозе почвенных грунтов, внесении 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 количества минеральных удобрений (до 40 %);
- сокращение расхода пестицидов на основную дезинфекцию теплиц, улучшение фитосанитарных условий;

- увеличение возможности стандартизации субстрата;*
- снижение капитальных вложений при строительстве и реконструкции теплиц;
- повышение производительности труда, организационно-технологического уровня производства.



Субстраты – органические (верховой торф), минеральные субстраты (минеральная вата, перлит, вермикулит и др.) и синтетические материалы (полимеры).

Для внедрения новой технологии необходимо специальное оборудование — растворные узлы, система капельного полива, высококачественные субстраты (из верхового торфа или минеральной ваты), автоматика на базе ЭВМ, набор полностью растворимых удобрений, хорошо организованное оперативное агрохимическое обслуживание, портативные приборы, квалифицированный обслуживающий персонал.

При создании необходимых условий данная технология может быть высокоэффективной, позволяющей получать с 1 м² до 50 кг томатов и огурцов.

➤ **ОБОРУДОВАНИЕ**

- ▶ ***Состоит :растворного узла, магистральных и распределительных трубопроводов, фильтров, электромагнитных и регулировочных вентилей, поливных оросителей, а также средств контроля и управления.***



















www.t-agrit.ru







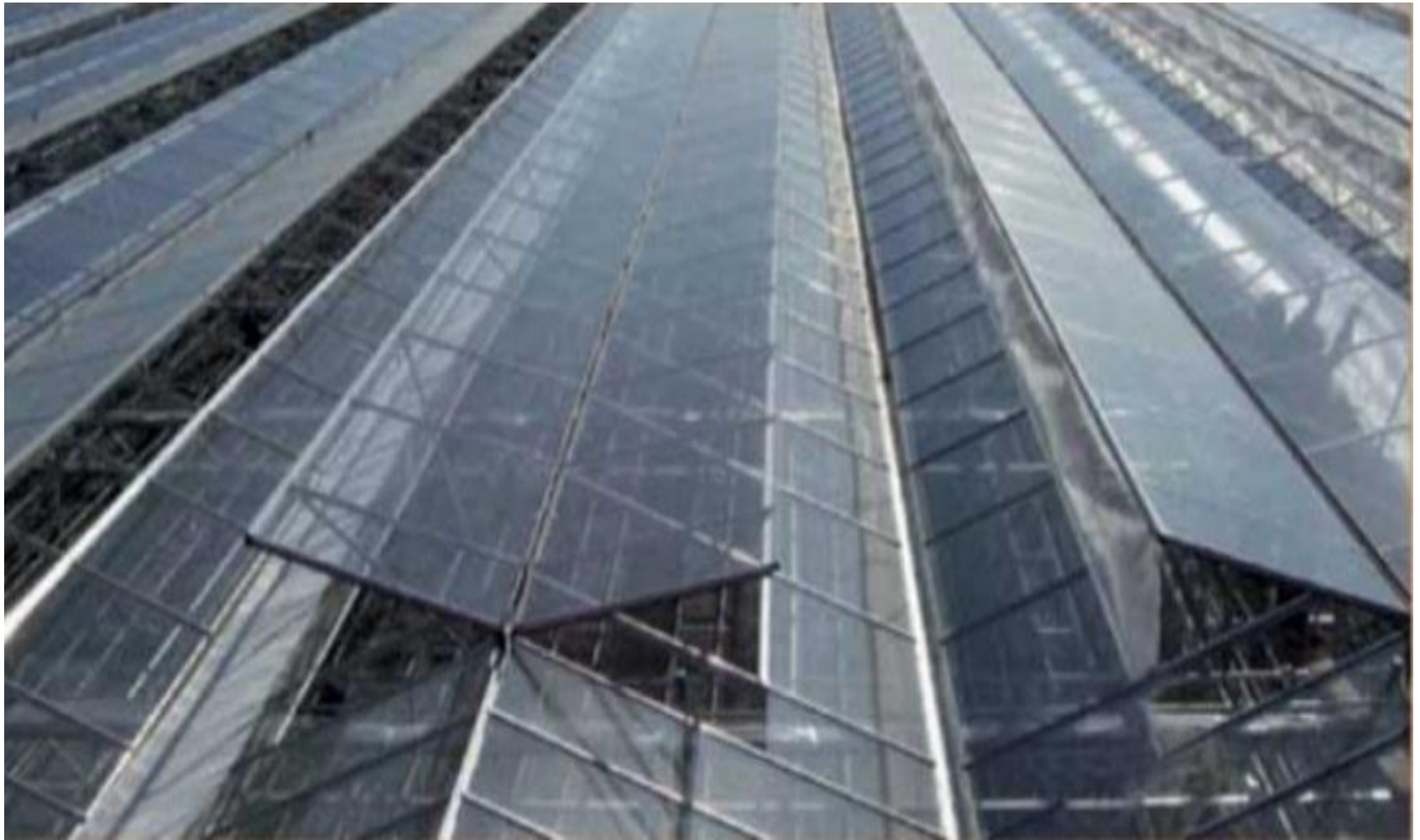














y

3a

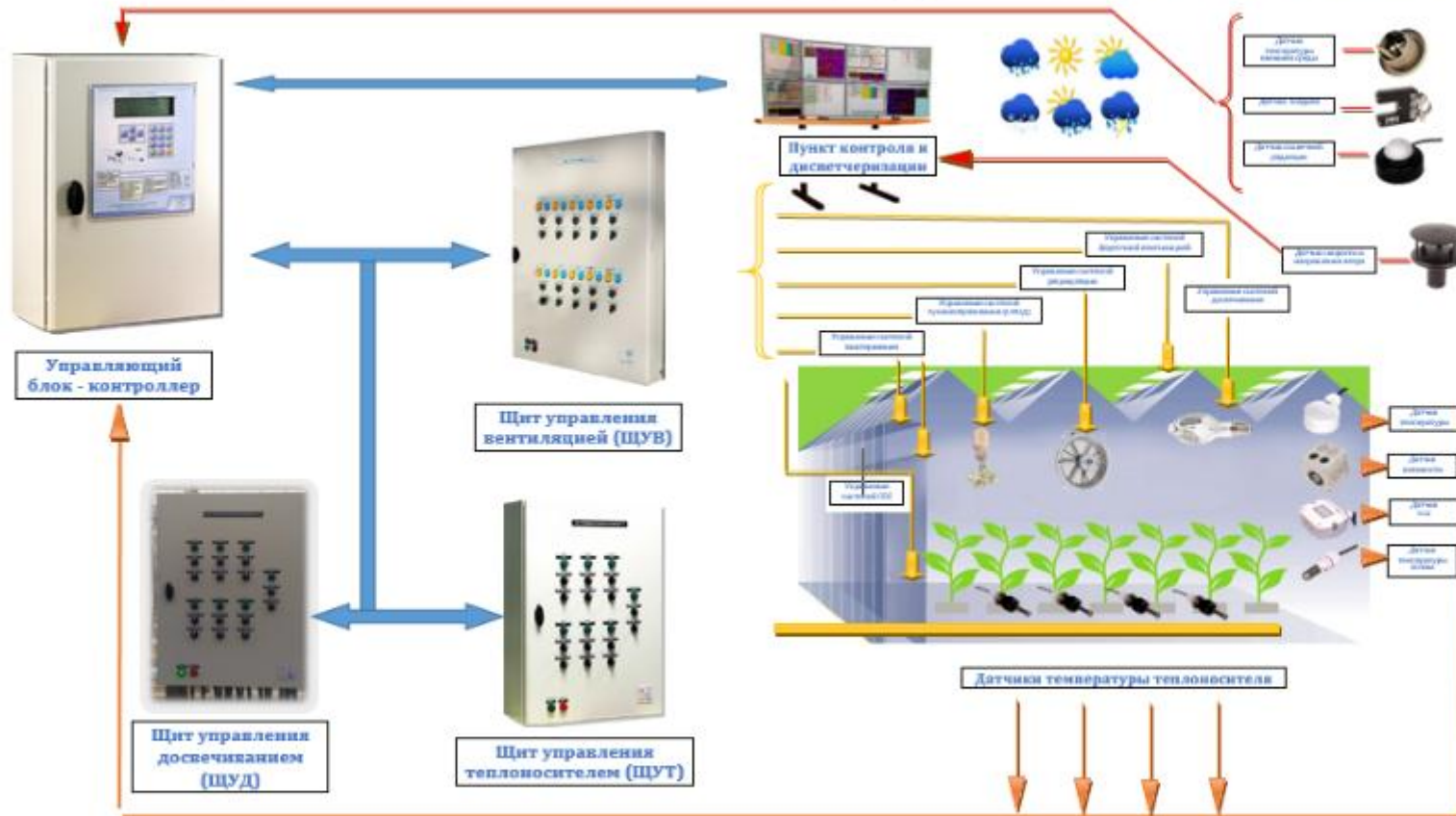
OBC



,

***Управление поливом, приготовлением и
раздачей растворов минеральных удобрений
с заданными уровнями рН, концентрации и
температуры осуществляется в
автоматическом режиме
по временной программе.***

Функциональная схема автоматической системы управления микроклиматом теплицы



ТЕМПЕРАТУРА И ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

Режимы микроклимата, рекомендованные для выращивания овощных культур на почвенных грунтах, распространяются и на малообъемную гидропонику.

Большое значение в управлении процессами роста и плодоношения растений имеет температура **ночью: низкая (17-18°C)** усиливает вегетативный рост огурца, **высокая (20-21°C)** ускоряет налив плодов, поэтому изменением ночных температур можно регулировать рост и развитие растений в зависимости от состояния культуры. С целью экономии энергии температура воздуха ночью может быть существенно снижена (**на 4-5°C**), особенно при выращивании томатов, за счет повышения температуры субстрата, но за час до восхода солнца температуру воздуха следует повысить до **18-20° С**. По данным ученых Болгарии, экономия топлива достигает при этом до **15%**.

- ▶ Относительную влажность воздуха поддерживают в оптимальных пределах, открывая и закрывая фрамуги. При низкой влажности воздуха в сухой период в теплицах используют систему дождевания, а также систему испарительного охлаждения и увлажнения.
- ▶ Температуру и влажность воздуха в теплице регулируют автоматически с помощью систем отопления и вентиляции.
- ▶ При включении системы испарительного охлаждения и увлажнения воздуха в режим работы систем вносят соответствующие коррективы.

▶ **Во многих странах заданную температуру и влажность воздуха для систем отопления и вентиляции изменяют с помощью системы автоматического управления микроклиматом с использованием микроЭВМ.**

▶ Параметры, определяющие ход заданного температурно-влажностного режима, вводятся в микроЭВМ посредством клавиатуры дисплея или цифропечатающего устройства, при этом возможна их корректировка в процессе эксплуатации. Для повышения устойчивости работы оборудования используются не мгновенные значения параметров, а средние интегральные, постоянная времени интегрирования 300 с.

➤ ТЕМПЕРАТУРА СУБСТРАТА

Отопительные полиэтиленовые трубы (Ø 20/16 мм) укладывают, заглубляя их в грунт так, чтобы они находились непосредственно под пленкой с торфоплитами или плитами минеральной ваты. В каждой тепличной секции с шириной пролета 6,4 м укладывают **8 труб** подсубстратного обогрева. Расположение труб надпочвенного обогрева при этом может не меняться. Температура теплоносителя около **40°C**. Через трехходовой смесительный вентиль система связана с компенсатором котельной, а температура регулируется автоматически.

Оптимальная температура субстрата для зимне-весенней культуры томата **20-22°С** до начала плодоношения, не ниже **18-20°С**, до **23°С** - в период плодоношения;

для культуры огурца соответственно - **23-24°С** и **21-23°С** (не выше **25°С**).

В осеннем обороте температуру субстрата для томата поддерживают на уровне **18-19°С**, в конце вегетации - **16-17°С**, для культуры огурца — соответственно **22-24** и **20-21 °С**.

ТЕМПЕРАТУРА СУБСТРАТА

- ▶ Большое значение для поддержания оптимального уровня температур в субстрате имеет температура поливной воды (питательного раствора).
- ▶ При выходе из растворного узла для культур огурца и томата она должна находиться в пределах 28–30°C, температура капель – 24–26⁰ С. Особенно чувствительны к понижению температуры молодые растения огурца, выращиваемые на минеральной вате: при температуре капель ниже 21°C они могут поражаться черной ножкой.

- ▶ Поддержание оптимального режима температуры в субстрате дает возможность снижать температуру воздуха ночью на 1–2°C, что обеспечивает, значительную экономию электроэнергии и тепла в ночное время.
 - ▶ При реконструкции теплиц целесообразно использовать бойлер и магистральные трубы существующей системы подпочвенного обогрева.

РЕЖИМ ПОДКОРМКИ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ (CO₂)

Подкормка овощных культур CO₂ существенно влияет на эффективность их выращивания, особенно в условиях малообъемной гидропоники, когда в теплицах полностью отсутствует почвенный грунт или его поверхность покрыта полиэтиленовой пленкой.

Поглощение CO₂ растениями связано как с интенсивностью фотосинтеза листьев, так и с площадью листовой поверхности. На культуре огурца площадь листьев постоянно нарастает за счет интенсивного роста боковых побегов, поэтому огурец более требователен к подкормкам CO₂. На культуре индетерминантных сортов томата после прищипки главного стебля листовая поверхность не возобновляется, и по мере старения листьев активность поглощения CO₂ падает.

РЕЖИМ ПОДКОРМКИ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ (CO_2)

Концентрация CO_2 при выращивании рассады томата не должна превышать **0,10%**, **огурца - 0,12%**.

Оптимальная концентрация CO_2 для культуры томата **0,09-0,10%**, для культуры огурца возможно применение более высоких концентраций **до 0,15-0,18%**, но только при высокой освещенности (**20-40 клк**). Увеличение концентрации CO_2 до 0,2% несколько увеличивает интенсивность фотосинтеза, однако растения должны быть мощными и вполне здоровыми, чтобы обеспечить повышенный отток образовавшихся ассимилятов.

Указанные оптимальные концентрации CO_2 в зависимости от освещенности можно поддерживать в теплицах только при наличии автоматизированной системы управления подкормкой CO_2 .

В настоящее время эту подкормку проводят сжиганием природного газа в газогенераторах типа УГ-6 серийного производства, а также отходящими газами котельной (ОГК) по типовому проекту 810-09-1.85. Перспективно применение сжиженной углекислоты из изотермических емкостей, вмещающих 6—9 т CO_2 , позволяющее сделать подкормку более технологичной и снизить загазованность воздуха атмосферы теплиц посторонними примесями.

Подкормку CO₂ следует начинать за час до восхода солнца и проводить весь световой день, заканчивая ее за 2 ч до захода солнца. В целом режим включения зависит от производительности системы подачи CO₂. Заданный уровень концентрации должен быть достигнут при освещенности в теплице 2-3 клк.

При открытии фрамуг подача CO₂ автоматически прекращается.

Подкормка в вечерние часы при освещенности менее 10 клк неэффективна в течение всей вегетации. В фазу массового налива плодов у неадаптированных к CO₂ растений огурца и томата их фотосинтез может снижаться при концентрации **более 0,10-0,12%**.

Следует также избегать длительного (более 2 ч в сутки) периода подкормки CO₂ с концентрацией более 0,15% при высокой освещенности растений, потому что это вызывает ускоренное "старение" листьев. При зимне-весенней культуре огурца подкормку CO₂ после посадки проводят только в утреннее время в течение **4-6 ч.**

Примерный суточный расход CO_2 ; на 1 га при подкормке растений путем сжигания природного газа (по 6—8 ч в день) составляет 150-200м³.

Преимущества системы подкормки растений CO_2 из каталитически очищенных отходящих газов котельных (ОГК) следующие:

- утилизация отходящих газов котельных для подкормки тепличных растений;
- низкая себестоимость подкормки и высокая ее эффективность; исключение ручного труда;
- возможность полной автоматизации при закрытых и открытых фрамугах;
 - проведение подкормки CO_2 в любое время года;
- безопасность подкормки благодаря каталитической очистке отходящих газов;
 - охрана атмосферы от загрязнения отходящими газами; экономия природного газа.

Объем ОГК для подкормки CO_2 зависит от концентрации последней в составе **ОГК (3-10%)**, то есть, принимая за исходную величину часового потребления газа $25 \text{ м}^3 \text{ CO}_2/\text{га}$, расход ОГК составит $830-2500 \text{ м}^3/\text{га}$.

Наиболее полные режимы подкормки CO_2 , требования к охране труда, оборудование и другие данные изложены в рекомендациях "Монтаж и эксплуатация систем подкормки CO_2 в зимних блочных теплицах" (М., 1988).

Уровень содержания CO_2 в теплице контролируют с помощью газоанализаторов типа ОА 5501 или ГОА 4-08 со шкалой 0-0,5 %; измерение содержания угарного газа (СО) — с помощью ГМКЗ (в теплице), ОА 5501 - со шкалой 0-0,05% (в ОГК). Предельно допустимая концентрация (ПДК) CO_2 для теплиц $20 \text{ мг}/\text{м}^3$.

➤ ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ И УВЛАЖНЕНИЯ

Назначение автоматизированной системы испарительного охлаждения и увлажнения **(СИОУ)** - поддержание в заданных пределах температурно-влажностного режима воздуха в теплице и температуры растений в период перегревов. СИОУ разработана специализированным проектно-конструкторским бюро по тепличному овощеводству (СПКТБ по ТО)

▶ Исполнительная часть оборудования размещается в теплице с шириной пролета 6,4 м (по два оросителя, симметрично, с расстоянием между ними 3,2 м, поверх поперечных растяжек ферм, вдоль конька).

▶ При использовании металлических оцинкованных труб оросители укладывают на растяжки с фиксированием к ним через одну.

Оросители, изготовленные из полихлорвиниловых труб (ПВХ), укладывают также поверх растяжек, крепят их через 1,5 м к проволоке, натянутой под трубами.

- ▶ **Производительность СИОУ за 10 с в одном цикле распыления до 50 г/м² осадков.**
 - ▶ Площадь, на которой одновременно включаются форсунки для охлаждения и увлажнения воздуха, определяют в зависимости от конкретного типа и площади теплицы.
 - ▶ Используют разные типы форсунок (насадок, распылителей).

- ▶ Автоматизированная система испарительного охлаждения и увлажнения высокого давления с мелкодисперсным распылением воды обеспечивает более широкие возможности борьбы с перегревом и дефицитом влажности воздуха в теплицах, чем обычная система дождевания.
- ▶ По данным производственных испытаний, при применении СИОУ температура листьев растений без вентиляции может снижаться на 4–6°C, при естественной вентиляции – на 10–12°C, а температура воздуха—на 2–4° С. При этом относительную влажность воздуха (при закрытых фрамугах) можно увеличивать на 20 %, а при открытых – на 10 % (то есть в пределах, допустимых общесоюзными нормами технологического проектирования (ОНТП)).

Режимы работы СИОУ применительно к конкретному тепличному комбинату должны быть установлены при специальном техническом расчете.

Производственные испытания показывают, что применение СИОУ обеспечивает повышение урожайности огурца на 11%, причем в жаркие месяцы прибавка урожайности составляет 1,1–1,3 кг/м², а прибавка общего урожая до 3,2 кг/м² по сравнению с выращиванием без СИОУ.

МИКРОКЛИМАТ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

ПОНЯТИЕ О КОМПЛЕКСЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ

Реакцию растений на фактор внешней среды принято характеризовать тремя значениями;

оптимумом (наиболее благоприятен для растения),

максимумом и минимумом (соответственно верхние и нижние границы действия фактора).

Оценивая реакцию растений на влияние факторов внешней среды, необходимо различать:

требовательность — степень нуждаемости организма в данном факторе, напряженности и продолжительности его действия;

устойчивость — способность растительного организма переносить максимальную и минимальную степень воздействия фактора;

отзывчивость — быстроту и силу реакции организма на изменение фактора.

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ

Каждому виду овощных растений и даже отдельным сортам соответствует определенная оптимальная, максимальная и минимальная температура.

Оптимальная температура воздуха t_{op} наиболее благоприятна для роста, развития растения и формирования урожая.

Агротехнический минимум (t_{α}) - наименьшая положительная температура, не оказывающая отрицательного влияния на рост, развитие растения и формирование урожая и допускаемую не более чем в течение 24 ч.

Агротехнический максимум (t_B) — это наивысшая температура, не оказывающая вредного воздействия на растения и допускаемая в течение не более 4—6 ч.

Биологический минимум t_{\min} (около $0,5^{\circ}\text{C}$) и биологический максимум t_{\max} (выше 40°C) — границы действия температуры, вызывающей гибель растений. Эти границы для различных культур неодинаковы.

Овощные культуры защищенного грунта по требовательности к теплу с учетом способа выращивания делятся на 3 группы (по Брызгалову, 1983).

Первая группа — требовательные к теплу растения ($t_{opt} = 23 \pm 5^{\circ}\text{C}$). К ним относятся растения из семейств Тыквенные и Пасленовые, фасоль.

Вторая группа — культуры, для которых необходима умеренная температура ($t_{opt} = 14 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Растения из семейства Капустные, а также укроп, салат, шпинат.

Третья группа — растения, требующие пониженной температуры ($t_{opt} = 4 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Все доращиваемые культуры.

Теплопериодизм.

В природе одновременно с фотопериодизмом наблюдаются суточные изменения температуры воздуха и почвы. Колебания температуры, вызванные сменой, дня и ночи, обусловили различную требовательность растений к теплу в течение суток. Ночью она значительно ниже, чем днем. Это явление называется **теплопериодизмом**.

СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Только на свету в зеленых листьях происходит важнейший физиологический процесс — фотосинтез. В основе фотосинтеза лежит система фотохимических реакций, так как он может протекать при наличии света. В процессе фотосинтеза создается около **95%** органической массы урожая и аккумулируется вся энергия, накапливаемая в организме. Поэтому при выращивании растений в защищенном грунте основное внимание необходимо обращать на повышение ***их фотосинтетической*** деятельности.

Лучистая энергия Солнца улавливается листом не полностью. Часть ее проходит мимо листа и теряется для фотосинтеза. Из энергии, падающей на лист, **15%** отражается в окружающую среду, **10%** проходит сквозь лист, поскольку он очень тонок, и **75%** поглощается листом. Лишь около **5%** общего количества лучистой энергии используется для фотосинтеза, а **70%** и более превращается в тепло. Листья растений в солнечную погоду значительно теплее окружающего воздуха, поэтому они излучают тепло вследствие разности температур. В результате отводится около **20%** поглощенной энергии, а **остальные 50%** используются для *транспирации*.

При достаточном количестве солнечной радиации фотосинтез растений проходит во много раз быстрее, чем дыхание, поэтому в нем накапливаются органические вещества. По мере уменьшения интенсивности освещения процесс фотосинтеза ослабевает, и наконец наступает такой момент, когда интенсивность фотосинтеза и дыхания становится одинаковой. Такое состояние равновесия называют ***компенсационной точкой***.

Астрономическая продолжительность дня в пределах СНГ зависит от географической широты и времени года. На юге она колеблется от 10 до 14 ч, а в средней полосе летом достигает 16—17 ч, зимой уменьшается до 6—7 ч. Однако продолжительность дня, используемая растением для накопления органических веществ в процессе фотосинтеза, значительно меньше астрономической. Летом она составляет 14 ч, а зимой не более 3 ч в сутки.

Помимо *продолжительности периода суток*, на интенсивность естественного освещения растений влияют облачность, дожди, загрязнение воздуха дымом и пылью. Даже при ясной погоде часть солнечной радиации перехватывается атмосферой. При облачной погоде много солнечных лучей отражается в пространство или поглощается облаками. Даже малая облачность ослабляет лучистый поток в 2-4, а дождевые облака — в 5-8 раз и более.

Большинство тепличных растений в зависимости от физиологических особенностей растет и плодоносит при освещенности **8-12 тыс. лк.** Такая освещенность наблюдается с конца февраля по сентябрь. Зимой на поверхности Земли в полдень на открытом месте она достигает около 4-5 тыс. лк, что примерно в 15 раз меньше освещенности в эти же часы летом. Еще меньше лучистой энергии поступает на Землю в утренние и послеполуденные часы. Освещенность теплиц в это время очень низкая. По сравнению с освещенностью на открытом месте она уменьшается примерно наполовину, так как около **10%** падающего света отражается стеклом, а **10%** поглощается конструкцией теплиц. При **30%**-ной потере лучистой энергии вследствие загрязнения кровли теплиц общие ее потери составляют **50%**. Если на почвогрунт поступает 20% лучистой энергии, то на долю растений остается всего лишь 30%.

Важное значение для процессов развития растений имеет спектральный состав радиации. Солнечные лучи представляют собой электромагнитные излучения с волнами различной длины. **Красные** (720-620 нм) и **оранжевые** (620-595 нм) лучи — основной вид энергии для фотосинтеза, они задерживают переход растений к цветению; **синие и фиолетовые** (490-380 нм) участвуют в фотосинтезе, стимулируют образование белков и переход к цветению растений короткого дня, замедляя развитие растений длинного дня. Длинные **ультрафиолетовые** лучи (315-380 нм) задерживают вытягивание стебля, повышают содержание некоторых витаминов, а средние ультрафиолетовые (250-315 нм) увеличивают холодостойкость растений, способствуют их закаливанию.

Желтые (595-565 нм) и **зеленые** (565-490 нм) лучи минимально физиологически активны. Ближние инфракрасные лучи (780-1100 нм) несут в основном тепловую энергию.

Наиболее важной для жизни растений является **видимая** часть оптического излучения (380-710 нм), которая воспринимается человеческим глазом как свет.

Ее часто называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР), поскольку многие физиологические процессы не могут проходить без видимого излучения света.

Различают **прямую и рассеянную** солнечную радиацию.

Интенсивность **ее зависит** от высоты стояния солнца, чистоты атмосферы.

Сумму энергии прямой и рассеянной солнечной радиации называют **суммарной** радиацией.

Соотношение прямой и рассеянной радиации зависит от времени года и географической широты местности. Осенью и зимой преобладает рассеянная радиация.

Интенсивность освещения и продолжительность дня в осенне-зимние месяцы (октябрь — январь) обуславливают возможность выращивания в эти сроки основных тепличных культур — огурца и томата.

Приход солнечной радиации в декабре — январе определяет возможность начала культуры огурца и томата и характер использования теплиц.

В связи с этим вся территория СНГ по приходу суммарной солнечной радиации на открытую горизонтальную поверхность и фотосинтетически активной радиации в теплицах за декабрь — январь ($\text{кДж}/\text{см}^2$) разделена на 8 световых зон, которые обозначены цифрами от 0 (Крайний Север) до 7

Условия освещенности растений в сооружениях грунта **зависят** от многочисленных факторов:
выбора участка,
размещения сооружений,
угла наклона кровли,
качества стекла,
его загрязнения,
размещения растений в теплицах.

Загрязнение стекла может снизить освещенность на **50%** и более.

Против загрязнения применяют предупредительные меры.

Грязь устраняют мойкой кровли специальными моющими средствами. Принято считать, что увеличение освещенности теплиц на **1%** приводит к повышению урожайности овощных культур на **1%**.

Для более рационального **использования лучистой** энергии Солнца растениями в теплицах применяют **оптимальные схемы посадки**, способы формирования растений, шпалерный способ ведения культуры.

Немаловажное значение для проникновения лучистой энергии в теплицы имеет угол наклона кровли. **Конструкция** теплиц должна быть рассчитана на наиболее темный период и рассеянное излучение. **Угол наклона** кровли 25-30° обеспечивает наилучшую освещенность в течение года. Увеличение угла наклона кровли более 30° нежелательно. При этом образуется тень, и, кроме того, для таких теплиц требуется больше строительного материала и они обходятся дороже. Кровля теплиц должна быть «ажурной» и не притенять растений.

Большое значение для освещенности теплиц имеет качество стекла и пленки. Обычное оконное стекло пропускает преимущественно длинноволновое излучение — красное и желтое, но значительно больше задерживает ультрафиолетовое излучение. Полиэтиленовая и поливинилхлоридная пленка по светопроницаемости имеет преимущество перед стеклом только по пропусканию ультрафиолетового излучения.

Требовательность овощных культур к свету различна. Наиболее требовательны к условиям освещения плодовые овощные культуры, из них — дыня, арбуз, перец, баклажан, томат, огурец, а также рассада цветной капусты, **менее** требовательны — лук, цветная и кочанная капуста. Самые нетребовательные к условиям освещения салат и салатная капуста. Свет не нужен при выращивании грибов и при выгонке салатного цикория и спаржи.

По требовательности к условиям освещения наблюдаются различия и среди сортов.

Сорта огурца, предназначенные для выращивания в весенне-летний период, при посадке зимой растут плохо и часто «вершкуются», в то время как сорта огурца, рекомендуемые для зимне-весенней культуры, хорошо растут и плодоносят в условиях слабой освещенности зимой и сильной — весной и летом.

От интенсивности освещения зависят сроки плодоношения и нарастания урожая.

Весной и летом растения растут быстрее, чем зимой. Плоды огурца весной достигают товарного размера в течение 7-8 дней после опыления, зимой — 25-30 дней.

Сильная освещенность способствует увеличению содержания аскорбиновой кислоты, снижению количества нитратов и нитритов в плодах.

Наряду с интенсивностью освещения на рост и формирование урожая сильно влияет продолжительность дневного освещения. Различают растения длинного и короткого дня. Растения короткого дня (огурец, перец) при искусственном уменьшении продолжительности дневного освещения до 10-12 ч в сутки ускоряют образование генеративных органов.

Растения длинного дня (салат, редис, укроп, капуста) ускоряют развитие и формирование генеративных органов по мере возрастания продолжительности дневного освещения. Томат слабо реагирует на изменение продолжительности дневного освещения.

Малая интенсивность естественного освещения и короткий день в течение осенне-зимних месяцев не позволяют выращивать в теплицах овощные растения без дополнительного (искусственного) освещения (облучения).

Различают два способа применения электрического света при выращивании растений: в качестве дополнительного к естественному (электродосвечивание) и в качестве единственного источника света (электросветокультура). Каждый из этих способов может быть применен при выращивании рассады или взрослых растений. Наиболее экономически эффективным является досвечивание и особенно досвечивание рассады.

Скорость роста и развития рассады огурца и томата, выращиваемых зимой, зависит от количества света, получаемого растениями. При электродосвечивании рассады томата по 12 ч в сутки в течение 60 дней и интенсивности освещения 6000 лк на 1 м² первые цветочные кисти образовались через 65 дней после появления всходов, тогда как у не досвечиваемых растений они сформировались через 85-90 дней. Место заложения цветочной кисти находится на стебле тем ниже, чем большее количество света получает растение. Без досвечивания растения образовывали первую цветочную кисть над 8-9-м, вторую — над 11-12-м листом, с досвечиванием — соответственно над 6-7-м и 8-9-м листьями, что значительно ускорило плодоношение растений.

При электродосвечивании рассады необходимо придерживаться следующих правил:

Не рекомендуется одновременно выращивать в одной теплице рассаду огурца и томата при любых источниках электродосвечивания из-за разных требований этих культур к температуре и влажности воздуха;

электродосвечивание рассады необходимо применять сразу после, появления всходов, при этом не следует допускать в течение суток перерыва между естественным и искусственным освещением. Суммарное (естественное и искусственное) освещение в течение суток не должно превышать для огурца 14-16 ч, для томата — 16-18 ч;

для прохождения нормальных физиологических процессов растениям следует обеспечить несколько часов абсолютной темноты и необходимый перепад температуры.

Во всех случаях при электродосвечивании нужно увеличить концентрацию углекислого газа до 0,15-0,2% (по объему).

Электродосвечивание рассады ускоряет плодоношение на 20-25 дней и увеличивает общий урожай на 25-30%. Себестоимость овощей, несмотря на дополнительные затраты, снижается при этом на 15-20%.

Для освещения рассады в теплицах используют тепличные облучатели REFLUX–400 W, REFLUX-600 W (SUPER), светильники серии ЖСП 37 с лампами Philips SON-T, AGRO и GREEN POWER.

РЕЖИМ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА И ВОЗДУХА

Влажность грунта. Вода — важный фактор жизнедеятельности растения. Наряду с углекислотой и элементами минерального питания она служит исходным материалом для синтеза органического вещества. Для нормальной жизнедеятельности растительного организма клетки листа должны быть насыщены водой. Вода участвует в дыхательном обмене, синтезе углеводов, органических соединений. Кроме того, растения непрерывно испаряют воду в процессе фотосинтеза. При недостатке воды листья перегреваются, увядают, интенсивность фотосинтеза резко падает, а дыхания — значительно возрастает.

Регулируя режим влажности воздуха и грунта в культивационных сооружениях, можно направленно изменять процессы роста и развития растений. Например, частыми поливами можно вызывать усиленный рост листьев, стеблей; сокращением поливов с проветриванием теплиц ускорять цветение и плодоношение.

Требовательность овощных культур к влажности грунтов определяется их биологическими особенностями, величиной и характером листовой поверхности, развитием корневой системы, продолжительностью периода вегетации.

Огурец, салат, редис отличаются большим потреблением воды и большой требовательностью к влаге. Арбуз и дыня потребляют много воды, но малотребовательны к влаге. Эти культуры хорошо переносят высокую температуру и развивают мощную глубоко проникающую в грунт корневую систему. Лук, наоборот, потребляет очень мало воды, но предъявляет очень высокие требования к водному режиму.

Количество воды, необходимое для получения урожая конкретной культуры с единицы площади, называют водопотреблением;

израсходованное на получение единицы урожая и выраженное в литрах на 1 кг — коэффициентом водопотребления;

количество воды, необходимое для получения 1 г сухой массы урожая, называют транспирационным коэффициентом; расходуемое при поливах в течение вегетации культуры — оросительной нормой, за 1 полив — **поливной** нормой.

Влажность субстрата – количество воды, находящейся в данный момент в почве, выраженное в весовых или **объемных процентах**.

Влагоемкость – способность субстрата вмещать и удерживать в себе то или иное количество воды.

С практической точки зрения для защищенного грунта наибольшее значение имеет полная (ПВ) и полевая, или наименьшая влагоемкость (НВ).

Полная влагоемкость – количество влаги, удерживаемое субстратом в состоянии полного насыщения при заполнении всех пор водой. Полную влагоемкость вычисляют по скважности (суммарный объем пор между частицами твердой фазы грунта в единице объема).

Полевая (предельная полевая, или наименьшая) влагоемкость – это то максимальное количество воды, которое способно удерживаться в субстрате длительное время при отсутствии стока или испарения. Этот вид влагоемкости имеет наибольшее практическое значение, так как позволяет судить о возможных запасах влаги.

Принято считать, что для большинства овощных культур влажность субстрата должна, в среднем, составлять 70 % НВ. Особенно требовательны к влаге зеленые культуры и рассада. Влажность субстрата при зимне-весенней культуре огурца и томата дифференцируют по трем периодам: томата – 65–75 % НВ;
Начало плодообразования – первые сборы плодов – соответственно 75–85 % и 70–80 %;
Первые сборы плодов – конец вегетации – 85–95 % и 80–85 % НВ

В культивационных сооружениях важно определение норм поливов в соответствии с требованиями выращиваемых культур.

Зимой, ранней весной и в пасмурную погоду растениям нужно меньше воды, поздней весной, летом, в условиях повышенных температур требуются обильные поливы. Норма полива – 10–12 л/м², в августе сокращается, а в ноябре–декабре она составляет 5 л/м².

Норма полива зависит от культуры.

Для огурца минимальная норма полива дождеванием составляет 3–4 л/м², томата – 6–8 л/м². При этом необходимо учитывать и особенности тепличных субстратов.

Пример. Оптимальная влажность субстрата в период плодоношения огурца – 90 %, фактическая влажность – 79 % НВ. Масса слоя субстрата при его глубине 30 см и плотности 0,6 г/м³ – 1800 т.

Норма полива составит: $(90-79) \times 1800 \times 10 = 198000$ л/га, или 19,8 л/м².

Зная величины оптимальной и фактической влажности субстрата в определенный момент, можно определить дефицит влаги и норму полива:

$$H = (a - v) \times P \times 10,$$

где: H – норма полива, л/м²;

a – оптимальная влажность субстрата, % НВ;

v – фактическая влажность субстрата в данный момент, % НВ;

P – удельная масса слоя субстрата, т/га;

10 – коэффициент пересчета воды на литры.

Все названные показатели, характеризующие водный режим растений, изменяются в зависимости от культуры, сорта, продолжительности периода выращивания, интенсивности солнечной радиации, условий микроклимата и применяемой агротехники.

На синтез органической массы урожая и рост корневой системы растения используют около **0,2-0,3%** воды общего ее потребления. Основное количество влаги расходуется растениями в процессе транспирации, а также на испарение с поверхности грунта, часть просачивается в дренажную систему.

Механизм поглощения питательных элементов и обмен веществ в растениях связаны с процессом транспирации.

Транспирационный коэффициент у различных овощных растений колеблется от 370 до 713. Эти цифры показывают, какое огромное количество влаги требуется растению на испарение для образования одной части сухого вещества.

Например, для огурца средний расход воды составляет примерно 450 мл на 1 г сухого вещества.

При урожайности 33 кг/м² растения синтезируют примерно 39,6 кг сырой массы, что в пересчете на сухое вещество составляет 1782 г.

Для получения указанного количества сухого вещества необходимо 802 л воды. Если к этому количеству прибавить 32 л воды, содержащейся в сыром веществе, и величину непродуктивного испарения влаги с поверхности грунта, то получим общую среднюю потребность в воде — примерно 911 л на 1 м². Одно взрослое растение огурца в теплицах испаряет в процессе транспирации ежедневно в период плодоношения 1,2—1,5 л воды.

Величина транспирации зависит не только от генетических особенностей конкретного вида или сорта растений, но и от внешних условий выращивания, особенно от свойств грунта и содержания в нем питательных элементов.

Улучшению водного режима тепличных растений способствует правильная система минерального питания, под влиянием которого уменьшается транспирационный коэффициент растений и лучше используется вода, особенно при повышенном фосфорном и калийном питании

В разные фазы роста требования овощных растений к влаге неодинаковы. Наибольшие требования к влажности грунта предъявляют растения при прорастании семян. Достаточно влажный грунт нужен для укоренения и роста рассады. Однако необходимо иметь в виду, что при посадке рассады в январе, когда освещенность в теплицах низкая, высокая влажность грунта задерживает рост корневой системы и надземных органов растений.

Влажность грунта в этот период необходимо поддерживать на уровне 65-70% наименьшей влагоемкости (НВ).

Принято считать, что для большинства овощных культур влажность грунта должна составлять в среднем **70%** НВ.

Особенно требовательны к влажности грунта зеленные культуры и рассада. Редис, салат, шпинат и укроп развивают небольшую корневую систему. Они расходуют мало воды, но им необходимы грунты с высокой влажностью. Недостаток влаги при высокой температуре вызывает стеблевание зеленных растений и редиса, а также заболевание томата и перца вершинной гнилью.

Влажность грунта при зимне-весенней культуре огурца и томата дифференцируют по трем периодам:

1 - **высадка рассады** — начало плодообразования для огурца 70-80, для томата 65-75% НВ;

2 - **начало плодообразования** — первые сборы плодов — соответственно 75-85 и 70-80%;

3 - **первые сборы** плодов — конец вегетации — 85-95 и 80-85% НВ.

Для огурца, томата и других теплолюбивых культур большое значение при поливах имеет температура воды, которая не должна быть ниже 23-25°С и, во всяком случае, не ниже температуры грунта в теплицах. Полив холодной водой недопустим: он вызывает корневые гнили, а в жаркую погоду — состояние физиологического шока у растений. Воду в тепличных комбинатах подогревают централизованно в бойлерах.

В поливной воде не должно быть вредных примесей, вызывающих заболевание растений и ухудшающих плодородие почвогрунтов.

Качество поливной воды важно учитывать при строительстве тепличного комбината. Поливную воду следует проверить на содержание солей кальция, магния, натрия, хлора, бора и тяжелых металлов, а также сульфатов и фтора.

В поливной воде должны отсутствовать природные органические кислоты, соединения фенола и различные примеси, гербициды и другие пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, промышленное загрязнение. Оптимальная величина рН для поливной воды в теплицах— 6-7.

Нормы полива. В сооружениях защищенного грунта особенно важно определение норм полива в соответствии с требованиями выращиваемых культур.

Нормы полива изменяются в зависимости от культуры.

Огурец имеет корневую систему, расположенную в верхней, томат — в более глубокой зоне грунта.

Поэтому для огурца минимальная норма полива дождеванием составляет 3-4, а для томата — 6-8 л/м².

При распределении поливов учитывают и особенности тепличных грунтов. Для легких грунтов с меньшей влагоемкостью требуются более частые поливы меньшими нормами, а для тяжелых и влагоемких — более редкие и большими нормами.

Определение сроков поливов.

Сроки поливов можно определять глазомерным методом по внешнему виду растений, по влажности грунта на ощупь, физиологическим методом по концентрации клеточного сока, а также лабораторно-весовым методом. Наиболее точны последние два способа.

Воздух в теплицах постоянно насыщается водяными парами в результате испарения влаги с поверхности грунта и транспирации. Относительная влажность воздуха показывает соотношение между содержанием в воздухе водяных паров и максимальным их количеством при определенной температуре. Относительная влажность воздуха зависит от абсолютной влажности и температуры воздуха.

Овощные культуры предъявляют различные требования к влажности воздуха. Для огурца оптимальный уровень ОВВ в блочных теплицах с хорошим воздухообменом равен 75-80, а для томата — 60-65%.

От относительной влажности воздуха и теплового режима в теплицах зависит появление и распространение болезней и вредителей. Высокая влажность в условиях пониженной температуры создает обычно условия для быстрого развития патогенной микрофлоры, в результате чего увеличивается степень заболевания растений грибными и бактериальными болезнями.

Сильно заниженная влажность воздуха при повышенной температуре вызывает изменения процессов транспирации и фотосинтеза, создавая в то же время благоприятные условия для появления и распространения такого опасного вредителя, как паутинный клещ. Повышенная влажность воздуха в культивационных помещениях при выращивании самоопыляющихся растений (томат) ухудшает условия опыления цветков. Поэтому влажность воздуха в сооружениях защищенного грунта необходимо регулировать с учетом требований растений к этому фактору в различные фазы роста.

Контроль за технологическими параметрами в теплице. Фитомониторинг

Рост и развитие растений в остекленных теплицах контролируются автоматизированными системами управления.

Длительное время система управления микроклиматом в теплицах основывалась на том, что специалист задавал основные параметры климатических факторов. Современные автоматизированные системы управления микроклиматом основываются на том, что изменение режимов осуществляется с учетом физиологического состояния растений. Такая система управления получила название **«фитомониторинг»**. Для оценки физиологического состояния к группе специально выбранных растений подключают датчики, которые позволяют фиксировать необходимые показатели в динамике.

Фитомониторинг – новая информационная технология, обеспечивающая агронома-технолога информацией о динамике физиологического состояния растений, которая решает две основные задачи:

- сигнализирует при помощи стресс-детектора о возникновении стрессовых ситуаций у растений до того, как их последствия будут видимы визуально, благодаря чему приносит прямой экономический эффект от предотвращения возможного ущерба (по оценкам зарубежных исследователей фитомониторинг может сберечь до 10–15 % урожая);
- позволяет практически без затрат времени, рабочей силы и средств, проверить правильность принимаемых технологических решений и усовершенствований (режим орошения, удобрения и т. п.), что дает дополнительную прибавку урожая до 20–30 % в зависимости от вида культуры и характера новшества.

Измерительная часть системы фитомониторинга представлена фитомониторами различной конструкции, оснащенными сетью датчиков, которые снимают текущую информацию с модельного растения, не причиняя ему вреда и окружающей среды.

Записываемая датчиками информация интерпретируется оператором при помощи программного обеспечения, поставляемого вместе с приборной базой и служащего для обработки полученных данных и наглядного их представления в виде таблиц баз данных, графиков, диаграмм и символьных обозначений.

Фитомониторинг в теплицах представляет собой ряд взаимосвязанных систем, которые дополняют друг друга.

Базовая измерительная система обеспечивает сбор данных и их представление в виде таблиц и графиков.

Информационная система преобразует данные в физиологически значимые показатели состояния растений.

Экспертная система помогает оценить реакцию растений и принять необходимые решения об изменении режима выращивания. Она специфична для каждого вида и даже сорта растений.

Управление осуществляется автоматически с учетом состояния растений при наличии надежных алгоритмов обратной связи. Фитомониторинг осуществляет преобразование измеренных параметров среды и растения в форму, удобную для оценки физиологического состояния растений.