

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра плодовоовощеводства

В. В. Скорина, Вит. В. Скорина, Н. В. Максименко

ОВОЩЕВОДСТВО ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

*методические указания к лабораторным занятиям
для магистрантов специальности 1-74 80 01 Агрономия*

Горки 2021

УДК 635.1/.8(072)

ББК 42.34я73

С44

*Рекомендовано методической комиссией
агрономического факультета.*

Протокол № от ноября 2021 г.

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. В. Скорина*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Вит. В. Скорина*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. В. Максименко*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. А. Киселев*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. П. Дуктов*

Скорина, В. В.

С44 Овощеводство защищенного грунта: методические указания к лабораторным занятиям / В. В. Скорина, Н. В. Максименко, Вит. В. Скорина – Горки: БГСХА, 2021. – 83 с.

Приведены задания к лабораторным занятиям по овощеводству и порядок их выполнения.

Для студентов агрономических специальностей.

ДК 635.1/.8(072)

ББК 42.34я73

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2021

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение в агропромышленном комплексе приобретают инновационные технологии возделывания плодовых и овощных культур в открытом и защищенном грунте.

Инновационные технологии выращивания овощных культур основаны на использовании новых приборов, оборудования, культур, сортов и гибридов. Применение данных технологий позволит увеличить объемы производства более широкого ассортимента овощей из открытого и защищенного грунта, обеспечить получение конкурентоспособной продукции высокого качества с широкими возможностями экспорта и импортозамещения.

Развитие отечественного плодоводства и овощеводства по инновационному пути позволит выйти на высокий международный уровень, обеспечит продовольственную безопасность и обеспечит оптимальные нормы потребления плодов и овощей в год на одного человека.

В отрасли плодоводства и овощеводства существует специфика, где специалисты сталкиваются с необходимостью освоения новшества, требуется адаптация инноваций к конкретным агроклиматическим особенностям каждого региона страны или сельскохозяйственного предприятия специализирующегося на производстве плодово-ягодной и овощной продукции в открытом и защищенном грунте.

Еще одним из важных условий перехода отечественной отрасли плодоводства и овощеводства на инновационный путь развития является освоение руководителями и специалистами сельскохозяйственных предприятий основ инновационной деятельности. Специалисты должны обладать профессиональными навыками и знаниями в сфере плодоводства и овощеводства, в области охраны прав интеллектуальной собственности, экономической, экологической оценки эффективности технологии выращивания плодовых и овощных культур в открытом и защищенном грунте.

Значительная роль в улучшении снабжения населения свежими овощами во внесезонный период отводится защищенному грунту.

Овощеводство защищенного грунта, в т. ч. и выращивание грибов, осуществляет свою деятельность круглогодично в специализированных культивационных сооружениях. Организация и экономика тепличного хозяйства, технологии выращивания овощей и грибов существенно отличаются от производства овощей в открытом грунте. В защищенном грунте создаются все необходимые условия микроклимата для роста и развития овощных растений в зимний, ранневесенний и позднесенний периоды, т. е. в периоды с недостаточной освещенностью и пониженным температурным режимом.

Современный тепличный комплекс – это промышленное предприятие со сложной инфраструктурой, включающее инженерно-техническое оборудование, обеспечивающие создание оптимальных условий в период вегетации овощных культур с учётом их биологических особенностей в течение года.

Овощеводство защищённого грунта, развивающееся по интенсивным технологиям, требует повышения роли и ответственности агрономического персонала, наличия у агрономов-специалистов по защищённому грунту знаний современных технологий.

Поэтому важно, чтобы в процессе обучения будущие специалисты освоили теоретические основы овощеводства защищённого грунта, современные технологии возделывания овощных культур в различных видах культивационных сооружений и приобрели практические навыки в области овощеводства защищённого грунта.

Овощеводство защищённого грунта, в т. ч. и выращивание грибов, цветочных культур осуществляет свою деятельность круглогодично в специализированных культивационных сооружениях. Организация и экономика тепличного хозяйства, технологии выращивания овощей и грибов существенно отличаются от производства овощей в открытом грунте. В защищённом грунте создаются все необходимые условия микроклимата для роста и развития растений во внесезонные периоды, т. е. в периоды с недостаточной освещённостью и пониженным температурным режимом.

Современный тепличный комплекс – это промышленное предприятие со сложной инфраструктурой, включающее инженерно-техническое оборудование, обеспечивающее создание оптимальных условий в период вегетации овощных культур с учётом их биологических особенностей в течение года.

Овощеводство защищённого грунта, развивающееся по интенсивным технологиям, требует повышения роли и ответственности агрономического персонала, наличия у агрономов-специалистов по защищённому грунту знаний современных технологий.

ТЕМА 1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ТИПЫ КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 2час.

Цель занятия:

Ознакомиться с основными видами сооружений защищенного грунта, их классификацией, технологическим оборудованием.

Материалы и оборудование:

Учебные пособия, методическая литература.

Задание:

1. Изучить основные виды культивационных сооружений, элементы конструкции.
2. Научиться рассчитывать виды площади защищенного грунта.

Общие сведения.

Территория Беларуси находится в зоне умеренного климата и поэтому выращивание овощей в открытом грунте ограничено. Значительная роль в улучшении снабжения населения свежими овощами во внесезонный период принадлежит защищенному грунту, который может осуществлять свою деятельность на протяжении всего года.

Существенную роль при получении овощей в защищенном грунте играет внедрение новых энергосберегающих технологий, которые позволяют снизить себестоимость продукции.

Применяемая в настоящее время малообъемная технология выращивания овощных культур с использованием капельного полива и различных видов субстратов позволяет управлять процессом выращивания овощных культур по современным технологиям.

Важным моментом в защищенном грунте является освоение прогрессивных, наукоемких технологий, в частности применение малообъемных субстратов с капельным поливом.

Защищенным грунтом называют сооружения и земельные участки, оборудованные для создания искусственного микроклимата с целью выращивания овощных культур, рассады, цветочных, декоративных растений и грибов во внесезонный период. Такие виды защищенного грунта называют культивационными сооружениями.

В зависимости от конструктивных решений и принятой технологии выращивания овощных растений культивационные сооружения защищенного грунта делят на *парники, утепленный грунт и теплицы*.

Парник – малогабаритное культивационное сооружение, имеющее боковое ограждение и съемную светопрозрачную кровлю, которое обслуживается людьми, находящимися вне сооружения.

Утепленный грунт – простейшее малогабаритное светопрозрачное сооружение, не имеющее бокового ограждения, обслуживаемое людьми, находящимися вне сооружения.

Парники и утепленный грунт – простейшие сооружения защищенного грунта. В настоящее время их практически не используют, за исключением случаев их применения в приусадебном овощеводстве.

При определении вида культивационных сооружений принимают во внимание следующие классификационные признаки: продолжительность использования в течение года, наличие или отсутствие бокового ограждения, габариты сооружения, удельный объем, местонахождение рабочих и машин (вне или внутри сооружения).

Удельный объем сооружения определяют по формуле:

$$V_{уд} = V/A_{инв}, \quad (1)$$

где: V – объем сооружения, $м^3$;

$A_{инв}$ – инвентарная площадь сооружения, $м^2$.

Для культивационных сооружений различают три вида площади: *строительную* – произведение наружной ширины на длину; *инвентарную* – произведение внутренней ширины на длину; *полезную* – площадь, на которой размещают растения, включая проходы между рядами. Большинство хозяйственных и экономических показателей (урожайность, капитальные затраты, себестоимость, прибыль и др.) рассчитывают на единицу ($1 м^2$ или 1 га) инвентарной площади. Величина некоторых показателей (урожайность, затраты труда на единицу продукции, себестоимость, рентабельность) зависит от *коэффициента светлой полезной площади* (отношение полезной площади к инвентарной). В стеллажных теплицах и шампиньонницах в состав полезной площади включают площадь всех стеллажей, а в овощных теплицах –

также и площади подстеллажных (затененных) пространств. Сумма светлой и затененной площадей составляет суммарную полезную площадь всех ее видов, а отношение суммарной площади к инвентарной называют *коэффициентом суммарной площади*, который определяют по формуле:

$$K_{\text{сум}} = \frac{A_{\text{сум}}}{A_{\text{инв}}} = \frac{A_{\text{св}} + A_{\text{зат}}}{A_{\text{инв}}}, \quad (2),$$

где: $A_{\text{сум}}$ – суммарная полезная площадь всех ее видов, м^2 ;

$A_{\text{св}}$, $A_{\text{зат}}$ – светлая и затененная полезная площади, м^2 .

Бесстеллажные теплицы имеют высокий $K_{\text{св}} = 0,85-0,95$, что составляет 100 % полезной площади. Двухскатные стеллажные теплицы имеют $K_{\text{сум}}$ около 1,00, а $K_{\text{св}} = 0,60$.

Удельные затраты на строительство и размеры теплопотерь определяются *коэффициентом ограждения* (отношение всех ограждающих поверхностей к инвентарной площади):

$$K_{\text{орг}} = \frac{A_{\text{с}} + A_{\text{кр}}}{A_{\text{инв}}}, \quad (3),$$

где: $A_{\text{с}}$ – поверхность стен, м^2 ;

$A_{\text{кр}}$ – поверхность кровли, м^2 .

Чем меньше этот коэффициент, тем меньше удельные теплопотери и капиталовложения, а следовательно и удельные амортизационные отчисления.

Чем больше площадь одной теплицы, тем меньше коэффициент ограждения. У двухскатных теплиц он составляет 1,50–1,75, у ангарных – 1,30–1,40, у блочных – 1,20–1,40.

Современные теплицы собирают из деталей заводского изготовления, что упрощает и ускоряет их монтаж, снижает трудоемкость возведения. Большинство элементов конструкций унифицировано, что позволяет использовать их в различных типах теплиц. Основные конструктивные элементы теплиц – фундамент, каркас, цоколь, стойки, формы каркаса и др.

Порядок выполнения задания

Привести классификацию культивационных сооружений и указать проекты теплиц, применяемые для выращивания овощных и зе-

ленных культур, грибов в соответствии полученного задания. Указать основные системы технологического и инженерного оборудования современных теплиц по созданию оптимальных параметров для выращивания овощных культур, грибов, управлению микроклиматом и минеральным питанием растений.

Получив задание от преподавателя рассчитать удельный объем сооружения, коэффициент суммарной площади и коэффициент ограждения. При выполнении задания пользоваться табл. 1–2.

Т а б л и ц а 1. Характеристика основных видов теплиц

Показатели	Вид теплиц		
	односкатная	ангарная	блочная
Длина, м			
Ширина теплицы (пролета), м			
Строительная площадь, м			
Инвентарная площадь, м ²			
Полезная площадь, м ²			
Высота до карниза, м			
Высота до конька, м			
Количество пролетов в теплице			
Количество теплиц, соединяемых коридором			
Расстояние между шпросами, см			
Вентиляция: в виде форточек в виде длинных фрамуг			
Площадь вентиляционных форточек, %			
Способ обогрева			
Ориентация скатов			
Сроки эксплуатации			
Выращиваемые культуры			

Т а б л и ц а 2. Характеристика культивационных сооружений с полимерным покрытием

Показатели	Вид культивационного сооружения		
Назначение теплицы			
Конструкции			
Форма кровли			
Наружное покрытие			
Способы обогрева			
Внутреннее оборудование			

Источники: тепла	
вентиляции	
водоснабжения	

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются культивационные сооружения?
2. Какие типы теплиц вам известны и каково их значение?
3. Перечислите основные направления развития овощеводства защищенного грунта?
4. Перечислите основные конструктивные и строительные элементы теплиц?

Пример.

1. Рассчитать удельный объем теплицы размером: пролет шириной 6,4 м, высота теплицы: в коньке 5,6 м, в карнизе – 4,1 м, длина – 110 м.

Решение:

$$V_{уд.} = V/A_{инв.} = 3414/704 = 4,84$$

Находим V теплицы.

1. Произведение ширины пролета на высоту в карнизе и длину теплицы ($6,4 \text{ м} \times 4,1 \text{ м} \times 110 \text{ м}$) = $2886,0 \text{ м}^3$

2. Объем призмы ($1,5 \text{ м} \times 3,2 \text{ м} \times 110 \text{ м}$) = 528 м^3

Всего объем теплицы ($2886,0 \text{ м}^3 + 528, \text{ м}^3$) = 3414 м^3

Инвентарная площадь ($A_{инв.}$) теплицы составляет $6,4 \text{ м} \times 110 \text{ м} = 704 \text{ м}^2$.

2. Рассчитать количество стекла, необходимое для покрытия светопрозрачных поверхностей теплицы.

Поверхность ограждения двускатной теплицы равна сумме площади поверхностей четырех стен, двух торцевых треугольников и двух верхних скатов.

Сумма площади торцевых стен: $(6,4 \text{ м} \times 4,1 \text{ м}) \times 2 = 52,48 \text{ м}^2$

Сумма площади боковых стен: $(4,1 \text{ м} \times 110 \text{ м}) \times 2 = 902 \text{ м}^2$

Сумма площади двух торцевых треугольников: $(1/2 \times 3,2 \times 1,5) = 4,8 \text{ м}^2$.

Сумма площади двух верхних скатов. Находим длину ската $a^2 + b^2 = c^2$

$c^2 = (10,24 + 2,25 = 12,49) = 3,5 \text{ м};$

Затем находим площадь верхних скатов ($3,5 \text{ м} \times 110 \text{ м}$) $\times 2 = 770 \text{ м}^2$

Площадь ограждающей поверхности составляет $1729,28 \text{ м}^2$. При коэффициенте $K_{св} - 0,95$

ТЕМА 2. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Цель занятий:

Ознакомиться с инженерным оборудованием, применяемым в защищенном грунте, его назначением.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задание:

1. Изучить основное инженерное оборудование, применяемое в современных теплицах, его функции для создания условий при выращивании овощных культур.

Общие сведения.

Размещение рядов овощных и цветочных культур в современных теплицах предусматривает расположение всего технологического и инженерного оборудования.

Теплица оснащается следующими системами инженерно-технологического оборудования:

- системой вентиляции;
- системой зашторивания;
- системой водяного трубного обогрева;
- системой водоснабжения и канализации;
- системой рециркуляции воздуха;
- системой подкормки растений углекислым газом;
- системами электрооборудования и электроосвещения;
- системой электродосвечивания;
- автоматизированной системой управления микроклиматом.

Система вентиляции. В теплице и соединительном коридоре система вентиляции предназначена для осуществления естественного воздухообмена через вентиляционные проемы в кровельном светопрозрачном ограждении теплиц.

Система зашторивания. Системы горизонтального и вертикального зашторивания предназначены для снижения перегревов воздуха в объеме культивационных сооружений в периоды с избыточной солнечной радиацией способом притенения.

Системы обогрева. Система отопления предназначена для поддержания температурного режима в объеме теплицы в соответствии с технологическими требованиями. В качестве теплоносителя использу-

ется горячая вода с расчётными значениями температур в диапазоне 50–95 °С, циркулирующая по стальным трубам из источника теплоснабжения

Системы водоснабжения и канализации. В тепличном блоке предусматриваются следующие системы инженерного оборудования:

- система поливочного водопровода;
- система хозяйственно-питьевого водопровода;
- система капельного полива растений (или иного);
- система резервного полива из шлангов;
- система испарительного охлаждения;
- система внутренних водостоков;
- система технологического дренажа;
- система производственной канализации.

Система рециркуляции воздуха. Система рециркуляции воздуха в теплице предназначена для его искусственного перемешивания с целью более равномерного распределения температурных полей в объеме сооружения, снижения перегревов растений, активизации физиологических процессов в растениях, ликвидации зон с повышенной влажностью особенно в периоды, когда естественная вентиляция через форточки невозможна или малоэффективна.

Система подкормки растений углекислым газом. Система подкормки растений углекислым газом предназначена для выработки углекислого газа. Получение CO_2 осуществляется прямым сжиганием природного газа в теплицах с помощью газогенераторов и *отходящих газов котельной (ОГК)*, содержащих в своем составе до 11–12 % CO_2 .

Системы электродосвечивания Системы электродосвечивания растений предусматриваются для создания искусственного освещения культур до уровня от 6000 тыс. лк до 20000 тыс. лк в зависимости от потребностей растений и особенностей технологий.

Автоматизированная система управления микроклиматом (АСУ МТК). Система предназначена для автоматизированного контроля параметров и управления микроклиматом в тепличном блоке.

Порядок выполнения задания

Получив задание от преподавателя охарактеризовать инженерное оборудование, применяемое в защищенном грунте, его назначение и период эксплуатации.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что такое защищенный грунт. Назовите его виды?
2. Назовите основные типы теплиц и их конструктивные элементы?
3. Какие виды площадей различают в защищенном грунте? По каким признакам классифицируют теплицы?
4. Какие изменения произошли при строении современных теплиц?

ТЕМА 3. ВИДЫ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Цель занятия:

Ознакомиться с основными видами светопрозрачных материалов, применяемых в защищенном грунте, их характеристикой и свойствами.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задание:

1. Пользуясь справочной и методической литературой ознакомиться с основными видами полиэтиленовой пленки, поликарбоната, непрозрачных материалов.

2. Произвести соответствующие расчеты по расходу полимерных материалов для различных видов культивационных сооружений.

Общие сведения.

Светопрозрачные материалы не только являются элементами конструкции кровли и стен, но и формируют световой, а частично тепловой режим и режим влажности в культивационных сооружениях. Они должны пропускать фотосинтетически активную радиацию (ФАР), задерживать длинноволновые излучения, быть прочными, иметь значительное термическое сопротивление и минимальный коэффициент теплового расширения.

Наиболее распространенными материалами для покрытия культивационных сооружений являются стекло, полиэтиленовая пленка и различные виды нетканых материалов.

Стекло. Для основного остекления культивационных сооружений применяют мерное стекло толщиной 4 мм, шириной 600 и 750 мм. Качество стекла определяется его оптическими теплоизолирующими свойствами и прочностью. Выпускаемое стекло такой толщины пропускает около 83–85 % видимого спектра излучения, около 45 % – коротковолнового инфракрасного и не более 10 % средне- и длинноволновых лучей.

Сочетание малой теплопроводности стекла и его способности удерживать тепловые лучи позволяют сохранять тепло в культивационных сооружениях. Во время ночных заморозков стеклянные ограждения позволяют (без использования искусственного обогрева) созда-

вать перепад между внутренней и наружной температурами воздуха до 5–8 °С. Большое влияние на величину теплопотерь оказывает ветер и качество остекления теплиц.

Ширина пластин для зимних теплиц составляет 60 и 75 см. Масса 1 м² стекла толщиной 4 мм – 10 кг, 3 мм – 7,5 кг.

Стекло долговечно, длительное время сохраняет прозрачность, не изменяет линейных размеров. Этим оно отличается от полимерных материалов. Но 1 м² стекла разной толщины примерно в 60–150 раз тяжелее пленки такой же площади. Поэтому несущие конструкции в сооружениях со стеклянным ограждением должны быть более прочными. Недостатком стекла является его хрупкость и более высокая плотность.

Полимерные материалы. В настоящее время используется много различных материалов, среди которых наибольшее распространение получили:

- полиэтиленовая пленка;
- армированная полиэтиленовая пленка;
- воздушно-пузырчатая пленка;
- поливинилхлоридная пленка (ПВХ);
- нетканый материал спанбонд.

Самым известным материалом для укрытия теплиц служит полиэтиленовая пленка. Светопроницаемость полиэтиленовой пленки в видимой части спектра близка к стеклу.

Полиэтиленовая пленка, применяемая в тепличном овощеводстве, легко сваривается (температура плавления пленки 110–120 °С), практически водо- и паронепроницаема, но она достаточно проницаема для углекислого газа и кислорода. Прочность на разрыв составляет 130–140 кг/см², а относительное удлинение – 250–350 %.

Для малогабаритных пленочных укрытий применяют пленку толщиной 0,06–0,08 мм, для теплиц – 0,12–0,2 мм. Выпускают ее в рулонах и в виде полотна. Ширина рукава – 280–300 см и более. Нормы расхода пленки на 1 м² инвентарной площади определяются видом и проектом культивационного сооружения, толщиной, массой 1 м² и дополнительным расходом на сварку и крепления на конструкциях (табл. 3).

Пленка называется по виду полимерного материала, из которого она изготавливается. Чаще всего используют два материала: полиэтилен и поливинилхлорид. Наиболее распространена полиэтиленовая пленка.

Т а б л и ц а 3. **Норма расхода пленки в зависимости от толщины и массы**

Толщина пленки, мм	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25
Масса 1 м ² , г	45,9	55,1	73,4	91,8	110	137	183	229
Количество в 1 кг пленки, м ²	21,8	18,2	13,6	10,9	9,1	7,3	5,4	4,4

Поливинилхлоридная пленка сочетает лучшие оптические свойства стекла и полиэтилена. Пленка почти полностью пропускает лучи видимой части спектра солнечной радиации, значительную часть ультрафиолетовой и только 5–10 % инфракрасной радиации. Кроме того, она медленно меняет прозрачность. Срок службы поливинилхлоридной пленки изменяется от трех до четырех лет. К недостаткам пленки относят пониженную морозостойкость, ее не используют при температуре ниже –15°С.

В составе пленки присутствуют гидрофильные добавки, обеспечивающие стекание влаги с внутренней поверхности пленки.

Для защиты растений от заморозков применяют материалы из полипропиленового нетканого полотна типа «спанбонд».

Спанбонд является экологически чистым, легким нетканым материалом. В отличие от полиэтиленовой пленки спанбонд хорошо пропускает свет, воду и воздух. При этом создается необходимый для растений микроклимат, которые можно поливать непосредственно через материал.

Спанбонд плотностью 42 и 60 г/м² применяется для укрытия теплиц.

В последнее время широкое распространение получил светопрозрачный пластик – поликарбонат.

Физические и химические свойства. Поликарбонаты представляют собой сложные органические химические соединения на базе линейных полиэфиров.

Пластик обладает высокой прочностью, стойкостью к механическим нагрузкам, отлично сохраняет заданную ему в процессе обработки форму.

Отличительная особенность – свойства материала противостоять низким температурам – даже минус 200 градусов для него не является пределом эксплуатационных возможностей. Верхняя граница температурного диапазона – около 90–100°С (у некоторых модификаций даже выше).

Листовой поликарбонат в соответствии с общепринятыми мировыми стандартами выпускается согласно единой размерной таблице.

Сотовый материал может иметь длину три, шесть или двенадцать метров и стандартную ширину в два метра и десять сантиметров. Толщина сотового светопрозрачного пластика может составлять от трёх до сорока мм. Рёбра жёсткости в сотовом поликарбонате прямые или Х-образной формы. Строение, которым обладает такой материал, может быть одно-, двух- или трёхкамерным.

Сотовый поликарбонат все чаще появляется в современных теплицах.

Его толщина может быть от одного до двенадцати миллиметров. К положительным свойствам поликарбоната монолитного можно смело отнести следующие:

- Прочность и ударостойкость, наряду с гибкостью.
- Хорошая светопропускаемость.
- Низкая горючесть материала.
- Длительный срок эксплуатации.
- Высокий уровень звукоизоляции.
- Легкость материала.

Порядок выполнения работы. Получив индивидуальное задание от преподавателя, выполнив, результаты записать в рабочую тетрадь.

Ознакомиться по литературе и вводным пояснениям о значении и свойствах полимерных материалов. Произвести соответствующие расчеты по расходу полимерных материалов на заданную площадь.

1. Изучить основные свойства светопрозрачных материалов, данные занести в таблицу. 2. Рассчитать потребность пленки для покрытия теплицы размером: ширина 4 м, высота – 2,8 м, длина 25 м. Определить массу 1 м² пленки при толщине 0,20 мм.

Для определения количества пленки находим площадь поверхности теплицы, необходимую для покрытия. Для этого, определяем длину дуги ($L = \pi R$) $3,14 \times 2,8 \text{ м} = 8,8 \text{ м}$

Площадь поверхности $8,8 \text{ м} \times 25 \text{ м} = 220 \text{ м}^2$. С учетом $k_1 - 1,3$ – коэффициент учитывающий расход пленки с учетом боковин, заворачивания и сварки и др. составит 286 м². При указанной толщине пленки 0,20 мм масса составит 52,3 кг.

- Рассчитать потребность пленки для покрытия теплицы площадью 1 га
 - $V = S \times k^1 \times \Pi \times T \times k^2 = 10000 \times 1,3 \times 0,95 \times 0,015 = 220 \times 1,3 \times 0,95 \times 0,20 \times 0,010$

V – количество пленки, кг; S – площадь, 1 га; $k^1 - 1,3$ – коэффициент учитывающий расход пленки с учетом боковин, заворачивания и сварки и др.; Π – плотность пленки; T – толщина пленки; k^2 – переводной коэффициент.

Т а б л и ц а 4. Основные свойства светопрозрачных материалов, применяемых в защищенном грунте

Материал	Ширина, см	Толщина, мм	Вес 1 м ² , кг	Коэффициент пропускания в области спектра, %			Срок службы, месяц/год
				ультрафиолетовый	видимый	инфракрасный	
Стекло							
Нестабилизованная полиэтиленовая пленка							
Полиэтиленовая стабилизированная пленка							
Полиэтиленовая армированная пленка							
Поливинилхлоридная пленка ПВХ							
Этиленвинилацетатная сополимерная пленка							
Стабилизированная селективная теплоудерживающая полиэтиленовая пленка							
Сотовая поликарбонат							

Т а б л и ц а 5. Расчеты по расходу пленки при покрытии теплиц, т/га

Вид полимерного материала	Толщина, мм	Плотность г/см ³	Коэффициент с учетом боковин и др.	Размер теплицы		

Тема 4. СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС

Цель занятия: Тепловой режим в защищенном грунте, его регулирование.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задание:

1. Ознакомиться с системой отопления в защищенном грунте и применяемыми видами топлива.
2. Рассчитать потери тепла в теплице по ранее составленной схеме теплицы. Определить приход тепла от солнечной радиации и от отопительной системы.
3. Определить часовой расход топлива на обогрев теплицы и за отопительный сезон.
4. Рассчитать количество топлива, необходимое для обогрева теплиц: с центральным водяным отоплением при площади теплицы 500, 700, 1000, 1500 м².

Общие сведения. Оптимальную температуру воздуха и субстрата (почвогрунта) для растений в сооружениях защищенного грунта создают с помощью систем отопления.

Поддержание данных параметров микроклимата на оптимальном уровне – задача различных инженерных систем. Во всех сооружениях защищенного грунта поддерживают необходимую температуру, которая обеспечивается как за счет солнечной радиации, так и за счет тепла, получаемого от обогревающих установок.

В промышленном овощеводстве защищенного грунта преимущественно применяют технический обогрев.

В теплице поддерживается тепловое равновесие, хотя оно и не постоянно. Часть света, проникающего в укрытие, преобразуется в тепло и аккумулируется, поэтому температура в теплице повышается быстрее, чем снаружи. Чем больше света проникает в теплицу, тем больше его преобразуется в тепло. При определенной температуре создается равновесие между притоком тепла и поступающей солнечной радиацией, а также его количеством, излучаемым в атмосферу.

Алгебраическая сумма всех тепловых потоков сооружения составляет его *тепловой баланс*. В периоды, когда температуры внутри и снаружи сооружения постоянны, тепловой баланс равен нулю, т. е. приходные составляющие равны расходным составляющим. Тепловые

потоки, действующие на воздушное пространство сооружения, следующие: *расходные составляющие*: 1) Теплопотери через ограждение ($Q_{отр}$); 2) теплопотери в результате вентиляции и инфильтрации воздуха через щели ($Q_{вент}$ и $Q_{инф}$).

Приходные составляющие: 1) тепловой поток проникающей солнечной радиации ($Q_{с.р.}$); 2) теплоотдача отопительного оборудования ($Q_{от. об.}$).

Знакопеременные составляющие: 1) теплообмен с субстратом ($Q_{суб.}$). 2) теплообмен с ограждением за счет конденсации или испарения влаги ($Q_{конд.}$).

При наличии растений солнечная радиация почти полностью поглощается или расходуется большей частью на испарение влаги с поверхности листьев. В результате этого процесса растения регулируют свою температуру и существенным образом влияют на температуру воздуха в сооружении. Поэтому этот фактор необходимо учитывать при тепловых расчетах культивационных сооружений.

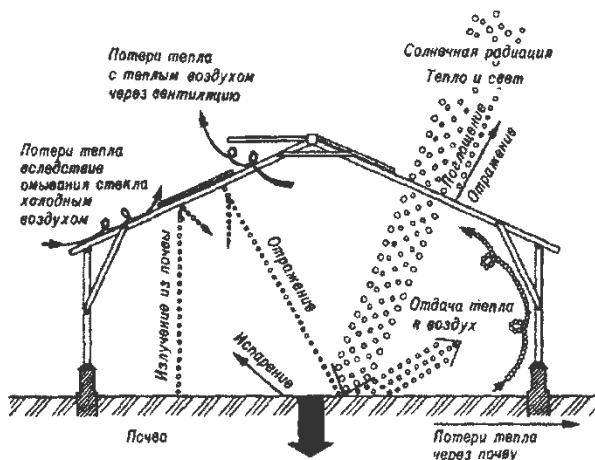


Рис. 1. Тепловой баланс культивационного сооружения

В теплицах тепло теряется через остекленную поверхность, непрозрачные части конструкций, субстрат. Потери тепла пропорциональны площади теплоотдающей поверхности, разности температур внутри и

вне помещения и коэффициенту теплопередачи. Величину Q определяют по формуле:

$$Q = S \times H (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) \times k \times K_{\text{инф}}, \quad (4),$$

где Q – потери тепла, ккал;

S – площадь теплоотдающей поверхности, м²;

H – продолжительность теплоотдачи, час;

$t_{\text{вн}}$ – внутренняя температура в помещении, °С;

$t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, град;

k – коэффициент теплопередачи, ккал/м²×ч × °С;

$K_{\text{инф}}$ – коэффициент, учитывающий затраты теплоты на инфильтрацию, $K_{\text{инф}} = 1,1 \dots 1,3$;

k – коэффициент теплопередачи, ккал, на 1 м² теплоотдающей поверхности в 1 ч при разности температур ($t_{\text{вн}} - t_{\text{в}}$) в 1°С.

Коэффициент теплопередачи k для различных материалов следующий:

Листовое железо 10,5

Стекло толщиной, мм: Дверь: стеклянная..... 3,5

1,5..... 5,3 глухая..... 2,5

2–2,55,0 Стена:

3–3,5.....4,8 бетонная (25 см).....2,4

4,5.....4,5 кирпичная (38 см).....1,3

Формула потерь тепла позволяет определить его максимальный расход и потери за весь отопительный период. Зная максимальный расход тепла, рассчитывают необходимую мощность системы отопления и подсчитывают необходимое количество топлива.

Таблица 6. Среднесуточный баланс тепла в теплицах по месяцам (в ккал на 1 м² при расчетной температуре в теплице 20 °С)

Месяцы	Тепло солнечной радиации	Количество дополнительного тепла
Январь	70	3522
Февраль	340	3509
Март	1000	3005
Апрель	1940	1795
Май	3110	1060
Июнь	3380	433
Июль	3130	229
Август	2290	564
Сентябрь	1330	1103

Октябрь	580	1942
Ноябрь	100	2749
Декабрь	40	3341

Расход тепла с 1 м² стеклянной поверхности в час при разнице между внутренней и наружной температурами 1 °С называют **коэффициентом теплопередачи**. Для стеклянного перекрытия этот коэффициент составляет 5 ккал, в ветреную погоду – 7 ккал.

Чем больше удельная поверхность теплицы (отношение ограждающих поверхностей к инвентарной площади), тем быстрее нагревается она днем и охлаждается ночью. Чтобы подсчитать, сколько топлива потребуется для создания дополнительного, к поступающему с солнечной радиацией тепла, воспользуемся формулой

$$g = (Q_2 : g) \text{ кг/ч,} \quad (5),$$

где: Q_2 – часовой расход тепла, ккал;

g – теплотворная способность 1 кг топлива, ккал.

Тепло, вносимое в теплицу солнечной радиацией, определяется специальным прибором (пиранометром) по формуле

$$Q_{\text{рад}} = q \times A \times 600 \text{ ккал/ч,} \quad (6),$$

где: q – солнечная радиация, ккал/см² × мин;

A – инвентарная площадь теплицы, м².

Каждая фаза роста и развития растений протекает нормально только лишь при определенной для данного вида или сорта температуре.

Поддержание оптимальных температурных параметров при выращивании овощных культур осуществляется за счет системы отопления теплиц.

Солнечное излучение участвует в формировании теплового баланса как неотапливаемых, так и отапливаемых сооружений в виде тепличного эффекта, который и является сущностью солнечного обогрева.

Сущность тепличного (синонимы – парниковый, оранжерейный) эффекта в остекленных и пленочных культивационных сооружениях сводится к следующему.

Тепличный эффект основан на свойстве стекла пропускать около 83–85 % видимого спектра излучения, около 45 % ультрафиолетового, 85 % коротковолновых инфракрасных лучей и совсем не пропускать или пропускать не более 10 % тепловых – средне- и длинноволновых

лучей. Видимое излучение, проникая через стекло в культивационное сооружение трансформируется в длинноволновое (тепловое), которое задерживается остекленной кровлей и стенами. При низкой температуре наружного воздуха в культивационном сооружении происходит снижение температуры за счет теплообмена с окружающей средой, главным образом путем теплопередачи и конвекции. В пленочных сооружениях тепличный эффект наблюдается в зависимости от *коэффициента пропускания* (отношение потока излучения, пропущенного данным телом, к потоку излучения, упавшему на тело; умножив его числовое значение на 100, коэффициент выражается в процентах) инфракрасных лучей используемой пленки. Так, поливинилхлоридная армированная пленка имеет коэффициент пропускания 5 %, а свободная (неармированная) поливинилхлоридная пленка – 10 %. В сооружениях, покрытых этими материалами, тепличный эффект возникает так же, как и под стеклом.

Стабилизированная или нестабилизированная полиэтиленовая пленка пропускает 70–80 % инфракрасных и 83–90 % световых лучей. Таким образом, здесь имеются два источника получения тепла. Вот почему при использовании полиэтиленовой пленки в солнечные дни в теплицах создается сильный перегрев. Зато в темное время суток, когда отсутствуют источники формирования тепла, такие теплицы сильно охлаждаются за счет обратного пропускания в атмосферу до 80 % длинноволнового излучения.

Порядок выполнения работы. Получив индивидуальное задание от преподавателя рассчитать потери тепла, тепло вносимое в теплицу и приход радиации. Выполнив, результаты записать в рабочую тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Как определяют потери тепла в теплице? Каков принцип расчета потребности в тепле?
2. На чем основан тепличный эффект в защищенном грунте? Что собой представляет солнечный обогрев и какова его роль
3. Перечислите приходные и расходные составляющие тепловых потоков.
4. Что собой представляет тепловой баланс культивационного сооружения?

Например: определить потери тепла в теплице объемом 3445,5 м³ за 10 час при внутренней температуре 22⁰С, и снаружи – -24⁰С.

$$Q = S \times H (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) \times k \times K_{\text{шпф.}} = 3445,5 \times 10 \text{ час} * 46 * 4,8 * 1,2 = 1587686,4 \text{ ккал.}$$

Пример:

$g = (Q_2 : g) \text{ кг/ч} = 158768,6 \text{ (часовой расход тепла) : } 8000 \text{ (теплотворная способность природного газа)} = 19,84 \text{ ккал}$

Пример:

$$Q_{\text{вал}} = q \times A \times 600 \text{ кал/ч} = 130 \times 710,4 \times 600 \text{ кал/ч} = 55411200 \text{ кал/час}$$

ТЕМА 5. МИКРОКЛИМАТ В ЗАЩИЩЁННОМ ГРУНТЕ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Цель занятия:

Закрепить и конкретизировать теоретические знания о тепловом, и световом режиме при выращивании овощных культур в различных видах культивационных сооружений.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задание:

1. Составить таблицу оптимальных температур для основных овощных культур, выращиваемых в защищенном грунте.

Общие сведения. Микроклиматом называется совокупность физических параметров воздушной и корнеобитаемой среды в отдельных культивационных сооружениях.

Микроклимат в теплицах создается действием всех систем технологического оборудования - отопительной, вентиляционной, поливной, внесением удобрений, подкормкой углекислым газом, искусственным освещением; на него оказывают также влияние климатические факторы и фитоценоз.

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

Овощные культуры защищенного грунта по требовательности к теплу делятся на 3 группы (по Брызгалову 1983).

1. Требовательные к теплу растения ($t_{\text{opt}} = 23 + 5^{\circ}\text{C}$) - растения из семейства Тыквенные и Пасленовые, фасоль.

2. Культуры, для которых необходима умеренная температура ($t_{\text{opt}} = 14 + 2^{\circ}\text{C}$) - растения из семейства Капустные, укроп, салат, шпинат.

3. Растения, требующие пониженной температуры ($t_{\text{opt}} = 4 + 2^{\circ}\text{C}$). К ним относятся доращиваемые культуры.

Для каждой культуры существует определенный предел температур, ниже и выше которого изменяется интенсивность фотосинтеза. Так, для холодостойких культур максимальная интенсивность фотосинтеза наблюдается при температуре 17 - 20⁰С, у требовательных к теплу при температуре 25 - 30⁰С.

Кроме того овощные растения в зависимости от вида, сорта, фазы роста, интенсивности освещения и способа выращивания предъявляют различные требования и к температуре воздуха.

Свет – ведущий энергетический фактор в защищенном грунте. Он в значительной степени определяет возможные сроки использования культивационных сооружений. Световой режим определяется солнечной радиацией (кроме светокультуры).

Различают прямую солнечную радиацию и рассеянную. Интенсивность ее зависит от высоты стояния солнца, чистоты атмосферы, облачности. Сумму прямой и рассеянной солнечной радиации называют *суммарной радиацией*. Поток солнечной энергии, приходящей на перпендикулярную поверхность в единицу времени, называют интенсивностью радиации и выражают в Дж/см²*мин или Вт/см².

Большинство тепличных растений в зависимости от физиологических особенностей растет и плодоносит при освещенности 8 – 12 тыс. лк.

Требовательность к свету может изменяться у одной и той же культуры в зависимости от выращивания (посев семян, рассадный способ, выгонка, доращивание и др.).

Таблица 7 . Агротехническая группировка овощных культур по требовательности к свету с учетом способов выращивания в защищенном грунте (по В. А. Брызгалову)

Группа	Культуры и способ выращивания	Минимальная освещенность, тыс. лк.	Продолжительность освещения, ч/сут., при указанной интенсивности
Первая	Все культуры при выращивании их посевом и рассадным методом	5–6	8–10
Вторая	Все овощные культуры при выращивании их методами доращивания, выгонки, консервации и задержанной культуры (кроме растений третьей группы); вешенка	0,5–2	5–6
Третья	Шампиньон; салатный цикорий, ремень, отбеленная спаржа при выгонке; салат ромэн, лук порей, цветная капуста (при средней массе одного растения 0,8...1 кг), брюссельская капуста при доращивании	Без света	

Продолжительность дня и освещенность в осенне-зимние месяцы определяют возможность выращивания в эти сроки основных тепличных культур (огурец и томат).

Наряду с освещенностью рост растений и формирование урожая зависит от долготы дня.

Различают растения длинного, короткого и нейтрального дня. К растениям длинного дня относят капустные культуры, салат, шпинат, редис, укроп, морковь, свекла, лук; короткого – томат, перец, огурец; нейтрального – фасоль, картофель, некоторые сорта огурца.

Таблица 8. Фотопериодическая реакция овощных растений

Культура		Отношение к длине дня
Огурец	<i>Cucumis sativus</i>	Короткодневный
Томат	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	Нейтральный, короткодневный
Перец	<i>Capsicum annuum</i>	Нейтральный
Баклажан	<i>Solarium melongena</i>	Нейтральный
Дыня	<i>Cucumis melo</i>	Нейтральная
Арбуз	<i>Citrullus vulgaris</i>	Короткодневный
Фасоль	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Короткодневная, нейтральная
Капуста китайская	<i>Brassica chinensis</i>	Длиннодневная
Капуста пекинская	<i>Brassica pekinensis</i>	Длиннодневная
Редис	<i>Raphanus sativus var. Sativus</i>	Длиннодневный
Шпинат	<i>Spinacia oleracea</i>	Длиннодневный
Укроп	<i>Anethum graveolens</i>	Нейтральный
Салат кочанный	<i>Lactuca sativa var. Capitata</i>	Длиннодневный
Цикорий	<i>Cichorium intybus var. Foliosum</i>	Длиннодневный
Кукуруза	<i>Zea mays</i>	Короткодневная

Освещенность в теплице в течение года складывается неодинаково и тесно связана с условиями естественной освещенности в той или иной зоне.

При недостаточной, для производства рассады, естественной освещенностью в зимние месяцы необходимо дополнительное освещение.

Различают два способа применения электрического света при выращивании растений:

- а) дополнительное к естественному, или электродосвечивание;
- б) как единственный источник света, или электросветокультура.

Наиболее экономически эффективно досвечивание, особенно рас­сады, поскольку оно продолжается короткий период (25–50 дней) и облучению подвергается сразу большое количество растений (25–100 и более), размещенных на 1 м² площади.

Сейчас широко практикуется выращивание растений только на искусственном освещении (электросветокультура).

Чтобы растения могли более рационально использовать свет, для каждой культуры подбирают оптимальные площади питания, способы формирования растений, применяют шпалерный способ культуры.

Существенного улучшения использования света достигают за счет выведения новых сортов, способных расти и плодоносить при низкой или, наоборот, высокой освещенности.

Порядок выполнения задания

Ознакомьтесь с системой регулирования температурного режима, оборудованием и приборами. Пользуясь справочной и учебной литературой, составить таблицу оптимальных температур для основных тепличных культур. Данные занести в табл. 9. Пользуясь справочной и учебной литературой, проклассифицировать культуры по требовательности к освещенности в различные фазы роста и развития, длине дня. Данные занести в табл. 10.

Т а б л и ц а 9. Основные параметры температур при выращивании культур в защищенном грунте (зимняя теплица, по, з-в-о, пленочные теплицы)

Культура	Требовательность к теплу	Температура, °С					
		воздуха			субстрата		
		opt	min	max	opt	min	max
Огурец							
Томат							
Перец							
Баклажан							
Салат							

В рассадный период

После высадки

В период роста и плодоношения

В конце оборота

Т а б л и ц а 10. Группировка овощных культур по отношению к длине дня и освещенности

Группа	Культур и способ выращивания	Мин. освещенность, тыс. лк	Минимальная продолжительность освещения, ч./сут	Отношение растений к длине дня

Контрольные вопросы

1. Что такое «фитомониторинг». Каковы его задачи?
2. Что собой представляет микроклимат в защищенном грунте, его регулирование?
3. На чем основывается система управления микроклиматом в культивационных сооружениях?
4. Охарактеризуйте тепловой режим и его значение.

ТЕМА 6. РЕЖИМ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА И ВОЗДУХА

Цель занятия:

Закрепить теоретические знания о водном режиме тепличных культур, научиться определять сроки и устанавливать нормы полива.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задания:

1. Определить сроки полива основных культур в сооружениях защищенного грунта.
2. Рассчитать нормы полива тепличных растений.

Общие сведения. Влажность субстрата (почвогрунта) и воздуха влияет на особенности роста и развитие растений. Регулируя их параметры в культивационных сооружениях, можно направленно изменять процессы роста и развития растений. Требовательность овощных культур к влажности грунтов определяется их экологическими особенностями, величиной и характером листовой поверхности, развитием корневой системы, продолжительностью периода вегетации.

Количество воды, необходимое для получения урожая 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. Названные показатели, характеризующие водный режим растений, изменяются в зависимости от культуры сорта, продолжительности периода выращивания, интенсивности солнечной радиации, условий микроклимата, применяемой агротехники.

В разные фазы роста требования овощных растений к влаге неодинаковы. Принято считать, что для большинства овощных культур влажность грунта должна в среднем составлять 70% НВ. Особенно требовательны зеленые культуры и рассада. 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 (по Павлову, 1983).

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

Норма полива зависит от культуры и периода выращивания. Для огурца минимальная норма полива дождеванием составляет 3 – 4, томата – 6 – 8 л/м². При этом необходимо учитывать и особенности тепличных грунтов.

Зная величины оптимальной и фактической влажности почвогрунта 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 - масса слоя субстрата, т/га;

10 - коэффициент пересчета воды на литры.

Пример. Оптимальная влажность почвогрунта в период плодоношения огурца – 90%, фактическая влажность – 79% НВ. Масса слоя почвогрунта 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.

Для нормирования поливов можно пользоваться рекомендациями (табл. 10) по примерным поливным нормам.

Т а б л и ц а 10. Поливной режим огурца и томата в зимне-весеннем обороте (для условий 3-й световой зоны. В.А.Брызгалов,1983 г)

Месяц	Количество поливов		Поливная норма, л/м ²	
	Огурец	Томат	Огурец	Томат
Январь	8-10	-	2-3	-
Февраль	10-12	4-6	4-5	6-8
Март	14-16	8-10	4-5	8-10
Апрель	18-22	10-12	5-6	8-10
Май	24-28	10-12	5-6	10-12
Июнь	26-30	13-15	5-6	10-12
Июль	-	13-15	-	10-12

Наиболее совершенными считаются дождевание и капельный полив. Кроме влажности грунта, для тепличных культур имеет относительная влажность воздуха (ОВВ).

Относительная влажность воздуха является фактором среды, тесно связанным как с температурным, так и сводным режимом растения.

Для огурца оптимальный уровень ОВВ в блочных теплицах равен 75 – 80, а для томата – 60 – 65%. ОВВ дифференцируют по фазам роста и развитие растения.

Одно из основных условий получения высоких урожаев овощей при выращивании гидропонным методом является регулярное снабжение растений водой (питательным раствором).

В зависимости от периода вегетации и вида овощной культуры суточная потребность в воде составляет 0,6–2,4 л на одно растение, или 1,5–6,0 л/м².

Для обеспечения благоприятного водно-воздушного режима субстрата, полив проводят ежедневно, подавая суточную норму не целиком за один полив, а разбив ее на 2–18 циклов с учетом нормы полива, вида субстрата и его количества в расчете на одно растение.

Нормы полива рассчитывают в зависимости от солнечной радиации теплового излучения труб и ассимиляционного аппарата растений (табл. 11).

Т а б л и ц а 11. **Водопотребление растений в зависимости от притока солнечной радиации (Q)**

Суммарная солнечная радиация (Q), Дж/см ²	Водопотребление, л/м ² в сутки	Суммарная солнечная радиация (Q, Дж/см ²	Водопотребление, л/м ² в сутки
200	0,4	1600	2,9
400	0,7	1800	3,3
600	1,1	2000	3,6
800	1,4	2200	3,9
1000	1,8	2400	4,2
1200	2,2	2600	4,5
1400	2,5	2800	4,8

Т а б л и ц а 12. **Водопотребление по периодам обогрева в зависимости от притока тепловой энергии отопительных труб (Q_н)**

Период обогрева	Водопотребление, л/м ² в сутки	Период обогрева	Водопотребление, л/м ² в сутки
1/1–14/1	1,20	12/III–25/III	1,00
15/1 – 28/1	1,15	26/III–8/IV	0,90
29/1–11/II	1,15	9/IV–22/IV	0,80
12/II–25/II	1,10	23/IV–6/V	0,60
26/II–11/III	1,00	7/V–20/V	0,40
		21/V–8/VI	0,10

Т а б л и ц а 13. Коэффициент испаряющей поверхности растений, коррелирующий с их высотой (K_p)

Высота растений, см	Коэффициент (K_p)	Высота растений, см	Коэффициент (K_p)
20	0,18	120	0,68
40	0,28	140	0,78
60	0,38	160	0,88
80	0,48	180	1,00
100	0,58	-	-

Норму полива рассчитывают по формуле

$$\Sigma = (Q + Q_{л}) K_p,$$

где Σ – суммарное водопотребление (норма полива), л/м²; Q – водопотребление, зависящее от притока солнечной радиации, л/м² в сутки; $Q_{л}$ – водопотребление, зависящее от притока тепловой энергии системы обогрева, л/м² в сутки; K_p – коэффициент испаряющей поверхности растения.

Пример 1

Высота растения 60 см.

Период обогрева 8 февраля.

Суммарная солнечная радиация 600 Дж/см².

Водопотребление (Q) при 600 Дж/см² (см. табл.) равно 1,10 л/м² в сутки.

Водопотребление в зависимости от притока тепловой системы обогрева – $Q_{л}$ (см. табл.) равно 1,15 л/м² в сутки. Общая величина водопотребления 2,25 л/м² в сутки. При высоте растения 60 см $K_p = 0,38$; норма полива составляет $2,25 \times 0,38 = 0,86$ л/м² в сутки.

Пример 2

Высота растения 180 см. Период обогрева 25 апреля.

Суммарная солнечная радиация 1800 Дж/см².

Водопотребление при 1800 Дж/см² – 3,30 л/м² в сутки.

Водопотребление в зависимости от притока тепловой энергии системы обогрева 0,60 л/м² в сутки. Общая величина водопотребления 3,90 л/м² в сутки.

В фазе полного развития листовой массы, когда высота растений достигает 140-180 см и более, делают поправку на мощность ассимиляционной поверхности растений и рассчитанную по формуле

поливную норму увеличивают на 7-10%. В данном примере 10%, что составляет $0,4 \text{ л/м}^2$ в сутки.

Норма полива: $3,9 + 0,4 = 4,30 \text{ л/м}^2$ в сутки.

Для культуры огурца в первые 30-40 дней после посадки влажность в зависимости от погодных условий поддерживается на уровне 70–80%, в следующие 20–25 дней – 75–85%, в дальнейшем – 85–95% наименьшей влагоемкости (НВ). Для культуры томата первые 45–50 дней влажности должна составлять 65–75%, в дальнейшем – 75–85% НВ.

Для контроля за влажностью субстрата на одной из секций каждого участка, поливаемого с помощью клапана, еженедельно отбирают образцы субстратов в пятикратной повторности. Их берут на расстоянии 10–15 см от капельницы (на минеральной вате влага равномерно распределяется по всей ширине и длине плиты). При разбивке нормы полива на несколько доз в день достигается более равномерное распределение солей по профилю плиты, что благоприятно влияет на развитие корневой системы растений. В пасмурную погоду число поливов уменьшают, а в солнечную увеличивают. При излишне высокой норме полива происходит промывка субстрата и образуется большой дренажный сток, чего допускать не следует. Оптимальное решение вопроса возможно при использовании компьютера. Водопотребление овощных культур весьма велико и существенно меняется по месяцам.

Порядок выполнения работы. Исходные данные получить от преподавателя. Ознакомиться с основными расчетами по определению норм полива тепличных растений, определить сроки полива.

Рассчитать нормы полива для огурца – оптимальная влажность почвогрунта 90% НВ, фактическая влажность 68% НВ, плотность почвогрунта $0,45 \text{ г/см}^3$; томат – соответственно 78;65% и $0,70 \text{ г/см}^3$; перец – 72; 56% и $0,81 \text{ г/см}^3$.

Рассчитать водопотребление овощных культур в зависимости от суммарной солнечной радиации и притока тепловой системы обогрева.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит требовательность овощных культур к влажности грунтов?
2. Перечислите показатели, характеризующие водный режим.

3. Назовите периоды, характеризующие влажность субстрата при выращивании огурца и томата в зимне-весенней культуре.
4. Охарактеризуйте принцип определения дефицита влаги и нормы полива для овощных культур в защищенном грунте.

ТЕМА 7. РАССАДНЫЙ МЕТОД В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Цель занятия:

Ознакомиться с общими приемами и технологией выращивания рассады овощных культур для защищенного грунта. Составить агротехнический план выращивания рассады основных овощных культур, возделываемых в открытом грунте.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задания:

1. Изучить основные технологические приемы и способы выращивания рассады овощных культур.
2. Ознакомиться с видами и составом питательных смесей для выращивания рассады.
3. Рассчитать количество рассады на заданную площадь.
4. Установить срок посева семян на рассаду, площадь для выращивания рассады с учетом расстановки, продолжительность выращивания, потребность в семенах.
5. Определить способ выращивания рассады, время высадки на постоянное место.

Общие сведения. Рассадой называют молодые растения, полученные при загущенном посеве и предназначенные для посадки на постоянное место в открытый или в защищенный грунт.

При этом по сравнению с посевом семян в открытый грунт создается "забег" в развитии растений, который позволяет получить более ранний урожай овощей, удлинить период плодоношения.

Главное преимущество рассадного метода – получение раннего урожая за счет "забега" в росте и развитии растений по сравнению с посевом на постоянное место. Величина забега зависит от агротехники, применяемой в рассадный период.

При выращивании рассадным методом расход семян уменьшается в 3 – 7 раз по сравнению с посевом на постоянное место. Для выращивания рассады используют различные виды культивационных сооружений.

Выращивают рассаду *двумя способами*: с пикировкой и без пикировки, путем прямого посева семян.

В первом случае семена относительно густо высевают в посевные ящики или на гряды, где получают всходы (сеянцы), которые через

несколько дней после их появления пересаживают (пикируют) в контейнеры или грунт. Пикировка позволяет сэкономить площадь в период подготовки сеянцев, отобрать наиболее сильные из них и выбраковать слабые и больные.

Рассаду для теплиц и других сооружений защищенного грунта выращивают в специальных рассадных отделениях и теплицах, оборудованных подпочвенным и воздушным обогревом, а в зонах с недостаточной освещенностью в зимнее время и установками дополнительного искусственного освещения (электрооблучения).

Для зимне-весенней культуры рассаду выращивают в конце и начале года, в период наиболее низкой освещенности и температуры.

В защищенном грунте применяют рассаду, выращенную только в контейнерах (торфяные кубики, торфоплиты, полиэтиленовые горшки; пресованные из торфа; пленочные мешочки).

Рассаду огурца выращивают путем прямого посева протравленных и прогретых сухих или предварительно проросших семян в горшки и кубики или путем пикировки сенцев, выращенных в опилках.

Посадку проводят рассадой, имеющей пять - шесть крупных листьев, высотой 20 – 25 см, массой 20 – 35 г.

После того как листья сомкнутся и растения будут затенять друг друга, проводят расстановку рассады (густоту стояния со 100 шт. уменьшают до 25 – 30 шт/м²).

Рассаду томата выращивают для зимне-весенней, весенне-летней, летне-осенней и переходной тепличной культуры, а также для культуры на утепленном грунте.

Рассаду выращивают в горшках и кубиках. Время выращивания для каждого типов культуры неодинаково. Для обеспечения оптимального светового режима применяют расстановку рассады и дополнительное электрооблучение в зимне-весенней культуре.

Расстановку проводят через 27 – 30 дней после появления всходов. На 1 м² размещают до 30 растений.

Рассада перца необходима для зимне-весенней, весенне-летней тепличной культуры, а также для выращивания на утепленном грунте.

Пример расчета площади для выращивания рассады томата.

1. Площадь 1 га
2. Схема посадки рассады на постоянное место (100+60) × 50 см
3. Площадь питания одного растения 0,40 м²
4. Количество растений на заданную площадь – 25000 раст.
5. С учетом страхового фонда (5%) 26250 раст.

6. Требуется площади защищенного грунта при деловом выходе рассады с $1 \text{ м}^2 - 26250:100 = 262,5 \text{ м}^2$
7. Сколько сеянцев $262,5 \times 125 \text{ растений} = 32812 \text{ шт.}$
8. Площадь под сеянцами $32812: 1500 = 22 \text{ м}^2$
9. Требуется семян $22 \times 10 \text{ г} = 220 \text{ г}$
10. Площадь при 1-й расстановке – $262,5 \times 25\% = 328,12 \text{ м}^2$
11. При 2-й расстановке – $262,5 \times 4 \text{ раза} = 1050 \text{ м}^2$.

Порядок выполнения работы. Разработать план мероприятий по выращиванию рассады овощных культур. Перечислить требования, предъявляемые к качеству рассады, произвести соответствующие расчеты, заполнить табл. 12.

Получив индивидуальное задание от преподавателя, ознакомиться с основными способами, технологией выращивания рассады и определить: выход рассады для открытого грунта из зимних и весенних теплиц, площадь рассадного отделения, необходимое количество семян. Полученные данные занести в табл. 14 – 17 .

Т а б л и ц а 14. Типы защищенного грунта для производства рассады овощных культур открытого грунта

№ п.п.	Наименование защищенного грунта	Площадь, м ²		Способ обогрева	Примечание
		для рассады	для сеянцев		
1.	Пленочные теплицы				
2.	Пленочные укрытия				
3.	Рассадники				

Т а б л и ц а 15. Выращивание рассады для защищенного грунта

Культура	Площадь, га	Рассадный период, дней	Выход рассады с 1 м ²	Расход семян, г/м ²	Срок посева семян

Т а б л и ц а 16. Расчет потребности площади рассадного отделения для выращивания рассады* (страховой фонд – 15%), м²

Показатели	Культура		
Площадь, га			

Схема размещения Количество растений на 1 м ² в различных фазах роста: шт. сеянцы до расстановки рассады, после первой расстановки рассады после второй расстановки Требуется площади для выращивания, м ² сеянцев рассады после первой расстановки после второй расстановки			
---	--	--	--

Т а б л и ц а 17. Условия выращивания овощных культур в защищенном грунте

Показатели	Культура		
Температура в течение 5-7 дней после появления всходов, °С: днем ночью Место высадки рассады Срок высадки Температура после высадки на постоянное место, °С: в солнечный день в пасмурный день ночью Относительная влажность воздуха, %			

Контрольные вопросы

1. Назовите методы, которые применяют при возделывании овощных культур в защищенном грунте.
2. Какие виды подготовительных работ выполняют в защищенном грунте перед посадкой новой культуры?
3. Каково значение рассадного метода культуры? Назовите сроки и способы выращивания рассады.

ТЕМА 8. СУБСТРАТЫ И СИСТЕМА ПИТАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Цель занятия:

Ознакомиться с основными видами субстратов, применяемых для выращивания рассады и овощных культур. Овладеть методикой определения потребности в субстратах (почвогрунтах) для защищенного грунта.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задание:

1. Дать характеристику субстратам, применяемых при выращивании томата, огурца и других овощных культур.
2. Установить потребность в необходимом количестве субстрата (почвосмесей) для весенних пленочных теплиц на заданную площадь в процентном и весовом соотношении.
3. Рассчитать необходимое количество плит минеральной ваты на заданную площадь для томата, огурца, их объем, исходя из размеров.

Общие сведения. В сооружениях защищенного грунта урожайность овощных культур в несколько раз выше, чем в открытом грунте, и значительно выше потребление из почвы питательных веществ. При этом для выращивания растений предоставляется сравнительно небольшой объем корнеобитаемого грунта (или субстрата), который интенсивно используется.

Корнеобитаемые среды в теплицах называют **субстратами**. Оптимизация минерального питания тепличных культур в значительной степени зависит от физико-химических свойств субстрата, от его способности минимально обеспечивать растения элементами питания, водой, а корневые системы – воздухом.

В защищенном грунте (пленочные теплицы) используют, в основном, насыпные почвенные смеси (почвенный грунт), органические и минеральные субстраты. Они должны обладать высокой влагоемкостью, буферностью, воздухопроницаемостью, почвенной поглощательной способностью, быть свободными от вредителей и болезней, выдерживать длительный срок эксплуатации.

Все субстраты для защищенного грунта можно условно разделить на несколько типов.

Собственно почва – высокоплодородная и удобренная органическими и минеральными удобрениями. Используют в пленочных теплицах, тоннелях.

Почвенные смеси (грунты). В качестве компонентов для их приготовления используются почва, торф, органические и минеральные удобрения, другие материалы. Применяют в современных теплицах с насыпным грунтом, в пленочных сооружениях.

Заменители почвы растительного органического происхождения (древесные опилки, дробленая кора, солома, верховой торф, отходы гидролизной промышленности) – в основном, быстро разлагающиеся материалы.

Искусственные субстраты (минеральная вата, гравий, керамзит, перлит, вермикулит, и др.). Питание растений происходит за счет питательных растворов.

Почва (субстрат, грунт), как физическое тело, состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена минеральными и органическими веществами, жидкая – водой с растворенными в ней соединениями (почвенный раствор), газообразная – воздухом.

Соотношение фаз может изменяться в зависимости от рыхлящих материалов. В почвогрунтах с содержанием 10 % органического вещества соотношение твердой, жидкой и газообразной фаз составляет 1:1:1.

При выращивании овощных растений в теплицах большое значение имеют и физические свойства почвогрунтов. Основными показателями, определяющими водно-физические свойства тепличного грунта, являются следующие: плотность, плотность твердой фазы, пористость.

Плотность твердой фазы (удельная масса) – это отношение массы твердой фазы грунта в абсолютно сухом состоянии к массе равного объема воды. Таким образом, удельная масса – это масса (в граммах) одного кубического сантиметра твердой фазы абсолютно сухого грунта.

Этот показатель у тепличных грунтов зависит от содержания органического вещества, структуры, гранулометрического состава, сложности и пористости.

Тепличные почвогрунты считаются рыхлыми, если их плотность находится в пределах $0,9-0,95 \text{ г/см}^3$, с нормальной плотностью – $0,95-1,15$, плотные – $1,15-1,25$, сильно плотные – $1,25 \text{ г/см}^3$ и выше.

Оптимальная плотность для тепличных культур составляет: огурец – 0,5 г/см³, томат – 0,8, кочанный салат – до 1, рассада – 0,5 г/см³.

Величина удельной массы минеральных почв колеблется от 2,50 до 2,65. У торфов удельная масса изменяется, в зависимости от степени разложения и зольности – от 1,4 до 1,7 г/см³.

Плотность – это масса абсолютно сухой единицы объема грунта в естественных условиях.

Объемная масса (ОМ) грунта зависит от гранулометрического состава минеральной части, содержания органического вещества и сложения. Объемная масса пахотного слоя минеральных почв колеблется от 0,8 до 1,6 г/см³; объемная масса торфяных почв – от 0,04–0,08; у целинных верховых болотных почв до 0,2–0,3; у старопашотных низинных болотных почв.

Плотность и плотность твердой фазы тепличного почвогрунта могут служить признаками, указывающими на содержание в нем органического вещества, на его структуру, пористость.

Сквозность, или пористость – это суммарный объем пор между частицами твердой фазы грунта в единице объема. Величина общей сквозности рассчитывается по объемной массе и плотности твердой фазы в процентах от объема:

$$Ск, \% = (1 - ОМ/УМ) \times 100, \quad (10),$$

где: Ск – сквозность; ОМ – объемная масса; УМ – удельная масса.

Выражают ее в процентах от объема почвогрунта. Пористость тепличных почвогрунтов с высоким содержанием гумуса равняется 50–70 %.

Определение сквозности имеет большое агрономическое значение, так как она обуславливает такие свойства, как влагоемкость, водопроницаемость и определяет направление и интенсивность биохимических процессов в почве.

Сквозность аэрации – это часть сквозности грунта, заполненная воздухом. Она соответствует разности между объемом общей сквозности и объемом воды, которая содержится в грунте в момент определения сквозности.

Сквозность аэрации (Аэ) вычисляют по данным общей сквозности, фактической влажности и плотности грунта и выражают в процентах по отношению к общей сквозности по формуле

$$Аэ = Ск - (ОМ \times a), \quad (11),$$

где: Ск – общая сквозность, %; ОМ – объемная масса, г/см³;
а – влажность грунта, % на сухую почву.

Удельную массу вычисляют по формуле:

$$УМ = A/(A + B - C), \quad (12),$$

где: УМ – удельная масса, г/см³; А – масса абсолютно сухой почвы, г; В – масса пикнометра с водой, г; С – масса пикнометра с водой и почвой, г.

Формула для определения массы абсолютно сухой почвы:

$$A = a*100/100+Г, \quad (13),$$

где: а – навеска воздушно-сухой почвы, г;

Г – гигроскопическая влага, %.

Рассчитывают объемную массу или плотность (г/см³) по формуле:

$$ОМ = A - 100/(100 + a) \times V, \quad (14),$$

где: А – масса влажной почвы в объеме цилиндра, г;

а – влажность почвы, % на сухую навеску;

V – объем цилиндра = $\pi r^2 h$.

При длительном использовании тепличных грунтов ухудшаются их физические свойства. Увеличивается их плотность, уменьшается общая пористость, значительно возрастает капиллярная пористость, в связи с чем ухудшается водно - воздушный режим. Поэтому в тепличный грунт необходимо вносить органические удобрения, особенно навоз. Их применение улучшает физические свойства почвогрунтов.

Состав и свойства тепличных грунтов определяют наличием требуемых компонентов (табл. 18).

Т а б л и ц а 18. Состав и свойства тепличных грунтов

Физические свойства грунтов	Типы грунтов		
	Органические	Органо-мнеральные	Минеральные
Состав, % объема	Торф 60–70, древесные отходы 10 – 20, навозный компост 10 – 20	Торф 50–60, полевая земля 10 – 30, навозный компост 10–20	Полевая земля 50–60, местные органические материалы 15–25, навозный компост 15–25
Содержание органического вещества, %	40–60	20–30	5–20
Плотность, г/см ³	0,2–0,4	0,3–0,6	0,6–1,0
Пористость общая, %	80–90	70–80	55–70
Пористость аэрации, %	25–30	20–25	20–25
ППВ, % объема	55–60	40–45	30–40
Соотношение фаз (твердая: жидкая: газообразная)	1:6:3	1:3:2	1:1:1

Тепличные грунты готовят в большом объеме, в пределах 3 тыс. м³/га. Рассадную смесь готовят в количестве около 100 м³/га ежегодно.

При составлении почвенной смеси принимают, что 1 м³ весит:

низинный торф	– 0,4 – 0,5 т;
верховой	– 0,25 – 0,3 т;
перегной	– 0,7 – 0,9 т;
компост	– 1 т;
дерновая полевая земля	– 1,2 – 1,5 т;
навоз	– 0,8 т;
песок	– 1,8 – 2,0 т;
опилки	– 0,15 – 0,2 т;
солома прессованная	– 0,14 т;

Питательные смеси заготавливают из расчета толщины почвенного слоя в грунтовых теплицах 30 см, добавляя 4 – 6 см на подсыпку в процессе выращивания томата и огурца.

Водные свойства субстрата (почвогрунта). *Влажность почвы* – количество воды, находящейся в данный момент в почве, выраженное в весовых или объемных процентах.

Влагоемкость – способность почвы поглощать и удерживать в себе то или иное количество воды.

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

Полная влагоемкость – количество влаги, удерживаемое почвой в состоянии полного насыщения при заполнении всех пор водой.

Полную влагоемкость вычисляют по скважности.

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

Определение влажности грунта. Для тепличных грунтов, характеризующихся высокой концентрацией элементов питания, а следовательно, достаточно высокой электропроводностью, наиболее подходящим методом определения влажности является весовой метод.

Влажность рассчитывают по формулам:

$$a = (A - B) / (B - C) \times 100, \text{ в \% на сухую почву} \quad (15),$$

$$a = (A - B) / (A - C) \times 100, \text{ в \% на сырую почву}, \quad (16),$$

где: А – масса стаканчика с грунтом до высушивания, г;

В – масса стаканчика с грунтом после высушивания, г;

С – масса пустого стаканчика, г.

Определение предельной полевой влагоемкости. Величина НВ используется для расчета норм полива. В начальный период вегетации огурца (до плодоношения) влажность почвы поддерживается на уровне 70 % ПВ, а в последующем – на уровне 90 %.

Определение физических параметров грунтов, используемых в теплицах, необходимо для осуществления контроля за влажностью аэрации, расчета норм полива и промывки грунтов.

Свойства тепличных грунтов зависят от их состава и соотношения компонентов (табл. 19).

Тепличные грунты готовят, как правило, из расчета 3000 м³ на 1 га. Рассадную смесь готовят в количестве около 100 м³ на 1 га ежегодно.

Порядок выполнения задания

Получив задание от преподавателя провести соответствующие расчеты.

Т а б л и ц а 19. Расчет в потребности почвогрунтов для выращивания культуры томата, огурца и перца (сводная таблица)

Показатели	Культура		
	Огурец	Томат	Перец

Площадь, га

Почвенный состав, %:

торф

дерновая земля

навоз

песок

опилки

Основной слой, см

На подсыпку, см

Требуется основных компонентов:

в процентном соотношении

весовом, т

Т а б л и ц а 20. Расчет в потребности в минеральной вате для выращивания томата, огурца и перца (сводная таблица)

Показатели	Культура		
	Огурец	Томат	Перец

Площадь, га

Минеральная вата:

Размер:
Длина
Ширина
Высота
Объем 1 мата, см³
Объем на всю площадь
Количество растений в 1 мате
Требуется матов на всю площадь

Пример расчета нормы полива.

Объемная масса (ОМ) = 0,5, т/м³.

Удельная масса (УМ) = 1,5, т/м³.

Объем грунта на 1 га при мощности слоя 30 см – 3000 м³, оптимальная влажность 55 % от ПВ, фактическая влажность 45 % от ПВ, общая скважность составит:

(Ск) = ПВ = 66,7% от объема, т. е. 2001 м³/га.

При оптимальной влажности = 2001 × 0,55 = 1100 м³/га.

При фактической влажности = 2001 × 0,45 = 900 м³/га.

Дефицит влаги составляет = 1100 – 900 = 200 м³/га = 20 л/м².

Промывная норма рассчитывается в зависимости от характера засоления по формуле

А. П. Розова:

$$M = P - m + nP,$$

где: P – запас воды при ПВ = Ск = 2001 м³/га, m – фактический запас = 900 м³/га, n – числовой коэффициент, зависящий от характера засоления и гранулометрического состава грунта; для тепличных грунтов он принимается от 0,25 до 0,5.

В нашем случае – M = 2001 – 900 + (0,25 · 2001) = 1101 + 500 = 1600 м³/га = 160 л/м².

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляют к субстратам при выращивании рассады?
2. Какие виды подготовительных работ выполняют в защищенном грунте перед посадкой новой культуры?

Тема 9. ОБЩИЕ ПРИЁМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОВОЩЕВОДСТВА ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА

Цель занятия:

Ознакомиться с общими агротехническими приемами возделывания овощных культур в культивационных сооружениях.

Материалы и оборудование:

Учебное пособие, методическая литература

Задание:

1. Указать, для каких культур применяют общие приемы агротехники.
2. Провести анализ подготовительных работ в защищенном грунте.
3. Провести соответствующие расчеты по выгонке лука репчатого на перо, рассчитать количество посадочного материала.

Общие сведения. Производство овощей в защищенном грунте обуславливается применением различных методов возделывания с учетом биологических особенностей растений и факторов внешней среды.

В защищенном грунте растения выращивают посевом семян, рассадой, доращиванием, выгонкой.

Посев семян на постоянное место. Применяют в основном при возделывании зеленых культур: редис, салат, укроп, шпинат, пекинская капуста. Их выращивают самостоятельной культурой и в качестве уплотнителей.

Рассадный метод. Рассадные культуры занимают до 92 – 95 % всей площади теплиц. Рассадой выращивают огурец, томат, перец, кочаный салат, цветную и пекинскую культуру и др.

Этот метод позволяет более интенсивно и рационально использовать площадь теплиц, получать продукцию в более ранние сроки, удлиняет период поступления овощей из защищенного грунта, повышает их урожайность.

Доращивание. Метод, при котором растения, не закончившее рост, пересаживают из открытого грунта в защищенный с целью получения товарной продукции.

Посадочный материал прикапывают осенью в теплицах и доращивают при температуре 2 – 6⁰С и влажности воздуха 85 – 90 % в течение 2 – 2,5 месяца. Доращивают цветную и брюссельскую капусту, сельдерей, петрушку, лук порей.

Выгонка. Формирование продуктивных органов за счет запаса питательных веществ растений после прохождения ими фазы покоя. Методом выгонки при температуре 18 – 22⁰С выращивают репчатый лук на лист, сельдерей, петрушку, свеклу, многолетние луки, щавель. Посадочный материал заготавливают заранее, который находится в хранилище при соответствующих режимах температуры и влажности воздуха.

Подготовительные работы в защищенном грунте. В процессе подготовки теплиц к посадке новой культуры выполняется ряд операций: очистка и обеззараживание тепличных конструкций, дезинфекции грунта, внесения удобрений, обработка грунта, укладка подпочвенных регистров, влагозарядковый полив (при необходимости).

Подготовительные работы включают в себя также монтаж электроустановок для облучения рассады, установок для подкормки растений углекислотой, подготовку посадочного материала.

Приемы ухода за растениями.

В общие приемы ухода за растениями входят обрезка главного стебля и боковых побегов (у высокорослых растений), прореживание густо размещенных растений, удаление пожелтевших, сильно пораженных болезнями листьев, а также деформированных плодов.

В общие приемы входят также поливы растений, подкормки, создание благоприятного воздушного и теплового режимов в культивационных сооружениях, очаговые обработки растений пестицидами при появлении заболеваний и вредителей. Поливы и подкормки, в том числе углекислотой, проводят в ясную погоду в утренние часы. В жаркую погоду применяют охлаждающие поливы.

Порядок выполнения задания. Разработать план агротехнических мероприятий по выращиванию овощных культур в защищенном грунте с учетом культуры, сорта. Указать основных вредителей и болезни, перечень профилактических и истребительных мероприятий с указанием срока проведения и культуры. Данные занести в рабочую тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Назовите преимущества новой технологии выращивания овощных культур
2. Перечислите основные направления развития овощеводства защищенного грунта
3. Какие виды подготовительных работ выполняют в защищенном грунте перед посадкой новой культуры?

ТЕМА 10. ГИДРОПОННЫЙ МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ЗАЩИЩЁННОМ ГРУНТЕ.

Цель занятий:

Ознакомиться с технологией возделывания овощных растений в теплицах.

Материалы и оборудование:

Учебная и методическая литература.

Задание:

1. Ознакомиться с основными видами гидропоники, их значением.
2. Составить агротехническую часть технологической карты выращивания огурца и томата в зимней теплице и весенних пленочных теплицах (для каждой культуры отдельно).

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

Гидропонный метод позволяет оптимизировать режим минерального питания и получать высокие урожаи, автоматизировать процессы полива и подкормок, легко бороться с корневыми инфекциями.

По классификации Г. И. Тараканова различают следующие виды гидропонных систем:

агрегатопоника – выращивание растений на твердых субстратах, обладающих небольшой влажностью. Тепличные хозяйства в качестве субстрата используют минеральную вату (малообъемная гидропоника);

хемотропоника – 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.

В течение всей вегетации, практически ежедневно, к растениям с поливной водой подаются питательные вещества. Их количество зависит от фазы развития растений и данных агрохимического анализа.

Потребность в этих элементах возрастает с увеличением вегетативной массы и завязыванием плодов.

Кроме того, потребление элементов питания зависит от погодных условий. Весной и летом растения поглощают больше азота, осенью и зимой – калия. Количество азота и калия в растворе и их соотношение изменяют в зависимости от освещенности, содержания питательных элементов в субстрате, состояния растений и количества плодов на растениях (N: K₂O = 1 : 1,8-2,2 для томата и 1 : 1,5 – 1,9 для огурца).

Для каждой культуры оптимальная концентрация питательного раствора различна: для огурца – 1,5–2,0 мСм/см, для томата – 2,0– 2,5 мСм/см.

Питательный раствор обязательно корректируется на содержание присутствующих в воде K, Ca, Mg, SO₄²⁻, NO₃. 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 (H₃PO₄) или азотную (HNO₃) кислоты.

Количество кислоты рассчитывается по содержанию бикарбонатов (HCO₃). На 1 ммоль HCO₃ в воде необходимо наличие 1 ммоль кислоты.

Содержание бикарбонатов, превышающих суммарное содержание ионов кальция и магния, вызывает значительное повышение pH корне-

обитаемой среды. Их нейтрализуют путем внесения ортофосфорной или азотной кислот.

При этом нейтрализуют не все бикарбонаты. Оставляют свободным около 1 мэкв HCO_3 (61 мг/л), чтобы обеспечить буферность раствора. Когда используют физиологически кислые соли или соли, которые при гидролизе подкисляют раствор, свободным оставляют дополнительно еще 1 мэкв HCO_3 , т. е. всего 2 мэкв HCO_3 (122 мг/л).

Кислоты и бикарбонаты взаимодействуют в эквивалентных количествах, т. е. 1 мэкв H_3PO_4 (соответственно HNO_3) реагирует с 1 мэкв HCO_3 :

$$1 \text{ мэкв } \text{HCO}_3 = 61 \text{ мг,}$$

$$1 \text{ мэкв } \text{H}_3\text{PO}_4 = 98 \text{ мг,}$$

$$1 \text{ мэкв } \text{HNO}_3 = 63 \text{ мг.}$$

Учитывая, что 61 мг/л HCO_3 реагирует с 98 мг/л 100 %-ной H_3PO_4 или с 63 мг/л HNO_3 , находим, что количество фосфорной кислоты в 1,6 раза, а азотной – в 1,03 раза больше количества бикарбонатов, которое надо нейтрализовать:

$$\text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 1,6 = \text{мг/л } 100 \text{ \% -ной } \text{H}_3\text{PO}_4 ,$$

$$\text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 1,03 = \text{мг/л } 100 \text{ \% -ной } \text{HNO}_3 .$$

Для расчета необходимого количества кислоты можно также использовать следующие формулы:

Для ортофосфорной кислоты:

$$A_1 = a \times 98/61 \times 100/K, \quad (17),$$

где: A_1 — количество ортофосфорной кислоты (мг/л); a — количестве нейтрализуемых бикарбонатов (мг/л); K – концентрация применяемой кислоты (%).

Для азотной кислоты:

$$A_2 = a \times 63/61 \times 100/K, \quad (18),$$

где: A_2 – количество азотной кислоты (мг/л); a – количество нейтрализуемых бикарбонатов (мг/л); K – концентрация применяемой кислоты (%).

В практике используют более разбавленные кислоты и соответственно расходуют большее их количество: при 77 %-ной концентрации – в 1,3 раза, при 45 %-ной – в 2,2 и при 37 %-ной – в 2,7 раза по сравнению с 100 %-ной кислотой:

$$\text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,08 = \text{мг/л } 77 \text{ \% -ной } \text{H}_3\text{PO}_4 ,$$

$$\text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 3,52 = \text{мг/л } 45 \text{ \% -ной } \text{H}_3\text{PO}_4 ,$$

$$\text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 4,32 = \text{мг/л } 37 \text{ \% -ной } \text{H}_3\text{PO}_4 ,$$

$$\begin{aligned} \text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 1,33 &= \text{мг/л } 77 \text{ \% -ной } \text{HNO}_3, \\ \text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,27 &= \text{мг/л } 45 \text{ \% -ной } \text{HNO}_3, \\ \text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,78 &= \text{мг/л } 37 \text{ \% -ной } \text{HNO}_3. \end{aligned}$$

Пример 1. Вода, используемая для приготовления питательного раствора, содержит 99,2 мг/л HCO_3 (1,6 мэкв). Необходимо нейтрализовать $99,2 - 61 = 38,2$ мг/л HCO_3 . В зависимости от концентрации кислоты рассчитывают ее количество, необходимое для нейтрализации. При работе с 77 %-ной H_3PO_4 или 45 %-ной HNO_3 получают:

$$38,2 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,08 = 79,5 \text{ мг/л } 77 \text{ \% -ной } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ или } 38,2 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,27 = 86,7 \text{ г/л } 45 \text{ \% -ной } \text{HNO}_3.$$

Таким образом, для приготовления 1000 л маточного раствора, во 100 раз более концентрированного, чем рабочий, необходимо 7,95 кг 77 %-ной H_3PO_4 или 8,67 кг 45 %-ной HNO_3 .

В практике удобнее применять ортофосфорную кислоту, так как она служит хорошо растворимым источником фосфора. При высокой концентрации HCO_3 используют одновременно и ортофосфорную, и азотную кислоты, чтобы избежать избыточного накопления фосфора в питательном растворе. При этом 91,5 мг/л (1,5 мэкв) HCO_3 нейтрализуют H_3PO_4 , а остальное – HNO_3 .

Пример 2. Если вода содержит 230,3 мг/л HCO_3 (3,8 мэкв), нужно нейтрализовать $230,3 - 61 = 169,3$ мг/л HCO_3 . Тогда 91,5 мг/л (1,5 мэкв) бикарбонатов нейтрализуют ортофосфорной кислотой, а остальные 77,8 мг/л (1,3 мэкв) – азотной:

$$\begin{aligned} 91,5 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,08 &= 190,3 \text{ мг/л } 77 \text{ \% -ной } \text{H}_3\text{PO}_4, \\ 77,8 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,27 &= 176,6 \text{ мг/л } 45 \text{ \% -ной } \text{HNO}_3. \end{aligned}$$

Пример 3. Необходимо нейтрализовать 2,4 мМ HCO_3 – (146 мг/л).

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

$1,5 \text{ мМ/л} \times 61 = 91,5 \text{ мг/л}$ – количество бикарбонатов, которые требуется нейтрализовать ортофосфорной кислотой;

$0,9 \text{ мМ/л} \times 61 = 54,9 \text{ мг/л}$ – количество бикарбонатов, которые требуется нейтрализовать азотной кислотой.

В наличии имеется 65 %-я ортофосфорная кислота и 59 %-я 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, необходимо 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 рН рабочего раствора, крепкие кислоты нужно предварительно разбавлять в 5–10 раз.

Количество ортофосфорной и азотной кислот для коррекции рН при приготовлении 1000 л концентрированного раствора (100×) приведено в **таблице 21**.

Если вода содержит около 60 мг/л HCO_3 , рН не корректируют для сохранения буферности раствора. При содержании бикарбонатов менее 60 мг/л подкисление раствора происходит очень быстро. Тогда в чистую воду добавляют бикарбонат калия, карбонат калия или гидроксид кальция.

Т а б л и ц а 21. Количество ортофосфорной и азотной кислот, необходимое для коррекции рН в зависимости от содержания нейтрализуемых бикарбонатов

HCO_3		H_3PO_4				HNO_3			
мэкв	мг/л	77 %-я		37 %-я		77 %-я		37 %-я	
		кг	л	кг	л	кг	л	кг	л
0	0	–	–	–	–	–	–	–	–
0,5	30,5	6,3	3,9	13,2	10,6	–	–	–	–
1,0	61,0	12,7	7,9	26,5	21,2	–	–	–	–
1,5	91,5	19,0	11,9	39,7	31,8	–	–	–	–
2,0	122,0	19,0	11,9	39,7	31,8	6,9	5,4	8,5	6,9
2,5	152,5	19,0	11,9	39,7	31,8	13,8	10,8	17,0	13,8
3,0	183,0	19,0	11,9	39,7	31,8	20,8	16,8	23,5	20,7
3,5	213,5	19,0	11,9	39,7	31,8	27,7	21,6	34,0	27,6
4,0	244,0	19,0	11,9	39,7	31,8	34,6	27,0	42,5	34,5

Контрольные вопросы

1. Как проводят полный химический анализ поливной воды перед началом выращивания культуры?
2. Что такое жесткость воды? В каких единицах ее выражают?
3. Как проводят корректировку питательного раствора при выращивании овощных культур?

ТЕМА 11. СОСТАВ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Цель занятия: Ознакомиться с составом и технологией приготовления питательных растворов, его корректировкой и режимом питания. Получение навыков по составлению и корректировке питательных растворов для культуры томата и огурца.

Материалы и оборудование:

Учебная и методическая литература.

Задания:

1. Составить рецепты питательных растворов для культуры огурца и томата.
2. Освоить методику расчетов необходимого количества солей для приготовления питательных растворов.
3. Составить план агротехнических мероприятий по выращиванию овощных культур методом малообъемной гидропоники.

Общие сведения. Питательные растворы готовят путем растворения различных удобрений в воде. Рецепты составляют на основе соотношения минеральных элементов в растении. Растения каждого вида и сорта поглощают питательные элементы в различных соотношениях, что определяется их потребностью в минеральных веществах. В этом одна из причин изменения первоначальной сбалансированности раствора в течение вегетации.

Для каждой культуры и для определенных фаз их роста и развития концентрация питательного раствора различна. Концентрацию раствора определяют двумя способами: весовым (сухой остаток) и измерением удельной электропроводности раствора. Обычно ее выражают через удельную электропроводность (ЕС) в миллисименсах (мСм/см), где $1 \text{ мСм/см} = 700 \text{ мг соли на } 1 \text{ л}$ или $3 \text{ мСм/см} = 1 \text{ атм. осмотического давления}$.

Содержание элементов питания в растворах, соотношение N : K может меняться по фазам развития овощных растений, а также в зависимости от погодных условий и данных анализов субстратов.

Огурец лучше растет и плодоносит при концентрации питательного раствора 1,6–1,8 г/л, а томат – при 1,8–2,2 г/л.

Весной и летом эта концентрация должна быть ниже, а осенью и зимой – выше.

Рабочий раствор рекомендуется получать разведением маточного раствора водой в соотношении 1:100, допустимо 1:50 или 1:200.

Степень поглощения питательных элементов растениями зависит от интенсивности роста, величины урожая, условий внешней среды и составляет в день на одно растение, в среднем, 0,2–0,3 г азота и 0,35–0,5 г калия. Другие питательные элементы используются в меньших количествах.

Средний вынос питательных элементов культурой огурца на 1 кг продукции равен: N – 2,2 г; P₂O₅ – 1,1; K₂O – 4,7; CaO – 2,8 и MgO – 0,66 г; для томата эти показатели равны, соответственно, 3,3; 1,2; 6,3; 4,6 и 0,8.

Для каждой культуры оптимальная концентрация питательного раствора различна: для огурца – 1,5–2,0 мСм/см, для томата – 2,0–2,5 мСм/см.

Расчет необходимого количества солей. Для выражения содержания элементов питания в растворе наиболее удобны единицы ppm и мэкв; ppm означает «частей на миллион» (part per million). 1 ppm = мг/л или мг/кг.

Мэкв (миллиграмм–эквивалент) – количество массы элемента, которое соединяется с единицей массы водорода (1,008) или замещает такое же его количество.

При обозначении состава питательного раствора указывают каждый элемент (азот – N, фосфор – P, калий – K и т. д.). Коэффициенты пересчета элементов и их соединений даны в таблице 22, **приложениях 1–5**.

Составить питательный раствор можно двумя способами: на основе комплексных удобрений, или используя исключительно простые. Очень важно при подборе удобрений учитывать, что они должны быть полностью водорастворимыми и не содержать балластных примесей.

При расчете количества солей используют коэффициенты, приведенные в **приложении 3**. Они показывают количество удобрения (кг), добавляемое к 1000 л маточного раствора (100-кратной концентрации) для увеличения содержания соответствующего элемента в рабочем растворе на 1 мг/л.

Т а б л и ц а 22. Источники питательных элементов

Название	Химическая формула	Содержание, %
Источники азота:		

Фосфат аммония	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N–12; P–26
Сульфат аммония	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	N–20
Аммиачная селитра	NH_4NO_3	N–35
Кальциевая селитра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	N–15,5; Ca–22
Калийная селитра	KNO_3	N–13; K–38
Мочевина	NH_2CONH_2	N–46
Магневая селитра	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	N–11; Mg–9
Натриевая селитра	NaNO_3	N–15
Источники фосфора:		
Фосфат аммония	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	P–26; N–12
Однозамещенный фосфат кальция	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	P–26; Ca–17
Однозамещенный фосфат калия	KH_2PO_4	P–23; K–28
Источники калия:		
Хлористый калий	KCl	K–47
Калийная селитра	KNO_3	K–38; N–13
Сульфат калия	K_2SO_4	K–45; S–18
Однозамещенный фосфат калия	KH_2PO_4	K–28; P–23
Источники магния:		
Сульфат магния	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg–10; S–13
Сульфат магния обезвоженный	MgSO_4	Mg–20
Магневая селитра	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Mg–10; N–11
Источники кальция:		
Хлористый кальций	CaCl_2	Ca–36
Кальциевая селитра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Ca–22; N–15,5
Сульфат кальция	CaSO_4	Ca–29
Источники микроэлементов:		
Сульфат марганца	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Mn–32
Сульфат цинка	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn–23
Бура	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	B–11
Сульфат меди	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu–26
Молибдат аммония	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mo–54
Молибдат натрия	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Mo–39
Хелат железа 330 Fe	FeДТПА	Fe–9
Хелат железа Fe ДП	FeДТПА	Fe–9
Хелат железа 138 Fe	FeЭДДА	Fe–5
Хелат железа	FeЭДТА	Fe–14

Пример. Приготовление 1000 л концентрированного (маточного) раствора (100×) для выращивания томатов на минеральной вате.

Коррекция pH. Вода содержит 99,2 мг/л HCO_3 . Нужно нейтрализовать $99,2 - 61 = 38,2$ мг/л HCO_3 . Следовательно: $38,2 \times 2,08 = 79,5$ мг/л 77% H_3PO_4 , т. е. 7,95 кг 77 %-ной H_3PO_4 .

Пример расчета питательного раствора для культуры томата:

Нужно приготовить 1000 л маточного раствора с последующим раз» разведением в 100 раз, то есть до получения рабочего раствора.

Данные химического состава поливной воды следующие: pH – 7,3; плотный остаток 204 мг/л, ЭП – 0,25 мСм/см, содержание в мг/л: HCO_3^- – 104, P – 0,1, NO_3^- – 2,0; SO_4^{2-} – 16,3, Cl – 7,8, Ca^{++} – 49,0; Mg^{++} – 12,0; Na^+ – 10,0; Fe – 0,38.

Оптимальный состав питательного раствора для культуры томата: pH – 5,5, ЭП – 2,2 мСм/см; содержание, мг/л: N – 154, P – 46,5, K – 292,5, Mg – 24, Ca – 150, S – 60, Fe – 0,5, Mn – 0,5, B – 0,2, Cu – 0,03, Zn – 0,25, Mo – 0,05.

Реакция раствора. Чтобы довести pH до уровня наиболее благоприятного для развития растений, вносят ортофосфорную кислоту. В воде содержится 104 мг/л бикарбонатов (HCO_3^-). 1 мэкв HCO_3^- (61 мг/л) оставляют для обеспечения буферности раствора, нейтрализовать необходимо $104 - 61 = 43$ мг/л HCO_3^- .

Это количество бикарбонатов нейтрализуют ортофосфорной кислотой, количество которой должно быть в 1,6 раза больше, чем содержание бикарбонатов при использовании 37 %-ной кислоты и в 1,25 раза больше при использовании 77%-ной кислоты;

$43 \text{ мг/л } \text{HCO}_3^- \times 1,6 = 68,8 \text{ мг/л } 37\% \text{-ной } \text{H}_3\text{PO}_4$, то есть на 1000 л концентрированного раствора необходимо внести 6,9 кг 77%-ной H_3PO_4 .

Фосфор. С ортофосфорной кислотой, содержащей 24% P, внесено 1,65 кг P, что составляет 16,5 мг/л рабочего раствора.

Чтобы уровень фосфора достиг 46,5 мг/л, необходимо дополнительно внести:

$46,5 - 16,5 = 30$ мг/л фосфора, или 3 кг на 1000 л маточного раствора.

Вносят это количество в виде однозамещенного фосфата калия (23% P и 28% K), что составит 12,6 кг. При отсутствии этого удобрения применяют вытяжку из суперфосфата с соответствующим перерасчетом на содержание фосфора.

Кальций. В воде содержится 49 мг/л кальция, чтобы довести его количество до оптимального уровня (150 мг/л), вносят: $150 - 49 = 101$ мг/л кальция, или 10,1 кг кальция на 1000 л маточного раствора, что составит 64 кг кальциевой селитры (22 % Ca).

Азот. С кальциевой селитрой (15 % N) внесено 96 мг/л азота, в воде содержится 2 мг/л нитратов, или 0,5 мг/л азота. Чтобы довести количество азота до уровня 154 мг/л, необходимо внести еще 57,5 мг/л,

или 5,75 кг на 1000 л маточного раствора. Для этого используют 13%-ю калийную селитру – 44,2 кг.

Калий. С 44,2 кг KNO_3 , содержащим 38% калия, внесено 16,7 кг калия, что составляет 167 мг этого элемента на 1 л рабочего раствора. Кроме того, с однозамещенным фосфатом калия внесено 3,5 кг калия, или 35 мг/л. Таким образом, чтобы довести его количество до уровня 292,5 мг/л, необходимо взять 90,5 мг/л ($292,5 - 167 - 35$) калия. Это количество вносят с 20 кг 45% сернокислого калия.

Магний. В воде содержится 12 мг/л магния. Следовательно, дополнительно нужно внести $(24 - 12)12$ мг/л магния, или 1,2 кг на 1000 л маточного раствора. Вносим 12 кг 10% сернокислого магния.

Сера. Сера внесена с двумя солями – 3,6 кг с 20 кг сернокислого калия и 1,5 кг с 12 кг сернокислого магния, то есть 5,1 кг на 1000 л рабочего раствора. В воде содержится 7,5 мг/л. Этого количества серы вполне достаточно.

Железо. В воде содержится 0,38 мг/л железа, до оптимального количества нужно добавить 0,12 мг/л, для чего используют хелат железа (Fe ЭДТА), содержащий 14% Fe. Вносят 0,09 кг.

Чтобы обеспечить оптимальный уровень других микроэлементов, берут 0,156 кг сернокислого марганца (32% Mn), 0,182 кг буры (11 % B), 0,011 кг сернокислой меди (26% Си), 0,109 кг сернокислого цинка (23 % Zn), 0,09 кг молибдата аммония.

Возможное отклонение в сторону подщелачивания корректируют внесением небольшого количества азотной кислоты, а при отклонении в сторону подкисления добавляют немного йодистого калия.

Примеры расчетов питательных растворов с учетом состава поливной воды для культуры томата и огурца на торфе и минеральной вате приведены в приложениях 4, 5,6.

Таким образом, питательные растворы макро- и микроудобрений составляют с учетом химического состава поливной воды, вида культуры и состояния растений в данный период.

Порядок выполнения задания.

Получив задание от преподавателя, ознакомиться основными рецептами питательных растворов, корректировкой pH и методикой приготовления маточного раствора. Данные занести в табл. 25.

Контрольные вопросы

1. Какой химический состав поливной воды?
2. Как делят воду по степени минерализации?

3. В каких единицах выражают содержание элементов в воде?
4. Какие факторы учитывают при приготовлении рабочих растворов?

ТЕМА 12. ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ЗАЩИЩЁННОМ ГРУНТЕ

Цель занятия: Ознакомиться с технологией возделывания овощных культур в защищенном грунте и основными методами расчета количества посевного и посадочного материала.

Материалы и оборудование:

Учебная и методическая литература.

Задание:

1. Провести анализ подготовительных работ по выращиванию основных овощных культур в защищенном грунте. 2. Классифицировать их на группы и, получив индивидуальное задание произвести расчеты по требуемому количеству посадочного материала, а также необходимой площади защищенного грунта для его выращивания.

Общие сведения. Томат – ведущая овощная культура в защищенном грунте. В условиях Беларуси томат в основном выращивают в продлённом обороте.

Все многообразие сортов и гибридов томата для защищенного грунта по типу роста и развития растений условно можно разделить на две группы:

- с преобладанием роста и развития вегетативных органов (вегетативный тип);
- с преобладанием процессов плодоношения (генеративный тип).

Огурец в условиях республики в зимних теплицах выращивают в зимне-весеннем и летне-осеннем оборотах. Оптимальными сроками посева семян огурца для зимне-весеннего оборота является первая декада декабря, а срок высадки рассады – первая декада января, для летне-осеннего – первая декада июня, высадка рассады – начало июля.

Сроки выращивания перца зависят от световых условий, типа культивационных сооружений, технологии. При выращивании перца в продленном обороте зимних теплиц посев семян проводят в начале декабря. Рассаду на постоянное место высаживают в начале февраля.

Температуру и влажность воздуха в теплице регулируют автоматически с помощью систем отопления и вентиляции. При включении си-

стемы испарительного охлаждения и увлажнения воздуха в режим работы вносят соответствующие корректировки.

Технология выращивания рассады и растений баклажана примерно такая же, как и при выращивании перцев.

Порядок выполнения задания. Рассчитать необходимую площадь под культурой, исходя из видового и сортового разнообразия, чтобы получить определенное количество урожая, для чего необходимо установить начало и окончание ведения культуры (светокультуры), среднюю урожайность, распределение урожая по месяцам планируемую урожайность за оборот, примерный срок поступления продукции, поступление продукции по месяцам (табл. 23, 24, 25).

Получив задание от преподавателя, ознакомиться с технологией возделывания культур, основными рецептами питательных растворов, видами субстрата, минеральных удобрений, корректировкой pH и методикой приготовления маточного раствора. Данные занести в табл. 25.

Т а б л и ц а 23. План агротехнических мероприятий по выращиванию овощных культур в защищенном грунте

Вид оборота	Культура	Сроки выращивания культуры		Площадь под культурой, м ²
		начало	конец	

Т а б л и ц а 24. Агротехнические мероприятия по выращиванию культуры томата, перца и огурца методом малообъемной гидропоники

Показатели	Культура		
	Томат	Перец	Огурец
Площадь, га			
Сорт или гибрид			
Вид субстрата			
Требуется субстрата			
Плотность, г/см ³			
Оптимальная электропроводность, мС/см			
Объем субстрата, л			
Подготовка субстрата на необходимую площадь, т			
Требуемое количество поливов, шт.			
Продолжительность полива, мин			
Состав питательного раствора			

по фазам роста
 Затраты на замену субстрата, руб/м²
 Урожайность, кг/м²
 Преимущества метода малообъемной культуры

Т а б л и ц а 25. Производство овощей в защищенном грунте (культура _____)

№ п.п.	Культура	Площадь, м ²	Планируемая урожайность за оборот, кг/м ²	Примерный срок поступления продукции

В табл. 26–29 провести основные расчеты потребности в рассаде и площади для ее выращивания (с учетом расстановки), определить необходимое количество семян для выращивания планового количества рассады, указать способы предпосевной подготовки семян, обосновать условия выращивания рассады для защищенного грунта, указать на требования, предъявляемые к качеству рассады, параметры электродосвечивания по фазам роста с учетом расстановки рассады.

Рассчитать количество рассады на заданную площадь. Установить срок посева семян на рассаду, площадь для выращивания рассады с учетом расстановки, продолжительность выращивания, потребность в семенах. Определить способ выращивания рассады, время высадки на постоянное место.

Т а б л и ц а 26. Выращивание рассады для защищенного грунта

Культура	Площадь, га	Срок посева семян в зависимости от оборота	Выход рассады, шт./м ²	Расход семян, г/м ²	Рассадный период, дней

Т а б л и ц а 27. Режим выращивания рассады в защищенном грунте

Показатели	Культура
Температура в течение	

5–7 дней после появления всходов, °С: днем ночью			
Температура после высадки на постоянное место, °С: в солнечный день в пасмурный день ночью			
Относительная влажность воздуха, %			

Т а б л и ц а 28. Режим электродосвечивания при выращивании рассады

Фаза растений	Огурец		Томат	
	количество			
	часов в день	дней	часов в день	дней
Всходы				
Сеянцы				
Рассада:				
до расстановки				
после расстановки				

Т а б л и ц а 29. Расчет потребности площади для выращивания рассады (страховой фонд 5%), м²

Показатели	Культура		
Требуется рассады, шт.			
Количество растений в различные фазы, шт./м ² :			
сеянцы			
до расстановки растений			
после первой расстановки			
после второй расстановки			
Необходимая площадь для выращивания, м ² :			
сеянцев			
рассады			
до расстановки			
после первой расстановки			
после второй расстановки			

Потребность в рассаде определяют исходя из запланированной под конкретную культуру площади и принятых схем размещения, площадь рассадного отделения – делением потребности в рассаде на деловой выход ее с единицы площади.

Проанализировать технологию возделывания основных овощных культур в защищенном грунте (табл. 29) с учетом биологических и хо-

зайственных особенностей овощных культур и используемых видов защищенного грунта. Обосновать эффективность возделывания овощных культур в зависимости от сроков и вида оборота.

Т а б л и ц а 30. Расчет потребности в семенах

Показатели	Культура		
Расчетное количество рассады, тыс. шт.			
Требуется рассады с учетом страхового фонда, тыс. шт.			
Схема посадки в теплице			
Площадь питания растения			
Выход с м ² : сеянцев			
рассады			
Требуется для выращивания, м ² : сеянцев			
рассады			
Требуется семян для посева, г			

Т а б л и ц а 31. Возделывание овощных культур под планируемую урожайность

№ п. п.	Показатели	Культура	
1	Сорт (гибрид)		
2	Схема размещения культуры		
3	Количество растений, шт./м ²		
4	Срок посадки рассады на постоянное место		
5	Оптимальный режим температуры воздуха и субстрата		
6	Уход за растениями в период вегетации		
7	Подкормки (способ, сроки и нормы)		
8	Полив (сроки, нормы)		
9	Оптимальный режим влажности воздуха		
10	Профилактические меры защиты (укажите с.-х. вредителей и болезни)		
11	Уборка урожая (сроки и способы)		

Дать краткую характеристику сортов и гибридов, выращиваемых в защищенном грунте, описать технологию возделывания культуры

(табл. 30, 31), изобразить графически схему формирования растений томата, огурца, перца сладкого, обосновать использование шмелей для опыления томата. Указать виды субстратов, применяемых при выращивании культур (прил. 1). Разработать план агротехнических мероприятий по выращиванию овощных культур в защищенном грунте с учетом культуры, сорта, указать основных вредителей и болезни, перечень профилактических и истребительных мероприятий с указанием срока проведения.

Контрольные вопросы

1. Какие овощные культуры выращивают в защищенном грунте?
2. Какие особенности выращивания рассады томата?
3. Какие периоды различают при выращивании томатов в продленном обороте?
4. Какие особенности культуры огурца при выращивании в теплице?

ТЕМА 13. ПРОТОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ САЛАТА

Цель занятия: Ознакомиться с технологией выращивания салата в защищенном грунте

Материалы и оборудование:

Учебная и методическая литература.

Задание:

1. Составить агротехнический план выращивания салата. 2. Привести анализ питательных сред и температурного режима при выращивании.

Общие сведения. К зеленым листостебельным овощным культурам относят салат листовой и кочанный, салат ромэн, листовую пекинскую капусту, кресс-салат, укроп, листовую петрушку, сельдерей, кориандр, листовую горчицу, шпинат, мангольд (листовая свекла), а также редис. Это, в основном, однолетние культуры, за исключением сельдерея и петрушки.

Салат (Lactuca sativa L.) – одна из широко распространенных и ценных культур. В защищенном грунте выращивают – листовую салат, кочанный с маслянистым листом, кочанный с хрустящим листом, ромэн.

В технологии выращивания салата в малообъемной культуре используются полистирольные кассеты размером 40×50 см с 35 ячейками размером 6×6×4,5 см. Субстратом является торф, заправленный макро- и микроэлементами с кислотностью рН 6,0.

Процесс посева семян салата механизирован и автоматизирован.

Посеянные кассеты пропускают через поливочный тоннель, где их поливают. После этого кассеты устанавливаются на стеллажные тележки, которые размещают в камере для проращивания семян.

Температура и влажность воздуха в камере регулируются автоматически. Оптимальная температура воздуха – 22 °С, оптимальная влажность воздуха – 90 %. Кассеты в камере выдерживают для прорастания семян 2–3 суток. После прорастания семян кассеты выставляют в теплицу на столы, плотно одна к другой, из расчета 5 кассет на 1 м², для дальнейшего выращивания.

Система приготовления и подачи питательного раствора является замкнутой. Питание растений салата проходит по заданной программе, где указывается, на какие столы, в какое время и период будет пода-

ваться питательный раствор. Заполнение стола регулируется по времени, после этого он по системе трубопроводов самотеком стекает в баки для использованного раствора, фильтруется и снова подается в накопительные баки.

После расстановки кассет со всходами салата на столы в теплице температура воздуха поддерживается на уровне 18–20 °С днем, 16–17° С ночью. Относительная влажность воздуха – 75–80 %.

Сбор салата проводится в один прием, вручную. При уборке хорошо развитые растения вместе с кубиками субстрата, переплетенного корнями, упаковывают в полиэтиленовые пакеты по 1–2 шт. и укладывают в полиэтиленовые или картонные ящики для дальнейшей реализации. Упакованная в таком виде продукция дольше сохраняет свой товарный вид и вкусовые качества.

На салатной линии выращивают также укроп, петрушку, редис, базилик.

Метод проточной гидропоники основан на принципе выращивания растений в питательном растворе с постоянной его рециркуляцией по желобам и трубам (оборотное водоснабжение).

Салат убирают, когда он достигает высоты 15–20 см и имеет 6–7 настоящих листьев. Растения с горшочками и корневой системой вынимают из культивационного желоба и помещают в полиэтиленовую упаковку, по одному растению в пакет. Упаковывают в картонные коробки по 20 штук и отправляют на склад для дальнейшей реализации. Упакованная таким образом продукция дольше остается свежей и сохраняет вкусовые качества.

Хранится салат при температуре 0–5 °С до 10 суток. Товарная продукция укропа, петрушки и других зеленных культур представляет собой 20–40 растений в горшочке высотой 15–20 см с 4–5-ю настоящими листьями и весом 50–70 г.

Контрольные вопросы

1. Какие зеленные овощные культуры выращивают в защищенном грунте?
2. Какие основные агротехнические особенности выращивания салата методом проточной гидропоники?
3. Какие требования предъявляют к субстратам при выращивании зеленных культур?

ТЕМА 14. ПРОИЗВОДСТВО ГРИБОВ ШАМПИНЬОНОВ

Цель занятия: Изучить технологию и системы выращивания грибов на примере шампиньонов.

Материалы и оборудование:

Учебная и методическая литература.

Задание:

1. Составить агротехнический план выращивания шампиньонов. 2. Привести анализ питательных сред и температурного режима при выращивании. 3. Начертить однозональную и двухзональную систему выращивания.

Общие сведения. Наряду с овощными культурами, в защищенном грунте выращивают и съедобные грибы. Наибольшее распространение получило выращивание шампиньонов (класс Базидиальные, порядок Агариковые, или Пластинчатые, семество Шампиньоновые, род Шампиньон). Род насчитывает много видов. В культуре возделывается шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus*).

Размножается шампиньон вегетативно (делением грибницы) и спорами. Вегетативный способ является основным. В производственных условиях получают грибницу в лаборатории из спор на стерильной среде. Для селекционных целей можно использовать и половой способ размножения. Мицелий длительное время не теряет своей жизнеспособности при температуре 0–2 °С и может храниться в течение года.

Выращивают шампиньоны в специальных помещениях – шампиньонницах. Применяют две системы выращивания – однозональная и многозональная (схема 3.). Однозональную систему применяют в специальных приспособленных помещениях, овощных теплицах. Все производственные процессы проходят в одном помещении. Шампиньон выращивают на грядах, стеллажах, контейнерах.

При двухзональной системе выращивание проводят в нескольких оборудованных помещениях. Характеризуется высоким уровнем производства.

Т а б л и ц а 32. Системы производства шампиньонов

Однозональная система		Многозональная система
Наполнение камеры. Па-	← Приготовление суб- →	Наполнение камеры. Па-

стерилизация субстрата и кондиционирование		страта их исходных материалов		стерилизация субстрата и кондиционирование
↓				↓
Посев мицелия, его рост в субстрате	←	Мицелий	→	Перегрузка субстрата с посевом мицелия. Рост мицелия в субстрате
↓				↓
Насыпка покровного материала, рост мицелия в субстрате и покровном материале. Плодообразование. Сбор урожая	←	Приготовление покровного материала их исходных компонентов	→	Наполнение камеры субстратом с насыпкой покровного материала. Рост мицелия в субстрате и покровном материале. Плодообразование. Сбор урожая
↓	↙		↘	↓
Продукция. Сортировка, упаковка, реализация		Удаление отработавшего субстрата из камеры		Продукция. Сортировка, упаковка, реализация

В практике промышленного грибоводства распространен двенадцатинедельный цикл выращивания. Субстратом для выращивания шампиньонов являются компосты, обеспечивающие органическое и минеральное питание гриба.

Наиболее широко известным и распространенным является компост, получаемый на основе соломистого конского навоза. В качестве добавок используют куриный помет, солодовые ростки, пивную дробину, хлопковый шрот и другие азотсодержащие материалы (табл. 33).

Т а б л и ц а 33. Соотношение материалов для приготовления субстрата

Материал	Масса, кг	Влажность, %	Сухое вещество	Содержание общего азота в сухом веществе	
				%	кг
Солома пшеничная	1000	15	850	0,45	3,8
Помет бройлеров	1000	30	700	3,50	24,5
Итого	2000		1550		28,3

Выход готового субстрата составляет: натурального, из соломистого конского навоза с добавками – 0,9–1,0 т из 1 т навоза; полусинтети-

ческого – 2,3–2,5 т из 1 т соломы; синтетического – 2,8–3,2 т из 1 т соломы.

Приготовление субстрата на основе соломы осуществляется по следующей схеме (табл. 34).

Могут также применять полусинтетические и синтетические компосты. Субстраты, в которых доля конского навоза составляет не более 10–20 %, называют полусинтетическими. Компосты, в которых конский навоз отсутствует, называют синтетическими.

Основными факторами, влияющими на рост, развитие и урожайность шампиньона, являются тепло, вода, воздух помещения, питательные субстраты. Параметры микроклимата должны поддерживаться в течение всего периода выращивания гриба.

Производство шампиньонов включает в себя последовательное выполнение нескольких взаимосвязанных между собой (табл. 35) технологических процессов: приготовление субстрата и покровного материала, закладка (смена) оборота культуры, термическая обработка субстрата, проращивание мицелия, уход за культурой, сбор урожая, товарная обработка и реализация готовой продукции. Очередность выполнения технологических операций определяется графиками эксплуатации цеха выращивания – шампиньонницы.

Т а б л и ц а 34. Схема приготовления субстрата

Операция	Выполнение операций, дней	Необходимые добавки на одну тонну соломы
Подвоз и укладка соломы, увлажнение, размягчение	1–12	Помет бройлеров – 1 т, вода – 3000–3500 л
Формирование бурта	13	Вода – 500–1000 л
Внесение гипса на верх бурта	15	Гипс – 60 кг
Первая перебивка	15–16	Вода – 400–600 л
Вторая перебивка	19–20	Вода – 200–400 л
Третья перебивка	22–23	Вода – при необходимости
Четвертая перебивка	25–26	–
Готовность субстрата для закладки на пастеризацию	26–27	–

Годовая урожайность при многозональной системе в 1,3–1,5 раза выше, чем при однозональной. За счет более интенсивного использования камер выращивания при многозональной системе можно выра-

тить до 100 кг и более с 1 м². Но при многозональной технологии требуются дополнительные сооружения – тоннели.

При однозональной системе сеют мицелий, проращивают его в субстрате в камерах выращивания, при многозональной – в камерах пастеризации и в тоннеле. Рост мицелия в покровном материале, а также плодообразование происходят в камерах выращивания в течение 16–20 дней.

После чего выгружают отработавший субстрат, готовят камеры к новому обороту культуры в течение 3–4 дней.

Т а б л и ц а 35. Производство и продолжительность процессов при выращивании шампиньонов

Технологический процесс	Однозональная система		Многозональная система	
	Продолжительность, дней	Культивационное помещение	Продолжительность, дней	Культивационное помещение
Наполнение камеры субстратом.	10	Камера выращивания	8–10	Камера пастеризации, тоннель.
Пастеризация субстрата и кондиционирование.				
Плодоношение, сбор урожая.	38–42	То же	32–35	Камера выращивания
Продолжительность оборота культуры в камерах выращивания	84		56	

Расход материалов представлен в таблице 36.

Т а б л и ц а 36. Примерный расход материалов при различных системах выращивания шампиньонов

Материал	На 1 м ² за один оборот культуры, кг	На 1000 м ² в год, т	
		однозональная система	многозональная система
Для приготовления субстрата			
Солома пшеничная сухая	35–45	160–200	250–300
Помет куриный: бройлеров на подстилке кур-несушек, сухой, без подстилки (пудрет)	35–45	160–200	250–300
	15–20	70–90	100–140
Гипс садовый (алебастр)	2,0–2,5	10–13	15–18
Карбамид (мочевина)	0,3–0,4	1,5	2,0–2,5

Сульфат калия	0,3–0,4	1,5	2,0–2,5
---------------	---------	-----	---------

Окончание таблицы 26

Для приготовления покрывного материала			
Торф переходный (низинный)	20–25	85–100	130–160
Известняк молотый (мергель, доломит)	2–4	10–20	15–30
Посадочный материал (мицелий)			
На зерне, л	0,5–0,6	2200–2600	3200–3900

Получив задание от преподавателя, и изучив методическую литературу, составить агротехническую часть выращивания шампиньона, указав потребность в материале, основные параметры условий выращивания. Заполнить табл. 37, 38.

Т а б л и ц а 37. Подготовка субстрата

№ п.п.	Процессы и операции	Срок выполнения	Потребность в материале				
			Ед. измер.	Солома	Птичий помет	Карбамид	Гипс

Т а б л и ц а 38. Допустимые пределы отдельных факторов роста шампиньона

Показатели	Фаза роста			Показатели	Фаза роста		
	I	II	III		I	II	III

Температура воздуха, °С:

оптимальная
максимальная
минимальная

Температура субстрата, °С:

оптимальная
максимальная
минимальная

Относительная влажность воздуха, % :
оптимальная
максимальная
минимальная
Содержание CO₂ ,%:
оптимальное
максимальное

Контрольные вопросы

1. Назовите виды съедобных грибов, выращиваемых в защищенном грунте.
2. Какие требования предъявляют к мицелию?
3. Как готовят субстрат для выращивания шампиньонов?
4. Какие системы выращивания применяют для шампиньонов?

Тема 15. СИСТЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ (КУЛЬТУРООБОРОТЫ)

Цель занятий:

Ознакомиться с системой использования культивационных сооружений, закрепить теоретические знания по составлению культурооборотов для различных видов культивационных сооружений.

Материалы и оборудование:

Учебная и методическая литература.

Задание:

1. Составить план-график использования культивационных сооружений. 2. Установить сроки выращивания основных и дополнительных культур. 3. Дать агроэкономическую оценку культурооборотов.

Культивационные сооружения характеризуются высокими затратами на их строительство и эксплуатацию. Поэтому важным звеном рационального использования площади теплиц и рентабельного производства овощей является система использования сооружений, или культурообороты.

Продолжительность действия культурооборота – эксплуатационный период. Их разрабатывают отдельно для каждой теплицы и даже для каждого вида полезной площади внутри помещения.

При составлении культурооборотов необходимо:

- наиболее полно и эффективно использовать площадь защищенного грунта;
- правильно подобрать культуры;
- предусмотреть сроки и время для проведения дезинфекции в помещении;
- установить самые выгодные сроки выхода продукции.
- посев отборными и пророщенными семенами;
- предварительное подращивание посадочного материала выгоночных культур;
- минимальный приход ФАР, необходимый для выращивания огурца и томата, кДж/см^2 .

Культурооборот – план использования культивационных сооружений в течение года, предусматривающий получение максимального выхода продукции с единицы площади.

Культурообороты разрабатывают отдельно для каждого типа культивационных сооружений, характеризующихся одинаковым микро-

климатом, условиями питания, размещения растений и сроками эксплуатации.

Типы культурооборотов и сроки выращивания тех или иных культур зависят от естественной освещенности. При составлении культурооборотов С. Ф. Ващенко (1984) рекомендует учитывать суммарную (ФАР) фотосинтетически активную радиацию (кДж/м^2) в декабре – январе.

Культурообороты бывают овощными, рассадно-овощными, рассадными. Как правило, культурооборот включает несколько культур. Время, занятое одной культурой, называют *оборотом*. Различают зимне-весенние (З–В), продленные (П), весенне-летние (В–Л), осенне-зимние (О–З) обороты (табл. 39).

При составлении схемы культурооборота учитывают не только смену культур, но и особенности сорта.

Т а б л и ц а 39. **Примерные культурообороты в овощных теплицах круглогодичного использования**

Культурооборот	Срок		Примерная урожайность, кг/м^2
	посадки (посева)	конца уборки	
1-й вариант			
Огурец	01 – 10.01	25 – 30.06	40–45
Томат	01 – 05.07	01 – 30.11	18–22
Подготовка теплиц	10.12	01 – 10.01	
2-й вариант			
Огурец	01 – 10.7	10.11	10–15
Томат	05 – 15.02	01.08	45–50
Зеленные выгоночные	15.11	20.12	
Подготовка теплиц	20.12	20.01	
3-й вариант			
Томат (продленная культура)	05 – 15.02	30.11	50–55
Подготовка теплиц		5 – 20.12	
4-й вариант			
Томат (перец)	05–10.02	01 –05.07	40–45
Зеленные	05 – 10.09	15 – 20.12	2–2,5
Подготовка теплиц	20.12	30.12	

Урожайность, получаемая в течение оборота, называется *урожаем с оборотной площади*. В каждом культурообороте имеется ведущая культура, определяющая выход продукции и экономической эффект. В рассадных сооружениях – это рассада для открытого и защищенного грунта, в зимних и весенних теплицах – огурец, томат.

Отношение площади, занятой культурами в культурообороте в течение года, к инвентарной, называют *коэффициентом культурооборота*. Он показывает эффективность использования площади культуровых сооружений.

Схема культурооборотов в различных сооружениях защищенного грунта определяет урожайность выращиваемых культур, затраты труда на единицу продукции, ее себестоимость, прибыль и уровень рентабельности.

Порядок выполнения. Изучив схематический план размещения овощных культур в теплицах на примере тепличного хозяйства и индивидуального задания, заполнить табл. (40), построить график и дать экономическую оценку применяемым культурооборотам. Определить коэффициент культурооборота и урожайность с оборотной площади.

Т а б л и ц а 40 Культурооборот

№ оборота	Культура	Сроки выращивания		Площадь, м ²
		Начало	Конец	
График культурооборота				
Площадь		Месяцы года		

Контрольные вопросы

1. Для чего составляют культурооборот?
2. Назовите типы культурооборотов.
3. Как определить эффективность культурооборота?

Приложение

Приложение 1

Сравнительная таблица теплотворности некоторых видов топлива

Вид топлива	Ед. изм.	Удельная теплота сгорания			Эквивалент		
		кКал	кВт	МДж	Природный газ, м ³	Диз. топливо, л	Мазут, л
Электроэнергия	1 кВт/ч	864	1,0	3,62	0,108	0,084	0,089
Дизельное топливо (солярка)	1 л	10300	11,9	43,12	1,288	-	1,062
Мазут	1 л	9700	11,2	40,61	1,213	0,942	-
Газ природный	1 м ³	8000	9,3	33,50	-	0,777	0,825
Газ сжиженный	1 кг	10800	12,5	45,20	1,350	1,049	1,113
Уголь каменный (W=10%)	1 кг	6450	7,5	27,00	0,806	0,626	0,665
Уголь бурый (W=30...40%)	1 кг	3100	3,6	12,98	0,388	0,301	0,320
Уголь-антрацит	1 кг	6700	7,8	28,05	0,838	0,650	0,691
Уголь древесный	1 кг	6510	7,5	27,26	0,814	0,632	0,671
Горф (W=40%)	1 кг	2900	3,6	12,10	0,363	0,282	0,299
Горф брикеты (W=15%)	1 кг	4200	4,9	17,58	0,525	0,408	0,433
Горф крошка	1 кг	2590	3,0	10,84	0,324	0,251	0,267
Свежесрубленная древесина (W=50...60%)	1 кг	1940	2,2	8,12	0,243	0,188	0,200
Высушенная древесина (W=20%)	1 кг	3400	3,9	14,24	0,425	0,330	0,351
Щепа	1 кг	2610	3,0	10,93	0,326	0,253	0,269
Опилки	1 кг	2000	2,3	8,37	0,250	0,194	0,206
Костра льняная	1 кг	3805	4,4	15,93	0,477	0,369	0,392
Солома	1 кг	3750	4,3	15,70	0,469	0,364	0,387

Таблица Значение суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе кВт×ч/м²

Месяц	Географическая широта, град. с. ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68
Январь	89	73	58	46	31	19	10	—
Февраль	116	101	90	75	61	47	37	31
Март	178	168	160	147	130	113	113	78
Апрель	203	201	195	188	181	170	163	158
Май	248	242	239	236	233	229	230	224
Июнь	249	247	245	244	243	244	240	240
Июль	248	246	244	245	243	238	238	247
Август	223	213	204	200	193	183	178	178
Сентябрь	182	172	164	150	135	126	111	99
Октябрь	142	129	113	96	74	58	48	34
Ноябрь	99	86	71	54	35	23	16	9
Декабрь	83	65	51	35	23	13	—	—
Сумма								

Виды удобрений и коэффициенты коррекции для расчета питательных растворов

Название	Удобрения		Коэффициент коррекции
	химическая формула	содержание, %	
Кислоты: азотная азотная азотная фосфорная фосфорная фосфорная	100%-я HNO ₃ ,	N–22; N–9; N– 8; P–32; P–24; P–12	0,46
	45%-я HNO ₃ ,		1,11
	37%-я HNO ₃ ,		1,25
	100%-я H ₃ PO ₄		0,31
	77%-я H ₃ PO ₄		0,42
	37%-я H ₃ PO ₄		0,83
Кальциевая селитра	Ca(NO ₃) ₂ H ₂ O	N–15,5 Ca–22	0,65
			0,45
Калийная селитра	KNO ₃	N–13; K–38	0,77
			0,26
Аммиачная селитра	NH ₄ NO ₃	N–35	0,29
Однозамещенный фосфат калия	KH ₂ PO ₄	P–23; K–28	0,43
			0,36
Сульфат калия	K ₂ SO ₄	K–45; S–18	0,22
			0,56
Сульфат магния	MgSO ₄ 7 H ₂ O	Mg–10 S–32	1,00
			0,77
Сульфат марганца	MnSO ₄ H ₂ O	Mg–32	0,31
Бура	Na ₂ B ₄ O ₇ 10H ₂ O	B–11	0,91
Сульфат меди	CuSO ₄ 5H ₂ O	Cu–26	0,38
Молибдат аммония	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	Mo–54	0,19
Хелат железа 330	Fe FeДТПА	Fe–9	1,11
Хелат железа	Fe ДПFeДТПА	Fe–6	1,67
Хелат железа 138	Fe FeЭДДА	Fe–5	2,00
Хелат железа	FeЭДТА	Fe–14	0,71

Эквивалентные массы некоторых ионов

Ионы	Масса иона, мг	Миллиграмм-эквивалент, мг
Катионы		
Na ⁺	22,99	23
K ⁺	39,10	39
HN ₄ ⁺	18,04	18 (14 мг N)
Ca ²⁺	40,08	20
Mg ²⁺	24,32	12
Cu ²⁺	63,54	32
Zn ²⁺	65,38	33
Mn ²⁺	54,94	27
Fe ²⁺	55,85	28
Fe ³⁺	55,85	19
Анионы		
Cl ⁻	35,45	35
NO ₃ ⁻	62,00	62 (14 мг N)
HCO ₃	61,00	61
SO ₄ ²⁻	96,06	48 (16 мг S)
H ₃ PO ₄	97,00	97 (31 мг P)

Приложение 3

Коэффициенты пересчета элементов и их соединений

4,427*	Азот $\text{NO}_3 \leftrightarrow \text{N}$	0,266**
1,288	$\text{NH}_4 \leftrightarrow \text{N}$	0,776
1,216	$\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{N}$	0,822
5,714	$\text{NH}_4\text{NO}_3 \leftrightarrow \text{N}$	0,175
4,498	$\text{HNO}_3 \leftrightarrow \text{N}$	0,222
	Железо	
1,430	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \leftrightarrow \text{Fe}$	0,699
2,228	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe}$	0,201
1,399	Кальций $\text{CaO} \leftrightarrow \text{Ca}$	0,715
2,497	$\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{Ca}$	0,400
4,296	$\text{CaSO}_4 \leftrightarrow \text{Ca}$	0,233
1,205	Калий $\text{K}_2\text{O} \leftrightarrow \text{K}$	0,830
2,228	$\text{K}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow \text{K}$	0,449
1,658	Магний $\text{MgO} \leftrightarrow \text{Mg}$	0,603
3,467	$\text{MgCO}_3 \leftrightarrow \text{Mg}$	0,288
4,950	$\text{MgSO}_4 \leftrightarrow \text{Mg}$	0,202
1,291	Марганец $\text{MnO} \leftrightarrow \text{Mn}$	0,742
2,749	$\text{MnSO}_4 \leftrightarrow \text{Mn}$	0,364
1,348	Натрий $\text{Na}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Na}$	0,742
2,497	Сера $\text{SO}_3 \leftrightarrow \text{S}$	0,400
2,291	Фосфор $\text{P}_2\text{O}_4 \leftrightarrow \text{P}$	0,436
	Хлор	
2,102	$\text{KCl} \leftrightarrow \text{Cl}$	0,476
1,649	$\text{NaCl} \leftrightarrow \text{Cl}$	0,606
1,343	$\text{MgCl}_2 \leftrightarrow \text{Cl}$	0,745

*При пересчете от элемента к соединению. **То же, от соединения к элементу

Приложение 4

Удельный вес и концентрация водных растворов H_3PO_4 при 20 °С

Удельный вес	Содержание H_3PO_4		Содержание P_2O_5
	весовой, %	г/л	
1,0038	1	10,04	0,72
1,0092	2	20,18	1,45
1,0200	4	40,80	2,90
1,0309	6	61,85	4,35
1,0420	8	83,36	5,80
1,0532	10	105,30	7,24
1,0647	12	127,80	8,70
1,0764	14	150,70	10,14
1,0884	16	174,10	11,60
1,0008	18	198,10	13,04
1,1134	20	222,70	14,49
1,1263	22	247,80	15,94
1,1395	24	273,50	17,39
1,1529	26	299,80	18,83
1,1665	28	326,60	20,28
1,1805	30	354,20	21,73
1,216	35	425,60	25,35
1,254	40	501,60	28,98
1,293	45	581,90	32,60
1,335	50	667,50	36,22
1,379	55	758,50	39,84
1,426	60	855,60	43,46
1,475	65	958,80	47,09
1,526	70	1068,00	50,71
1,579	75	1184,00	54,33
1,633	80	1306,00	57,95
1,689	85	1436,00	61,57
1,746	90	1571,00	65,20
1,770	92	1628,00	66,64
1,794	94	1686,00	68,09
1,819	96	1746,00	69,54
1,844	98	1807,00	70,99
1,870	100	1870,00	72,44

Концентрация и удельный вес HNO_3 при 20 °С

Весовой, %	Удельный вес	Весовой, %	Удельный вес	Весовой, %	Удельный
1	1,0036	35	1,2140	69	1,4091
2	1,0091	36	1,2205	70	1,4134
3	1,0146	37	1,2270	71	1,4176
4	1,0201	38	1,2335	72	1,4218
5	1,0256	39	1,2399	73	1,4258
6	1,0312	40	1,2463	74	1,4298
7	1,0369	41	1,2527	75	1,4337
8	1,0427	42	1,2591	76	1,4375
9	1,0485	43	1,2655	77	1,4413
10	1,0543	44	1,2719	78	1,4450
11	1,0602	45	1,2783	79	1,4486
12	1,0661	46	1,2847	80	1,4521
13	1,0721	47	1,2911	81	1,4555
14	1,0781	48	1,2975	82	1,4580
15	1,0842	49	1,3040	83	1,4622
16	1,0903	50	1,3100	84	1,4655
17	1,0964	51	1,3160	85	1,4686
18	1,1026	52	1,3219	86	1,4716
19	1,1088	53	1,3278	87	1,4745
20	1,1150	54	1,3386	88	1,4775
21	1,1213	55	1,3393	89	1,4800
22	1,1276	56	1,3449	90	1,4826
23	1,1340	57	1,3505	91	1,4850
24	1,1404	58	1,3560	92	1,4873
25	1,1469	59	1,3614	93	1,4892
26	1,1534	60	1,3667	94	1,4912
27	1,1600	61	1,3719	95	1,4932
28	1,1666	62	1,3769	96	1,4952
29	1,1733	63	1,3818	97	1,4974
30	1,1800	64	1,3866	98	1,5008
31	1,1867	65	1,3913	99	1,5056
32	1,1934	66	1,3959	100	1,5129
33	1,2002	67	1,4004		
34	1,2071	68	1,4048		

Схема использования защищенного грунта

Культура	Срок выращивания
Рассада огурца	25. XI— 5. I
Рассада томата	5. I—15. II
Посевные зеленные — кочанный салат, китайская капуста, редис, укроп (несколько оборотов)	15. II—20. V
рассада томата для осенней культуры	25. V— 1. VII
огурца	. VII— 1 . VIII
кочанного салата и китайской капусты	1. VIII— 1. IX
Посевные зеленные (кочанный салат, китайская капуста, укроп, редис)	1. IX— 1. XI
Дезинфекция теплиц и оборудования, используемого при выращивании рассады	1. XI—25. XI

Т а б л и ц а 1. Потребность в тепле рассады различных овощных культур

Культура	Площадь питания	Температура в период роста, °С						
		От посева до всходов	В первые 3 - 5 дней после всходов	Днем		Ночью	Закалка перед высадкой	
				пасмурно	солнечно		днем	ночью
Капуста	6×6, 6×7	18 - 20	5 - 6	10 - 13	16 - 20	5 - 6	4 - 6	1 - 2
Томат	7×7, 9×9	24 - 29	14 - 15	18 - 22	24 - 29	12 - 15	14 - 15	14 - 15
Огурец	8×8, 7×7	27 - 32	20 - 22	22 - 25	28 - 32	18 - 20	16 - 18	16 - 18
Лук репчатый	2×2	20 - 22	14 - 16	15- 16	16 - 18	8 - 10	8	5
Перец	7×8, 7×7	25 - 26	18 - 20	20 - 21	24 - 26	19 - 20	16 - 18	16 - 18

Т а б л и ц а 2. Сведения по агротехнике рассады овощных культур для открытого грунта

Культура	Норма высева семян		Рассадный период, дн.	Число листьев		Деловой выход рассады с 1 м ² , шт.
	на 1 м ² с пикировкой	без пикировки		горшечная	безгоршечная	
Капуста белокочанная:						
ранняя						
средняя						
поздняя						
цветная						
Томат						
Огурец						
Лук репчатый						

Сведения по рассаде овощных культур

Культура	Сроки высадки в открытый грунт	Продолжительность выращивания, дн.	Площадь питания, размер горшочков, см	Схема посадки в открытом грунте	Норма высева семян, г/м ²	
					с пикировкой	без пикировки
1	2	3	4	5	6	7
Капуста ранняя	25.04–05.05	45–60	6×6, 7×7, 7×6	70×25–30	10–15	3–5
Капуста средняя	10.06–15.06	35–50	6×6	70×30–35, 70×40–50	–	12–1,5
Капуста поздняя	10.05–15.05	40–50	6×6	(90 + 50)×40, 70×50–60, 70×70	12–15	3–5
Капуста цветная	В несколько сроков с 25.04–05.05 по 25.07–05.08	45–60	7×7, 6×6	70×25–30	10–15	3–5
Томат ранний	05.06–07.06	55–65	8×8	(90 + 50)×35, 70×35	8–10	1–1,5
Огурец ранний	05.06–07.06	20–25	8×8, 7×7	(120 + 60)×20, 90×20, 60×20	–	4–5
Лук репчатый (рассада)	25.04–10.05	60–70	3×3, 5×5	(50 + 20)×8–10, 45×8	–	5–6

Сведения по агротехнике рассады овощных культур для открытого грунта

Культура	Площадь питания, см	Длина рассадного периода, декада		Выращивание с пикировкой			Норма посева на 1 м ² без пикировки, г	Выращивание рассады с пикировкой и без пикировки		
		горшечного	без горшечного	Норма посева на 1 м ² школы семян, г	Деловой выход семян с 1 м ² , шт.	Период от посева до пикировки, дн.		площадь питания рассады, см	Число растений, размещаемых на 1 м ² , шт.	Деловой выход рассады с 1 м ² , шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Брюква	–	–	3–4	–	–	–	4,5	5×5	400	350
Капуста белокочанная: ранние и среднеспелые сорта для ранней продукции	5–6	4,5–5	4,0–4,5	12–14	1600–2000	8–10	3–4	6×7	240	200
среднеспелые сорта для осенне-зимнего использования	–	–	3,5–4,0	–	–	–	4–5	5×6	333	300
позднеспелые сорта	5–6	–	3,5–4,0	12–14	1600–2000	8–10	5–6	5×6	400	340
Капуста брюссельская, савойская, краснокочанная	5–6	–	3,5–4,0	12–14	1600–2000	8–10	5–6	5×6	400	340
Капуста цветная	6–8	4,5–5	3,5–4,0	12–14	1600–2000	8–10	3–4	6×6	280	240
Кольраби для ранней продукции	–	–	3,5–4,5	–	–	–	3–4	5×5	400	350

Окончание прил. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лук репчатый на репку	–	–	4–5	–	–	–	5–6	2×3,4	1500	1300
Лук-порей	–	–	5–6	–	–	–	5–6	2×5	1000	900
Огурец	6–8	3–4	2,5–3	–	–	–	4–5	7×8	170	150
Томат	8– 10	6,5– 7,5	5,5–6	8–10	1500– 1800	12–20	0,8–1	9×9	125	100
Перец	8– 10	6–7	6	10–12	1500– 1800	15–18	3	7×8	170	150

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Список рекомендуемой литературы	4
Тема 1. Классификация и типы культивационных сооружений. Инженерное оборудование	5
Тема 2. Инженерное оборудование, его назначение и использование в культивационных сооружениях	9
Тема 3. Виды свето прозрачных материалов, применяемые в защищенном грунте	12
Тема 4. Система отопления. Тепловой баланс	17
Тема 5. Микроклимат в защищенном грунте и его регулирование	22
Тема 6. Режим влажности грунта и воздуха	25
Тема 7. Рассадный метод в защищенном грунте	31
Тема 8. Субстраты и система питания овощных культур	35
Тема 9. Общие приёмы промышленной технологии овощеводства защищённого грунта	42
Тема 10. Гидропонный метод выращивания овощных культур в защищённом грунте	45
Питательный раствор. Корректировка питательного раствора	46
Тема 11. Состав и приготовление питательных растворов	50
Тема 12. Технологии выращивания овощных культур в защищённом грунте	55
Тема 13. Проточная технология выращивания салата	62
Тема 14. Производство грибов шампиньонов	64
Тема 15. Система использования культивационных сооружений (культурообороты) ..	70
Приложения	73

Учебное издание

Скорина Владимир Владимирович
Скорина Виталий Владимирович
Максименко Наталья Васильевна

ОВОЩЕВОДСТВО ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Методические указания к лабораторным занятиям

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 28.01.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 3,65.
Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.