

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Факультет «Агротехнологій та екології»
Кафедра Плодоовочівництва, виноградарства та біохімії

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ
«ОВОЧІВНИЦТВО ЗАКРИТОГО ГРУНТУ»

для здобувачів освітнього рівня «бакалавр» зі спеціальності

203 «Садівництво та виноградарство»

(на основі повної загальної середньої освіти)

ЧАСТИНА 1

Мелітополь, 2020

Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Овочівництво закритого ґрунту (в комплексі з НП)»(Частина 1) для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство» (на основі повної загальної середньої освіти). - Мелітополь, ТДАТУ - 26 с.

Розробник: Ірина КОРОТКА, к.с.-г.н., ст. викладач

Затверджено на засіданні кафедри плодовоовочівництва, виноградарства та біохімії

Протокол №__ від_____2020 року

Завідувач кафедри плодовоовочівництва, виноградарства та біохімії

_____Максим КОЛЕСНИКОВ, к.с.-г.н., доцент
«_»_____20__року

Схвалено методичною комісією факультету АТЕ для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство»

Протокол № ____ від_____2020 року

Голова, доцент _____Олена ГРИГОРЕНКО, к.т.н.
«_»_____20__року

ТЕМА 1. СПОРУДИ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ, ЇХ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ

Класифікація споруд закритого ґрунту.

За особливостями усю різноманітність закритого ґрунту згрупували у три види: утеплений ґрунт, парники та теплиці.

Утеплений ґрунт – ділянка поля, пристосована для захисту рослин від приморозків, нетривалого зниження температури і одержання раннього врожаю найбільш простим способом. Дозволяє одержати продукцію на 1-3 тижні раніше, ніж з відкритого ґрунту. Поділяється на безкаркасний і каркасний. Безкаркасний: холодні грядки і розсадники, парові купи і ями, парові гребені і грядки. Каркасний – плівкові укриття тунельного типу (на 10-12 днів раніше врожай). Використовується захист від панівних вітрів, південні схили, біологічних обігрів з використанням гною, компосту. Питомий об'єм менше 0,3.

Парники – культиваційна споруда, яка має бокові стінки, прозорий дах та штучний або біологічний обігрів. При роботі в парниках робочі знаходяться зовні парника. Головне призначення – вирощування розсади для відкритого ґрунту та раннього врожаю овочів. Питомий об'єм 0,2-0,5.

За строками використання парники:

- ранні, або теплі (за 60 днів до початку польових робіт, з кінця січня-початку лютого),
- середні, або напівтеплі (за 40-45 днів до початку польових робіт),
- пізні, або холодні (за 15-20 днів до початку польових робіт).

За формою накриття:

- двоххилі;
- однохилі.

За характером будови бічних стін:

- наземні, або паризькі;
- заглиблені, або російські.

Обігрів:

- технічний (водяний, електричний),
- біологічний (гній кінський, ВРХ, свиней).

Розмір стандартної рами парника 106×160 см, площа 1,5 м². Обв'язка може бути дерев'яна або залізобетонна. Ряди рам по 20 шт.

Теплиці – культиваційні споруди середньо та великогабаритні за розмірами з великим питомим об'ємом, що дозволяє робітникам під час роботи знаходитись всередині, мають системи обігріву, поливу, регулювання параметрів мікроклімату. Призначені для виробництва овочів та розсади для відкритого і закритого ґрунту. Питомий об'єм 1-6.

За строками введення в експлуатацію і використання:

- зимові (вкриті склом, або плівкою в кілька шарів) використовують цілорічно;

- весняні (вкриті плівкою) починають експлуатувати коли температура зовні не знижується нижче -15°C . Використовують 6-7 міс. на рік.

За призначенням зими:

- овочеві, розсадні

За призначенням весняні:

- овочеві;
- розсадно-овочеві.

За будовою каркасу:

- блочні;
- одно ланкові (ангарні).

За будовою даху:

- двосхилі, односхилі, арочні;
- панельні;
- повітряно –надувні.

За способом вирощування (субстрат)

- ґрунтові, гідропонні, стелажні, безстелажні.

Серед культивацийних споруд окремо слід виділити шампінйонниці, призначені для вирощування грибів і побудовані з непрозорих матеріалів.

Призначення різних видів утепленого ґрунту.

Використання **утепленого ґрунту** дає можливість вирощувати ранні квіткові і дешеву розсаду декоративних культур для відкритого ґрунту. Без великих капіталовкладень продукція з нього надходить на 20 - 30 днів раніше, ніж з відкритого ґрунту, а собівартість її знижується в 4—5 разів порівняно з продукцією, вирощеною в культивацийних спорудах. Незначний об'єм капіталовкладень, простота організації і будівництва та догляду за рослинами дає змогу значно збільшити площу утепленого ґрунту та виробництво дешевої продукції

У виробництві розрізняють такі види утепленого ґрунту: холодні грядки і розсадники; заглиблення; парові грядки, гребені і заглиблення; утеплені розсадники; теплофіковані ділянки.

Холодні грядки закладають на родючих легких і середньо суглинкових ґрунтах. Під зяблеву оранку вносять по 60—100 т/га гною. Рано навесні вносять мінеральні добрива, розпушують ґрунт і проводять сівбу. **Холодні розсадники** — це влаштовані на підготовленій площі коробки або тимчасові переносні плівкові покриття. На ніч і в холодну погоду вдень їх накривають матами, папером, рогожами тощо. Як каркас для плівкового покриття використовують дуги з дроту, ліщини, лози. Залежно від призначення розсадники можуть бути на біологічному або технічному обігріві.

Безкаркасні види. Парова купа. На ґрунт викладають розігрітий гній купою діаметром 50 см заввишки 25-30 см. На нього насипають 15-20 см родючого ґрунту. Потім у ґрунт висівають насіння чи висаджують розсаду. Тепло, яке виділяється з гною, створює сприятливий для рослин мікроклімат. Для захисту рослин від тимчасових заморозків можливе використання тимчасового укриття з плівки чи солом'яними матами.

Парові заглиблення влаштовують так само, як і парові гребені. Грунт на біопаливо насипають шаром до 30—35 см, вирівнюють, ущільнюють і посередині роблять заглиблення на 15—18 см. У заглиблення висівають насіння або висаджують розсаду.

Утеплені розсадники обладнують так. У котлован глибиною 60 см закладають біопаливо і злегка ущільнюють його. Через 5—7 днів на нього насипають ґрунтосуміш шаром 20—25 см, ущільнюють і висівають насіння або висаджують розсаду. При зниженні температури їх накривають парниковими рамами або поліетиленовою плівкою.

Парова яма. У яму, діаметром 50 см, глибиною 20-30 см укладають гарячий гній і згори засипають родючим ґрунтом. На верхівці насипаного ґрунту у лунку висаджують розсаду чи висівають насіння. Укривають шматком скла.

Паровий гребінь. Восени на підготовленому полі нарізають плугом борозни через 70-90 см глибиною 20-30 см. Рано навесні у борозни укладають розігрятий гній і загортають борозни підгортачами, щоб гній був укритий шаром ґрунту 20-25 см. Потім висівають насіння чи висаджують розсаду. На 1 га парових гребенів витрачається 150 т гною.

Парова грядка. З осені на полі викопують траншеї шириною 70 см і глибиною 25-30 см. Рано навесні у траншеї закладають гарячий гній шаром 20 см. На гній насипають ґрунт викопаний з траншей. Потім їх вирівнюють, злегка ущільнюють і висівають насіння чи висаджують розсаду. Парові гребені утворюють плугом або підгортачем, нарізуючи борозни. В них накладають біопаливо шаром 20—30 см і з обох боків нагортають землю.

Поверхню гребеня вирівнюють, ущільнюють і проводять сівбу або висаджують розсаду.

Теплий розсадник. За будовою нагадує парову грядку, але глибина траншеї 40-45 см, товщина шару гною 30-35 см.

Холодний розсадник. Це ділянка ґрунту, захищена від вітрів лісосмугами або спорудами з невеликим південним ухилом призначена для вирощування розсади пізніх культур, наприклад пізньої капусти. Під розсаду капусти пізньої вносять 80-100 т/га перегною.

Безкаркасне плівкове укриття. Їх використовують для укриття рядків культур до сходів при ранніх строках сівби. Якщо укривається стрічковий двохрядковий посів, то посередині стрічки насипають валок з ґрунту, щоб висота плівки над ґрунтом становила 10-15 см. Краї плівки присипають ґрунтом, щоб не здувало вітром. Таким чином можна раніше на 7-10 днів висівати насіння і деякий час захищати сходи від низьких температур. Перспективно використання агроволокна (спатбонд або лутрасил), яке відрізняється від плівки тим, що пропускає вологу донизу і притримує тепло догори.

Теплофіковані ділянки здебільшого розміщують поблизу ТЕЦ, ДРЕС та інших джерел теплоносіїв і обігрівають за допомогою гарячої води, пари або електроенергії. На глибині 30—50 см укладають труби, по яких подається гаряча вода з температурою 35—40 °С. При використанні електроенергії

застосовують спеціальний тепловий кабель (дріт), який вкладають на дно котлована в ізоляційний матеріал (шлак, пісок або в гончарні трубки). Для обігріву використовують струм напругою 127—220 В. При пропусканні струму кабель нагрівається до 50—55 °С і обігріває ділянку.

При вирощуванні ранніх розсади з метою захисту рослин від приморозків і короткочасного зниження температури застосовують додаткове утеплення (покриття). Всі види покриття поділяють на 2 групи: прозоре і непрозоре.

Прозоре покриття (скло, синтетичні плівки) застосовують постійно або протягом найбільш несприятливого періоду. Його встановлюють при переході до плюсової температури повітря, за 7 -10 днів до висаджування розсади чи висівання насіння або відразу після проведення цих робіт.

Непрозоре покриття (маги, рогожі, мульчуючий папір тощо) використовують вночі, коли спостерігається зниження температури повітря (зрідка вдень під час приморозків або холодних вітрів).

Каркасні укриття.

Тунельне укриття (адлерського типу). Над рядками вздовж майбутнього тунелю встановлюються дуги з дроту діаметром 6 мм, довжиною 180-200 см, між дугами 1,0-1,2 м. Загальна довжина укриття – до 50 м. Всі арки з'єднують між собою шпагатом або тонким дротом. На арку натягують плівку і зовні притискують такими ж дугами – притискувачами. Укриття встановлюється після сівби чи садіння розсади. Урожай на 10-12 днів раніше. На 1 га тунельного укриття потрібно 1 т плівки і 5-6 т дроту.

Шатрове укриття. Каркас виготовляють з рейок 3×3 або 5×5 см. Він складається з конькового бруса, конькових крокв і бортових брусків. Висота 50-70 см, ширина 1,0-1,2 м, довжина 5-6 м. УРП-20 (НДІОГ) – укриття розбірне переносне – більш удосконалений тип, який легко збирається і розбирається.

Односхилий парник (паризький). Він складається з короба і рами, обтягнутої плівкою. Розміри 3×1,5 м, висота 40 см з південного боку і 60 см з північного.

Двосхилий переносний парник має схожу будову як УРП-20, але бічні схили зроблені у вигляді рам і можуть відкриватись.

Значення – доцільно використовувати для одержання більш раннього врожаю шавлю, ревеня, редису, капусти ранньої, томату, кавуна.

Недолік таких споруд – при температурі зовні -2°С, всередині може бути 0...-1°С, ускладнений догляд за рослинами.

Переваги: порівняно недорогі, при позитивній температурі зовні всередині температура вища на 10-15°С. дозволяють прискорити урожай на 10-15 днів, є можливість перенесення.

Призначення парників.

Парники бувають наземні і заглиблені. Складові частини заглибленого парника на біообігріванні 810-60: котлован на 20 рам (довжиною 21,6 м, короб або обв'язка, парникова рама 160×106 см зашклена або обтягнута плівкою, солом'яні мати для накриття на ніч, джерело тепла – гній або технічне

опалення, поживна ґрунтосуміш. Рама виготовляється з дерев'яних рейок 5,5×4,5 см і 3-4 шпросів. Південний брусок повинен мати товщину на 1 см менше ніж північний для ухилу на південь. На південний брусок скло кладуть краєм на поверхню, щоб не затримувалась вода. Орієнтують парникові рами зі сходу на захід. Скло шматками 25-40 см укладають у пази внапуск на замазку. Різниця між південним і північним боком парника – 10-15 см.

Обв'язка парника може бути дерев'яна або бетонна.

Наземний переносний парник складається з короба з дошок 40×250×6400(5300, 4250)мм, ширина короба 1,6 м, південна стінка на 5-7 см нижча за північну. Обігрів зазвичай біопаливом.

Призначення різних видів теплиць.

Теплиці - середньо- і великогабаритні культиваційні споруди, призначені для вирощування овочів круглорічно або протягом весняно-літнього сезону.

За призначенням теплиці поділяють на **розсадні** та **овочеві**.

У **розсадних** теплицях вирощують розсаду для відкритого і закритого ґрунту та овочеві культури після розсади. Вони мають підґрунтове і по-вітряне обігрівання. Теплиці овочеві мають розсадні відділення, в яких вирощують розсаду в листопаді — першій половині січня, обладнуючи їх ще й лампами для доосвітлювання рослин.

Овочеві теплиці за періодом експлуатації поділяють на **зимові** та **весняні**.

У **зимових теплицях** вирощують овочеві культури впродовж року. Вони мають досить масивну конструкцію, стаціонарне покриття й обладнані устаткуванням для обігрівання ґрунту і повітря, розрахованого на зниження зовнішньої температури повітря у центральних районах до мінус 30 °С, у південних — мінус 20 °С та снігового навантаження 98 та 147 і вітрового 441 Па/м². Вентиляційна система їх у південних районах займає до 50, а в центральних — до 25 % площі покриття. Такі теплиці придатні для вирощування рослин у найхолоднішу пору року.

У **весняних теплицях** вирощують овочеві культури впродовж весняного, літнього й осіннього періодів, тобто за сприятливіших температурних умов. Такі теплиці мають легшу конструкцію і меншу кількість нагрівальних приладів (часто останніх немає), що значно здешевлює їх вартість. Весняні теплиці експлуатують переважно під плівковим покриттям.

В Україні в все більше господарствах такі теплиці обладнують **підземним і повітряним обігріванням, покривають подвійним шаром плівки** і використовують як зимові. У разі обладнання плівкових теплиць повітряним обігріванням їх використовують пізніше — із середини березня. Плівкові теплиці з сонячним обігріванням використовують із другої декади квітня. Якщо теплиці обладнані аварійним обігріванням, їх можна вводити в експлуатацію раніше. Весняні плівкові теплиці менш довговічні, ніж зимові, і значно дешевші.

За внутрішньою будовою розрізняють **стелажні й ґрунтові теплиці**.

У *стелажних* овочеві культури вирощують на стелажах. У великих теплицях стелажі розміщують уперек, а поздовжній прохід роблять посередині. У невеликих теплицях стелажі розміщують уздовж стін. Висота бортів стелажів становить 20—22 см. У дні стелажів роблять отвори для стікання води. Труби для обігрівання вкладають під дно стелажів. Відстань від дна стелажа до ґрунту 50—75 см. Це дає змогу використовувати підстелажний простір для вигонки невибагливих до світла культур (цибулі, ревеню тощо). Стелажні теплиці використовують здебільшого для вирощування розсади. За такого використання над стелажима підвішують люмінесцентні лампи для доосвітлювання рослин.

У *ґрунтових теплицях* овочеві культури (розсаду) вирощують на поверхні ґрунту. У них раціональніше використовується площа (до 85 %), рівномірніше підтримуються постійна температура і вологість повітря та ґрунту, створюються сприятливі умови для механізації робіт, пов'язаних із заміною й обробіткою ґрунту (субстрату), перевезенням урожаю та інших вантажів. Якщо ширина секції понад 6 м, рядки розміщують уперек теплиці, а основний прохід роблять посередині.

Теплиці, в яких овочеві культури вирощують на інертних субстратах, періодично зволожуваних живильним розчином, називають **гідропонними**. Як субстрат використовують керамзит, вермикуліт, щебінь, гравій, пісок, перліт, поліетилен гранульований, гродан, мінеральну вату тощо. Гідропонні теплиці обладнані сучасним автоматичним і комп'ютерним управлінням для регулювання обігрівання, подавання вуглекислого газу, краплинного зрошування, елементів живлення та боротьби з хворобами і шкідниками. Рівень живильного розчину в субстраті регулюється автоматично.

ТЕМА 2. МІКРОКЛІМАТ У КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУДАХ ТА СПОСОБИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ.

Основне призначення культиваційних споруд - створення оптимальних умов для вирощування овочевих культур протягом періоду, коли вирощування їх у відкритому ґрунті неможливе. В першу чергу це відноситься до температури повітря і ґрунту, умов освітленості, вологозабезпечення і концентрації вуглекислого газу в повітряному просторі споруди. Оскільки ці фактори життя рослин створюються в обмеженому просторі, сукупність їх отримала назву *мікроклімат культиваційних споруд*, а окремі фактори життєзабезпечення - *параметри мікроклімату*.

Створення і регулювання мікроклімату в культиваційних спорудах неможливо без урахування впливу факторів зовнішнього клімату і погодних умов - оптичне випромінювання (сонячна радіація), сила і напрям вітру, температура і відносна вологість повітря, опади. Незважаючи на те, що культиваційні споруди відокремлені від зовнішнього середовища скляним або полімерним покриттям ці фактори суттєво впливають на мікроклімат всередині споруд.

Сонячна радіація забезпечує процес фотосинтезу, а також безпосередньо впливає на тепловий режим і служить важливим джерелом енергії в захищеному ґрунті. Радіаційним режимом в значній мірі визначаються всі інші режими мікроклімату - температура повітря і ґрунту, режим вологості повітря і ґрунту, поливний режим і режим мінерального живлення, підживлення діоксидом вуглецю.

Оптимізація світлового режиму.

Світло є джерелом енергії для фотосинтезу. Світло, що надходить на землю від сонця складається з ультрафіолетових, видимих та інфрачервоних променів. Ультрафіолетове випромінювання (280-380 нм) затримує витягування стебла, покращує стійкість рослин до низьких температур, сприяє нагромадженню вітамінів в рослинах. В умовах високогір'я, де кількість ультрафіолетового випромінювання від сонця досягає 5%, картопля витримує заморозки до $-7...-8^{\circ}\text{C}$, шпинат -12°C , пекінська капуста -15°C , хоча в рівнинних місцевостях картопля гине при -1°C .

Ультрафіолетові промені сильно затримуються склом (пропускає до 20%), тому в продуктових органах овочів закритого ґрунту вітамінів менше на 20-30% ніж з відкритого ґрунту. Плівка різних рецептур пропускає ультрафіолетових променів більше (до 70%). Таким чином, кращі умови для вирощування якісної загартованої розсади для відкритого ґрунту можна створити лише у плівкових теплицях.

Якщо у відкритий ґрунт висадити незагартовану до прямих сонячних променів розсаду, то на листках з'являться білі плями від опіків.

Для ультрафіолетового опромінення молодих рослин з метою підвищення імунітету в теплицях використовують кварцеві і ртутно-кварцеві лампи (ПРК-2 і КПН-1), які випромінюють світло з довжиною хвилі 292-295 нм.

Зазвичай штучне досвічування в теплицях використовують лише для розсади при вирощуванні її для зимово-весняного обігу в листопаді-грудні-січні. Досвічують розсаду від появи сходів 3 доби цілодобово, а потім біля 10 днів по 14-16 годин на добу. Висота ламп на рослинами 1-2 м, потужність із розрахунку 200-400 Вт/м². Світлокультура (вирощування овочів без сонячного світла) застосовується рідко – в північному полярному колі.

Лампи поділяються на такі типи:

- лампи накаливання мають вольфрамову нитку накаливання у скляній колбі заповненій інертними газами, низький ККД (1-2% енергії використовується на світло – решта на тепло, недовговічні, спектр світла далекий від сонячного, працюють за будь-яких умов, не мають пуско-регулюючої апаратури; вони можуть бути з прозорою колбою і з матовою;

- люмінесцентні лампи: в скляній трубці між двома електродами є заряд, який викликає ультрафіолетове випромінювання, воно викликає світло люмінофора, яким вкрита внутрішня поверхня трубки. ККД таких ламп значно вищий до 70-80%, для запуску використовується дросель і стартер, світло за спектром близьке до сонячного, оптимальна температура для їх роботи 18-

25°C, вологість повітря 65%. Для досвічування розсади в теплицях використовують лампи: ДРЛ-400 (дугова ртутна люмінесцентна 400 Вт), ДРВ-750, ДРЛ-700, ДРЛ-1000, ДРЛ-2000, які вкручують у ліхтарі ОТ-400, ОТ-700, ОТ-1000 і т.д.

- ртутні лампи високого тиску з люмінофором є різновидом люмінесцентних. Така лампа складається з ртутно-кварцевого пальника високого тиску, який знаходиться у колбі без повітря. Світло такої лампи більше має променів червоної частини спектру. ДРЛФ-400 (дугова ртутна люмінесцентна фітотронна). Ціна 60-140 грн./шт.

- газорозрядні лампи – найбільш сучасні – це метало галогенові і натрієві високого тиску. Такі лампи мають високу інтенсивність світла, під ними можна загоряти, довговічні, економічні. Будова таких ламп як і люмінесцентних, але трубка заповнена йодидами рідкоземельних металів (натрія – жовтий спектр, талій – зелений, індій – блакитний і т.д.), таким чином спектр світла таких ламп дуже якісний, наближений до сонячного. ДНаТ-400, ДРІ-400 (700, 1000) (дугові натрієві лампи високого тиску продають разом з відбиваючими ліхтарями. Світло оранжеве назва "захід сонця". Довговічність таких ламп найбільша. Орієнтовна ціна 100-170 грн./шт.

Виробники: Philips і НВО "НФЛ" (Росія).

Таким чином люмінесцентні лампи ДРЛ або ДРЛФ потрібно замінити на газорозрядні.

При будівництві теплиць і вирощуванні рослин потрібно прагнути, щоб якнайефективніше використовувати природне сонячне світло:

- підбір світлопроникних матеріалів з високим коефіцієнтом пропускання видимої частини спектру (80-90%) і низьким коефіцієнтом пропускання середньо- і довгохвильових променів;

- затінення світлонепроникними елементами покрівлі не повинен перевищувати 25 % в скляних і 15 % в плівкових спорудах;

- світлонепроникні елементи повинні бути білого або металевого забарвлення, ґрунт доцільно мульчувати соломкою, тирсою або плівкою;

- кут нахилу покрівлі повинен сприяти найбільш ефективному проникненню сонячних променів, встановлені кути нахилу покрівлі для блокових теплиць зимових 25-30°, весняних 18-23°;

- орієнтація споруд;

- підтримання покрівлі в чистому стані – при випадінні снігу – активізація шатрового опалення, періодичне миття поверхні скляних теплиць.

Оптимізація теплового режиму.

За вимогливістю до тепла овочеві культури захищеного ґрунту з урахуванням способу вирощування ділять на три групи (по В. А. Бризгалову):

- *теплолюбні рослини* ($t_{opt} = 23 - 25$ °C); до них відносять овочеві рослини сімейств гарбузове, пасльонові, а також квасоля при вирощуванні їх посівом насіння і розсадним методом; все вигоночні культури;

- *рослини, які потребують помірної температури* ($t_{opt} = 12-14\text{ }^{\circ}\text{C}$); до них відносять овочеві рослини сімейства капустяні, салат, шпинат при вирощуванні посівом насіння і розсадним методом, кріп;
- *рослини, що вимагають зниженої температури* ($t_{opt} = 2-4\text{ }^{\circ}\text{C}$), до них відносять культури, що дорощують.

Оптимальні значення температури змінюються протягом вегетаційного періоду.

Після появи сходів необхідно знизити температуру повітря, що сприяє кращому переходу рослини від живлення за рахунок використання запасів насіння до живлення за рахунок засвоєння мінеральних речовин і води з ґрунту. При цьому посилено зростає коренева система, сходи виходять міцні, з укороченим підсімядольним коліном.

Через кілька днів температуру підвищують. Найбільш високі оптимум температури під час творення плодів.

Величина оптимальної температури залежить від умов освітленості. Чим краще світлові умови, тим вище температурний оптимум. При слабкій освітленості слід знизити і температуру, в іншому випадку витрати енергії на дихання перевищать накопичення її в процесі фотосинтезу.

Особливо важливо зниження температури повітря в нічний час. Нічні температури - важливий засіб регулювання відтоку асимілянтів в вегетативні та генеративні органи рослини. Знижена нічна температура (в межах оптимальної) посилює ріст коренів, листової поверхні, призводить до утворення великої кількості зав'язей. При підвищеній нічній температурі посилюється відтік асимілянтів в продуктові органи, але рослина швидше старіє.

Занадто низькі температури сприяють ураженню теплолюбних рослин хворобами (борошниста роса, фітофтора, вірусні хвороби) і можуть затримати плодоношення.

Овочеві культури в захищеному ґрунті негативно реагують на різкі коливання температури, особливо в першій половині вегетаційного періоду.

Великою мірою ріст і розвиток рослин залежать від температури кореневмісного середовища. Температура ґрунту або субстрату впливає на поглинання елементів живлення і їх вміст у листках. При температурі ґрунту нижче оптимуму ускладнюється надходження в рослини води і елементів живлення. В умовах тривалого зниження температури кореневмісного середовища починається відмирання кореневої системи, активізуються патогенні мікроорганізми.

У культивацийних спорудах необхідний температурний режим створюється за рахунок сонячного обігріву і технічного опалення.

Для зменшення температури в теплу пору року – відмикають фрамуги або відкривають накриття плівки. Для підтримання оптимальної температури ґрунту використовують підґрунтове опалення.

Для теплолюбних культур огірок, томат, перець, баклажан і баштанні підтримують температуру повітря в сонячний день $24-28\text{ }^{\circ}\text{C}$, в похмурий день – $22-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, вночі $18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, температуру ґрунту $20-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для холодостійких

культур салату, пекінської капусти, розсади капусти б/г і цвітної в сонячний день 16-18°C, в похмурий день 14-16°C, вночі 12-14°C, ґрунту – близько 16-18°C.

Оптимізація водного режиму.

Вода в рослині грає роль транспорту, розчинника, регулятора температури, обмін речовин.

Основна частина води, що споживають рослини, використовується для випаровування і лише 0,2-0,3% входить до складу врожаю. Транспіраційний коефіцієнт (кількість води, що випаровується рослиною для створення одиниці сухої речовини) у овочевих рослин в закритому ґрунті становить 350-700. А коефіцієнт водоспоживання (кількість води, що витрачається рослиною на створення 1 т урожаю) у огірків 18-20 м³/т, у помідорів 45-55 м³/т (для порівняння – у відкритому ґрунті для огірка 80-100, томат 70-80 м³/т).

Є два методи визначення норм поливу в теплицях:

1. за вологістю субстрату (термо-ваговий);
2. за сумою променистої енергії, що надходить в теплицю.

Кількість води для поливу повинна залежати від інтенсивності освітлення в теплиці. Коли освітленість низька в зимові місяці і випаровування неінтенсивне, норми поливу становлять 1-3 л/м² за добу, а у весняні і осінні місяці при інтенсивному освітленні норми поливу досягають 15-25 л/м² за добу. Вологість ґрунтосуміші в ґрунтових теплицях повинна бути не менше 75-90% НВ. Не можна допускати перезволоження і пересушення ґрунтосуміші.

Норма поливу і вологість ґрунтосуміші залежить також від фази розвитку культури: для розсади і до плодоношення норми поливу менші, а в період плодоношення – більші. Загальна витрата води для одержання урожайності 12-14 кг/м² томату становить 600-750 л/м², в перехідній культурі – 1400-1600 л/м².

Загальноприйнята норма поливу для огірка 3-4 л/м², томату – 6-8 л/м², якщо добова інсоляція до 2 МДж/м², то огірок поливають раз на три дні, томат – раз на 4-5 днів. Якщо добова інсоляція 2-8 МДж/м², огірок – щодня, томат раз на 3-4 дні.

Поливати потрібно теплою 25°C водою у найбільш світлий час дня, краще зранку. Не рекомендується поливати після 15-16 години і у похмурі дні. Якість води повинна відповідати ДСТУ 2874-82.

Способи поливу: дощування і крапельний. Водомережа теплиць може бути під'єднана до центрального водогону або може бути місцевою. Водомережа в теплиці повинна бути обладнана форсунками для поливу дощуванням або системою крапельного зрошення і форсунками для зволоження повітря. Мережу водогону можна прокладати на поверхні ґрунту і по поверхні. На вході обладнують лічильник. В зимових теплицях під ґрунтом на глибині не менше 0,7 м обладнують дренажну систему з трубок для відведення надлишку води.

Вологість повітря регулюють провітрюванням і зволоженням. Для томату краще 65%, для огірка 80-90%.

Оптимізація повітряно-газового режиму.

Повітря складається з 21% кисню, 70% азоту, 0,03% вуглекислого газу і 8-9% інших (інертних) газів. Рослини використовують кисень для дихання, а вуглекислий газ для фотосинтезу. Шкідливі гази для рослин: двоокис сірки ГДК до 0,2 мг/м³, двоокис азоту до 20, аміаку до 10, чадного газу до 500 (для людини до 5), озону до 0,2, формальдегіду до 0,7, ацетилену до 0,05, пропілену до 50.

Оптимальна швидкість повітря в теплиці 0,3-0,5 м/с. Це збільшує інтенсивність фотосинтезу. Повітря в теплиці рухається за рахунок різниці температур, при калориферному опаленні і підживленні CO₂ (до 1-1,5 м/с). Для активізації руху повітря встановлюють вентилятори.

У дослідженнях найвищий врожай помідорів одержано при концентрації вуглекислого газу 0,35%, а огірків при 0,6%. Оптимальний вміст CO₂ для рослин залежить від освітленості, температури і культури. При концентрації 1% ріст рослин затримується, рослини пригнічуються, а при 3-5% зупиняється проростання насіння і ріст. При низькій концентрації CO₂ 0,01% фотосинтез різко зменшується. Для створення 30 т/га урожаю овочеві рослини засвоюють на 1 га з повітря біля 4,5 т вуглецю, а CO₂ – 20 т. Щоденно рослини поглинають 500-550 кг CO₂ за добу у відкритому ґрунті і до 700 кг/га у теплицях, а з ґрунтосуміші виділяється не більше 230 кг.

Для забезпечення високої урожайності овочевих рослин у закритому ґрунті необхідне штучне підживлення. Джерелом вуглекислого газу в ґрунтових теплицях є збагачена органічною речовиною ґрунтосуміш. У малих теплицях для підживлення CO₂ підкладають гній, а також встановлюють діжки, в які закладають пташиний послід з водою для бродіння (3-4 ц на 1 га). У великих тепличних комбінатах використовують зріджений CO₂ з балонів або зі спеціальних контейнерів ЦЖУ-6, ЦЖУ-9 (6 і 9 т CO₂). Вуглекислий газ розподіляють по теплиці по спеціальних поліетиленових перфорованих рукавах за два підживлення 100-200 кг/га при закритих фрамугах. Концентрація CO₂ залежить від освітленості: до 2000 лк не підживлюють, до 10000 лк – до 0,1%, понад 10000 лк – до 0,2 %. При збільшенні концентрації CO₂ підвищують і температуру на 2°C. Рівень CO₂ вимірюють газоаналізаторами ОА-5501 і ГОА-І-08. Для підживлення CO₂ раніше використовували газогенератори УГ-6 чи УГ-2, які працюють на природному газі в автоматичному режимі. Використовують сухий лід 10-20 г/м³.

У тепличному комбінаті "Київська овочева фабрика" для підживлення використовують очищений газ від котельні – система ОГК.

Для збільшення кількості жіночих квіток у огірків можна застосовувати чадний газ (копіння огірків). Такий захід проводять для сортів зі змішаним типом цвітіння. На ніч у піч закладають поліно для жевріння.

При калориферному опаленні на природному газі при прямому згорянні газу в теплицях гаряче повітря насичене CO₂ подається по поліетиленових рукавах і таким чином відбувається підживлення CO₂.

ТЕМА 3. ОБІГРІВ СПОРУД ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ.

При вирощуванні декоративних рослин у зимовий період у спорудах закритого ґрунту треба створювати відповідну температуру. Чим більша різниця між внутрішньою і зовнішньою температурами, тим швидше охолоджується споруда. Витрата тепла з 1м² прозорої поверхні споруди за 1 год. при різниці між зовнішньою і внутрішньою температурами в 1 С називається *коефіцієнтом тепловіддачі*.

Розрізняють три способи обігріву споруд закритого ґрунту: **сонячний, технічний і біологічний.**

Сонячний обігрів споруд закритого ґрунту.

Суть сонячного обігріву полягає у проникненні сонячної радіації в споруду крізь прозору поверхню і перетворенні там у теплову енергію.

Сонячне світло складається з електромагнітного випромінювання з різною довжиною хвиль: 10-280 нм – вітоцидне випромінювання дуже шкідливе для живих організмів. Більша частина таких променів затримується озоновим шаром атмосфери. 280-380 нм – ультрафіолетове випромінювання, 380-780 нм – видиме випромінювання, 780-34000 нм – інфрачервоне випромінювання (теплові промені). Фотосинтетично активна радіація (ФАР) – 380-800 нм, найефективніші для фотосинтезу червоні промені. Із загального сонячного опромінення 44% видимих променів, 2% ультрафіолетових (у високогірних районах до 5%), 54% інфрачервоних.

Парниковий ефект ґрунтується на здатності прозорих матеріалів (скла і плівки) пропускати біля 83-85 % видимих променів, біля 2 % ультрафіолетових променів, 85 % короткохвильових і лише 10 % теплових середньо і довгохвильових променів, поглинає біля 2 % світла. Видимі промені, що потрапляють до теплиці і відбиваються від ґрунту, рослин та інших об'єктів трансформуються у середньо- і довгохвильові, які затримуються стінами і дахом.

Плівка різних видів пропускає 80-90 % видимих променів, 9-70 % УФ-променів, 5-80 % ІЧ-променів. Тому плівкові теплиці вночі охолоджуються швидше скляних.

Сонячний обігрів використовується в усіх спорудах закритого ґрунту в усі пори року. В теплицях і парниках на технічному обігріві сонячна енергія досягає 4% в січні, 11% в лютому, 20% в березні, 36% в квітні, 206% в травні, 164% у вересні, 28% у жовтні, 7% в листопаді, 2,5% в грудні від загальної потрібної кількості енергії в теплиці.

У спорудах з сонячним обігрівом можна починати вирощування навесні холодостійкі культури на 25-30 днів раніше ніж у відкритому ґрунті, а теплолюбні – на 15-18 днів. Восени ріст культур у спорудах з сонячним

обігрівом можна подовжити на 30-40 днів після припинення вегетації у відкритому ґрунті.

У теплицях з сонячним обігрівом доцільно обладнати аварійний технічний обігрів, що дає можливість починати вирощування культур на 35-40 днів раніше, ніж у відкритому ґрунті.

Заходи щодо максимального отримання тепла від сонячного обігріву:

1. підбір світлопроникних матеріалів з високим коефіцієнтом пропускання видимої частини спектру (80-90%) і низьким коефіцієнтом пропускання середньо- і довгохвильових променів;

2. затінення світлонепроникними елементами покрівлі не повинен перевищувати 25 % в скляних і 15 % в плівкових спорудах;

3. світлонепроникні елементи повинні бути білого або металевого забарвлення, ґрунт доцільно мульчувати соломою, тирсою або плівкою;

4. кут нахилу покрівлі повинен сприяти найбільш ефективному проникненню сонячних променів, встановлені кути нахилу покрівлі для блокових теплиць зимових 25-30°, весняних 18-23°;

5. орієнтація споруд;

6. підтримання покрівлі в чистому стані – при випадінні снігу – активізація шатрового опалення, періодичне миття поверхні скляних теплиць.

Технічний обігрів споруд закритого ґрунту.

Технічний обігрів найбільш досконалий, він здійснюється за рахунок використання теплової енергії різних видів палива, електроенергії, геотермальних вод, тощо. Розрізняють технічний обігрів водяний, електричний і повітряний.

Водяний обігрів – основний вид обігріву тепличних комбінатів. Коефіцієнт корисної дії 60-70%. При замкнутій системі обігріву гаряча вода від джерела теплоенергії надходить у розміщені в споруді труби, там віддає частину тепла і охолодженою повертається у вихідну точку, де знову підігрівається.

Електричний обігрів здійснюється різними нагрівними елементами, в яких є сталевий або будь-який інший високопровідний дріт, що нагрівається електричним струмом. Цей спосіб обігріву досить надійний і простий в експлуатації.

Повітряний обігрів здійснюється за допомогою циркуляції нагрітого повітря від джерел теплоенергії. Повітря циркулює за допомогою трубопроводів і вентиляторів. Такий обігрів застосовують переважно у весняних спорудах (установки СФОА 16/05 ТУ М2/1), до складу їх входить електрокалорифер, вентилятор з електропроводом і прилади автоматики.

Кількість тепла для опалення 10 га теплиці достатня для селища з населенням 50 тис. чоловік на опалювальний період. За опалювальний період витрачається 1500-4000 т/га умовного палива (29,3 МДж/кг, або 7000 ккал).

Види палива для опалення:

- вугілля 22,3-27,2 МДж/кг;
- торф 10,7 МДж/кг;
- мазут 39,8 МДж/кг;
- природний газ 33-36 МДж/кг(м³);
- керосин 40,8 МДж/кг;
- електроенергія 3620 кДж/кВт×год.

Теплоносій – рідина, що рухається або газоподібне середовище, які використовуються для теплообміну (вода, пара або повітря).

В спорудах закритого ґрунту використовують водяне, електричне і повітряне (калориферне) опалення. Водяне опалення має ККД 65-70 %.

Водяне (трубне) опалення поділяється на види:

1. з власною котельною і замкненим циклом;
2. без власної котельної і замкненим циклом (при використанні теплої води електростанції і деяких заводів;
3. без власної котельної зі скиданням води (при використанні геотермальної води і тепловідходів промисловості).

Котли для власних котелень обладнують для основного виду палива і аварійного – для підтримання температури в теплиці не менше +15°C в найхолодніший період року.

Водяна система опалення складається з магістральних труб великого діаметру прямих і зворотних, від яких відходять труби опалення меншого діаметру – опалювальні. Для обігріву повітря використовують сталеві труби, а для підґрунтового опалення – поліетиленові труби. Труби об'єднують в групи – реєстри.

Водяне опалення поділяється на шатрове, контурне (цокольне), ґрунтове і надґрунтове. Температура ґрунтосуміші повинна бути не менше 18°C і не більше 25°C. Температура в сталевих трубах відкритих систем може бути 70...95°C або 70...140°C – в закритих системах, де використовують парові котли і пару під тиском, а в ґрунтових 40-45°C. Труби шатрового, контурного і надґрунтового опалення забарвлюють в білий колір. Теплотраси від котельних до споруд утеплюють скловатою і обмотують спеціальною фольгою. Втрати тепла при передачі – до 10 %.

Калориферне (лат. calor – тепло і fero – несу) опалення ґрунтується на подачу в споруди нагрітого повітря. ККД калориферного опалення вищий, ніж водяного – більше 80 %.

В теплицях використовують електрокалорифери ЕК-3500 (16-25 кВт), АФІ (45 кВт), ОКБ (25, 40, 100, 160, 250 кВт), СФОЦ (5, 10, 16, 25, 40, 60 і 100 кВт), СФОА (16, 25, 40, 60 кВт). На 1000 м² встановлюють калорифер потужністю 50-70 кВт. Від калориферів відводять спеціальні перфоровані рукави для рівномірного розподілу тепла в теплиці. При такому обігріві часто використовують підґрунтове опалення дротами ПОСХВ і ПОСХП.

Пароводяні калорифери АПВС-50-30, АПВС-70-40, АПВС-110-80, АПВ- 200-140, АПВ-280-190, ГСТМ-70М, СТД-100, СТД-300М, в яких теплоносієм

є гаряче повітря, яке нагрівається гарячою парою чи водою 130-70°C.

Калорифер з'єднують з системою водяного опалення.

Газові калорифери працюють на природному газі або рідкому паливі. Газові тепло генератори ТГ-2,5А, ТГ-3,5А., ОВА-150, 182Н. Теплоносій – повітря 45-50°C. Гаряче повітря поширюється в теплицях через поліетиленові перфоровані рукави.

Калорифер УТГО-350М призначений для прямого згоряння газу в теплиці. Він має ККД 98-99 %. Гарячу (60-70°C) газоповітряну суміш вентилятори по перфорованих рукавах подають до теплиць.

Переваги калориферного опалення:

1. низька собівартість і металоємність;
2. зручність в управлінні;
3. високий ККД – 0,8;
4. штучна циркуляція повітря вирівнює температуру в теплиці;
5. можливість підживлення CO₂.

Шляхи скорочення витрат тепла:

1. вибір ділянки зі сприятливим тепловим режимом (вітрозахист, орієнтація споруди);
2. застосування подвійного шару покриття для стін (подвійне скло зменшує тепловтрати на 39 % і світлопроникність на 14 %);
3. використання додаткових тимчасових укриттів (тимчасове зашторювання теплиць всередині плівкою);
4. зменшення коефіцієнту огороження;
5. малооб'ємна гідропоніка, яка дозволяє не використовувати підґрунтове опалення.

Біологічний обігрів закритого ґрунту

Біологічний обігрів застосовується для обігрівання парників, теплиць і утепленого ґрунту. Органічні речовини, які швидко розігріваються і виділяють велику кількість теплоти, називають біопаливом. До них належить гній, побутове сміття, волога і загнила солома, відходи деревообробної промисловості (тирса, кора), листя, слабо розкладений торф, тощо. Найціннішим біопаливом є кінський гній. Температура його на 7-8-й день після закладання у парники досягає 60-75 С. А через 45-50 днів знижується до 30 С. Цей вид палива найбільш доцільно використовувати для закладання ранніх парників.

Джерелом біологічного обігріву може бути гній кінський, ВРХ, свиней, солома, тирса, заводський компост з міського сміття. Найкращим біопаливом вважається кінський гній, який розігрівається після перебивки на 7-9 день і температура досягає 72°C, протягом 70-90 днів підтримується 33-38°C. Гірше гній іншого походження (ВРХ – до 52°C через 18-20 днів, протягом 75-100 днів 12-20°C; тирса при вологості 50 % 30-40°C на 20-25

день, 15-20°C протягом 40-60 днів, пресована солома при вологості 75-80% через три дні 35-45°C 15-20°C протягом 50-60 днів).

Заготівлю біопалива починають восени. Гній складають у бурти і добре ущільнюють, щоб запобігти передчасному розігріванню. На одну парникову раму заготовляють 0,5-0,9 т гною залежно від строку використання. На 1 га теплиці або утепленого ґрунту заготовляють 2-3 тис. тонн. Розігрівати біопаливо починають за 8-12 днів до закладання парників. Його перебуртовують і складають нещільно, щоб забезпечити доступ повітря. У парники біопаливо закладають за 7-12 днів до сівби чи висаджування розсади і вкривають рамами, матами.

Для закладання наземних парників ділянку очищають від снігу і вкладають біопаливо шаром 40-60 см. На нього встановлюють короби, додають біопаливо, накривають рамами і матами. Правильно закладене в парники біопаливо розігрівається через 4-6 днів.

У теплицях і утепленому ґрунті біопаливо закладають у завчасно підготовлені заглиблення, або на поверхню ґрунту під грядки. Останнім часом для біологічного обігріву теплиць почали використовувати солому.

Для зберігання біопаливо з осені укладають у бурти на широких дорогах між кварталами парників шириною 6-8 м висотою 1,5-2 м і ущільнюють, а згори прикривають соломою. За 7-15 днів до укладання в парники біопаливо перебуртовують за допомогою екскаваторів, додають соломи і укладають нещільно. Теплотворна здатність 1 кг біопалива близько 840 кДж.

ТЕМА 4. СВІТЛОПРОЗОРИ ПOKPИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ КУЛЬТУВАЦІЙНИХ СПОРУД

Вимоги до світлопрозорих матеріалів для покриття культивацийних споруд.

Світлопрозорі покривні матеріали є основним елементом культивацийних споруд, оскільки безпосередньо впливають на світловий та тепловий режими в теплиці.

Тепличний (парниковий) ефект заснований на властивості світлопрозорих матеріалів пропускати видиме і ультрафіолетове випромінювання і майже не пропускати інфрачервоне (теплове). Видиме випромінювання, проникаючи в теплицю, трансформується в інфрачервоне, яке затримується всередині покрівлею і стінами.

Коли промінь світла падає на об'єкт, його енергія перетворюється в тепло, а довжина хвилі одночасно збільшується. Видиме випромінювання проникає крізь скло, а теплове відображається ним.

Якщо світлопрозорий матеріал погано пропускає тепло, то в сонячний час не відбувається надмірного надходження теплової енергії ззовні, а в нічні години мінімальна віддача тепла захищає рослини від переохолодження. Отже, коефіцієнт пропускання інфрачервоних променів - це перше, на що

потрібно звертати увагу вибираючи тип матеріалу. Кращим є скло (пропускає менше 10% теплового випромінювання), не поступається йому ПВХ плівка (ПВХ). А ось звичайна поліетиленова пропускає 70-80%. Тому при її використанні в сонячні дні в теплицях спостерігається сильний перегрів, а в темний час доби - сильне охолодження, яке може виявитися критичним для деяких культур, особливо в період заморозків.

При будівництві світлопрозорих конструкцій використовують - скло, акрил, прозорий поліетилен (ПЕ), полівінілхлорид (ПВХ), полікарбонат і деякі інші матеріали.

Показниками придатності полімерного матеріалу для огорожувальних поверхонь є: світлопроникність, проникність для ультрафіолетової частини спектру, здатність затримувати теплове випромінювання, еластичність, міцність, гідрофільність, стійкість до впливу кислот, лугів і мікроорганізмів, морозостійкість, негорючість, антистатичність, стабільність лінійних розмірів і вирівняність по товщині.

Вимоги до світлопрозорих матеріалів:

1. Прозорість плівкового матеріалу у видимій ділянці повинна бути не менше 80 %. При вирощуванні розсади для відкритого ґрунту необхідною є висока проникність для короткохвильових ультрафіолетових променів (область В) і знижена для довгохвильових (область А). Висока проникність світлопрозорого матеріалу для довгохвильового (інфрачервоного) випромінювання призводить до охолодження споруд в нічний час.

2. Антистатичність матеріалу і стабільність його структури в процесі експлуатації. В період експлуатації плівкових матеріалів зменшується коефіцієнт світлопропускання. Це може відбуватися за рахунок зміни внутрішньої структури матеріалу у вигляді помутніння (ця втрата незворотна) і за рахунок запилення. Пилкові частинки, що мають позитивний заряд, притягуються плівкою, яка накопичує на своїй поверхні негативний заряд. Запилення може бути значним (до 20%) в перші 1-1,5 місяці експлуатації, що істотно впливає на світловий режим споруд.

3. Поверхня світлопрозорого матеріалу повинна бути гладкою, що забезпечує мінімум забруднення і можливість легкого очищення огорож при експлуатації теплиць.

4. Внутрішня поверхня світлопрозорої огорожі (отже, і матеріалу) повинна володіти гідрофільністю, тобто здатністю змочуватись водою, щоб формувати конденсат у вигляді плоских крапель, які при певному куті нахилу покрівлі скочуються по поверхні вниз. На поверхні гідрофобного матеріалу утворюються кулясті краплі конденсаційної вологи, які відриваються і падають на працюючих людей і рослини, викликаючи захворювання останніх.

5. Еластичність і міцність світлопрозорих плівок при розтягуванні. В процесі експлуатації еластичність плівки знижується, зменшується відносне подовження при розриві. Критичним значенням відносного подовження є 80-100%. Втративши еластичність плівка не може витримувати навіть незначних вітрових навантажень і вібрації. Зниження відносного подовження плівки на каркасах відбувається нерівномірно. В першу чергу це відбувається на

опорних елементах каркаса і в місцях рукавних складок. Причина швидкого старіння плівки на опорних елементах полягає у високих температурах.

Введення стабілізаторів при виготовленні плівки значно подовжує термін її служби. Лінійне розширення плівки по довжині і ширині під впливом температури і вологи повинні бути мінімальними, інакше неминуче провисання плівки і швидке її руйнування.

6. Світлопрозорий матеріал повинен бути стійкий до впливу кислот, лугів, масел, температури (-60 ... + 80 ° С). Негорючість, водонепроникність - також важливі властивості.

Основні види і агроексплуатаційна оцінка світлопрозорих матеріалів для покриття теплиць

Скло. Скло - найстаріший з усіх видів укритивних матеріалів. Перші теплиці зі скла з'явилися в 16 сторіччі у Франції. Їх називали оранжереями, де вирощували усі види рослин – від квітів до екзотичних теплолюбних дерев, завезених з екваторіальних лісів. Поступово конструкції удосконалювалися, як і питання агротехніки, але вже з перших кроків застосування були помітні недоліки цього матеріалу.

У закритому ґрунті застосовують різні види скла: віконне, прокатне, загартоване, сонцезахисне, плаваюче, профільне, багатошарове, кольорове, діамантове, склопакети.

Віконне листове скло товщиною 4 мм широко використовують для зимових теплиць. Це скло випускають довжиною від 600 до 1800 мм і шириною від 400 до 1200 мм. Зазначені розміри дозволяють застосовувати для скління теплиць великі пластини, що сприяє поліпшенню освітленості і скороченню тепловтрат.

Віконне листове скло товщиною 4 мм має коефіцієнт пропускання світла не менше 0,85, розсіяного - не менше 0,82.

Прокатним називають листове скло, що виробляється способом горизонтального прокату і має одну гладку (ковану) поверхню, іншу - згладжену рельєфну. Його випускають склозаводи спеціально для теплиць. Прокатне скло володіє такими ж фізико-механічними властивостями, як і віконне. Позитивна особливість даного скла - розсіювання падаючого прямого потоку світла, недолік - підвищена інтенсивність забруднення. Тому прокатне скло необхідно встановлювати гладкою поверхнею назовні, а рельєфною - всередину теплиці. Крім того, його опір ударним навантаженням (наприклад, граду) нижчий, ніж у віконного скла, тому прокатне скло не рекомендують застосовувати у градобійних районах.

Загартоване скло отримують при спеціальній термічній обробці листів віконного скла. Володіє підвищеною механічною міцністю. Світлопропускна здатність така ж, як і у віконного.

Сонцезахисним, або теплопоглинальним, називають листове скло, що володіє більш низьким у порівнянні з віконним коефіцієнтом пропускання інфрачервоних сонячних променів, зберігаючи досить високе

світлопропускання. Застосування даного скла дозволяє в зимовий час зменшити тепловтрати, а влітку знизити рівень проникаючої теплової радіації, що зменшує перегрів в теплицях.

Плаваюче скло - дуже рівне і міцне, в залежності від методу виготовлення і партії, світлопроникність становить 88-90,5%. При його загартовуванні міцність значно зростає і воно стає найбезпечнішим.

Профільне скло - його поверхня забезпечує розсіювання світла. Застосовується для виробничих приміщень і іноді для нижньої частини фасаду теплиць. Дороге. Світлопроникність і розсіювання світла - високі.

Багатошарове скло - має 2 шари скла (по 3 мм) з 2 шарами плівки (0,38 мм). Не становить інтересу через високу вартість і велику товщину.

Кольорове скло – високі показники світлопроникності, але дуже дороге.

Алмазне скло - це плаваюче скло, з якого вилучено окис заліза. Може бути загартованим. Дещо дорожче плаваючого скла. Світлопроникність вище 91%.

Склопакети - це вироби, що складаються з двох або більше листів скла, з'єднаних між собою по контуру так, що між ними утворюється прошарок, заповнений сухим повітрям або газом. За конструктивними особливостями склопакети поділяють на клеєні та зварні. Склопакети виготовляють в заводських умовах, що забезпечує чистоту і високоякісне з'єднання стекол, осушення повітряних прошарків і їх надійну герметизацію. Досвід показав, що застосування склопакетів можливо не тільки в вертикальних (бічних і торцевих), але і покрівельних огорожах. Рекомендовані розміри для покрівлі - 740x1280 мм, для вертикальних огорож - 740x1100 мм. Товщина повітряного прошарку 9 мм. Застосування склопакетів економічно вигідно.

Останніми роками вдалося дослідити та змінити внутрішню структуру скла, створивши так зване **світлорозсіююче (або дифузне)**.

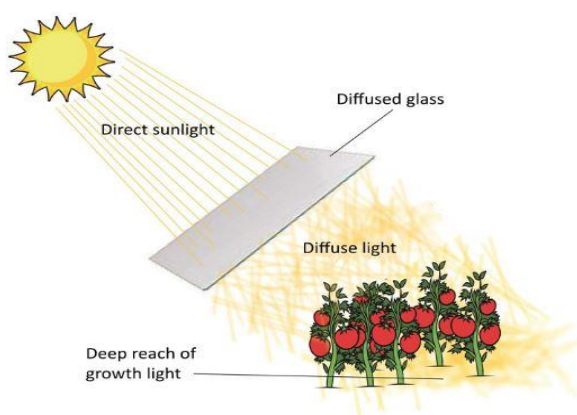


Рис. 1 Дія дифузного скла

Це одна з найвидатніших новинок останніх років у галузі закритого ґрунту. На поверхню звичайного скла рівномірним шаром наливають спеціальний хімічний розчин, який вступає в реакцію з молекулами скла (оксидами кремнію, натрію, кальцію), розчиняючи їх. Розчинені сполуки

утворюють на поверхні фториди кремнію і натрію у вигляді конічних кристалів, з'єднаних з молекулами скла, що мають розміри від сотих до десятих часток мм. За допомогою нанотехнологій вдалося орієнтувати ці кристали при проходженні електричного струму в одному напрямі. Вийшло щось на зразок матового скла, яке розсіює струм світла, але світлопрозорість при цьому не зменшилася. Таке скло не лише робить більш комфортним мікроклімат для рослин і роботу обслуговуючого персоналу за сильної спеки, а й зменшує утворення конденсату (а відтак - і хвороби рослин), при цьому забезпечуючи навіть вищу світлопроникність, ніж у випадку із звичайним.

Все це разом дає прибавку врожаю на 10-12%. Теплиці з таким склом вже побудовані в Австралії, Нідерландах, Бельгії, Данії, США, Швейцарії, Англії, Франції. Вартість дифузного скла - 10-15 євро/м².

Недоліки скла, як покрівельного матеріалу:

- трудомісткий монтаж;
- ламкість;
- важкість металокаркасу і висока вартість;
- потреба герметиків.

Полімерні плівки. Для покриття культивацийних споруд плівки виробляють з поліетилену (ПЕ) і полівінілхлориду (ПВХ).

Синтетична полімерна плівка для укриття теплиць має незаперечні *переваги* перед склом:

- не вимагає металомістких, потужних підтримуючих конструкцій;
- швидко і легко замінюється;
- її вартість нижча.

Теплиці з плівковим покриттям мають меншу матеріало- і енергоємність.

Вимоги до плівкових матеріалів:

- довгий строк служби;
- еластичність, легкість, міцність;
- запобігання скупченню води;
- теплозбереження та запобігання перегріву.

У найбільших обсягах надходить на ринок і широко використовується *нестабілізована поліетиленова плівка* ГОСТ 10354-82, що виготовляється з поліетилену високого тиску марки 10803-020 і 15803-020.

Світлопроникність, %: УФ – 72-80; видимий спектр – 80-90; ІЧ – 80; Морозостійкість, °С – (-60); Теплостійкість, °С – (80); Строк служби, міс. – 4-5.

Однак ця плівка, незважаючи на високу проникність для видимого світла (85-87%), а також в ультрафіолетовій області В (65-70%), має ряд істотних недоліків, головними з яких є короткий термін служби (3-5 місяців) і висока проникність для довгохвильового інфрачервоного випромінювання (75-80%), що призводить до сильного охолодження споруди в нічний час. Поверхня плівки гідрофобна, що призводить до утворення великих крапель,

швидко втрачає світлопроникність (на 10-20%) за рахунок запилення і помутніння.

Цю плівку можна використовувати на весняних теплицях з коротким терміном експлуатації.

Поліетиленова стабілізована плівка марка СТ 108-08 і 158-08, ГОСТ 10354-83.

Світлопроникність, %: УФ – 6-26; видимий спектр – 80-87; ІЧ – 80; Морозостійкість, °С – (-60); Теплостійкість, °С – (80); Строк служби, міс. – 6-9.

За рахунок введення в її склад стабілізатора бензофенону плівка має більш тривалий термін служби (6-9 місяців) і слабку проникність для ультрафіолетових променів (5-7%), в іншому ця плівка не відрізняється від нестабілізованої. Її доцільно використовувати для покриття теплиць з тривалим періодом сезонної експлуатації.

Поліетиленова армована плівка марки А.

Світлопроникність, %: УФ – 10-18; видимий спектр – 85; ІЧ – 37; Морозостійкість, °С – (-50); Теплостійкість, °С – (80); Строк служби, міс. – 18-25.

Призначена для покриття сезонних теплиць (термін служби 15-18 місяців), плівка армована нитками поліетилену високого тиску, розміри осередку армуючої основи 20x20 мм, ширина плівки 200 см, товщина 300 мкм, що в 2 рази підвищує її витрати на теплицях, в порівнянні з неармованою плівкою товщиною 150 мкм, а її світлопроникність на 10% нижче. Горбиста зовнішня поверхня плівки сприяє підвищеному її забрудненню. Урожайність в теплицях під цією плівкою на 10% нижче, ніж під звичайної ПЕ плівкою. Завдяки дуже високій міцності армовану плівку рекомендується застосовувати в районах з високим вітровим навантаженням. За кордоном давно відмовилися від застосування армованих плівок на теплицях в зв'язку з дуже великою її витратою і високою вартістю.

Гідрофільна антистатична поліетиленова плівка.

Світлопроникність, %: УФ – 60-65; видимий спектр – 90; ІЧ – 35-60; Морозостійкість, °С – (-60); Теплостійкість, °С – (80); Строк служби, міс. – 6-7.

Полівінілхлоридна плівка ПВХ.

Світлопроникність, %: УФ – 10-18; видимий спектр – 88-92; ІЧ – 10; Морозостійкість, °С – (-35); Теплостійкість, °С – (110); Строк служби, міс. – 24-48.

Крім полімеру - полівінілхлоріда, містить пластифікатори, термостабілізатори і світлостабілізатори. Плівка ПВХ товщиною 150 мікрон дорожча за звичайну ПЕ плівку такої ж товщини в 4,5 рази. Для покриття теплиць придатна ПВХ плівка марки С (сільськогосподарська), вона проводиться у вигляді полотна шириною 120-140 см. Термін служби її зі зняттям на зиму - 4 сезони.

Плівка на теплицях забруднюється швидко і стійко, світлопроникність її протягом першого сезону стає в середньому на 6% нижче вихідної, потрібно щорічна промивка плівки.

Механічна міцність ПВХ плівки в 2 рази вище, ніж у ПЕ плівки. Вона дещо гумоподібна, легко розтягується від невеликих зусиль і досить важка (її щільність - 1,4 г см³). На теплицях під власною вагою плівка провисає, утворюючи западини на покрівлі поблизу вертикальних стін. У них накопичується величезна кількість дощової води, відбувається необоротне витягування плівки і деформація каркасів. Для уникнення провисання плівку на теплицях необхідно періодично підтягувати.

Застосування ПВХ плівки для покриття теплиць економічно вигідне, однак неприпустимість контакту з харчовими продуктами і виділення токсичних речовин при утилізації спалюванням не дозволяють рекомендувати її до широкого використання, особливо на садових і присадибних ділянках.

Етіленвінілацетатна сополімерна плівка (скорочені назви її - ЕВА, СЕВА, Севілен).

В даний час ця плівка за масштабами застосування в захищеному ґрунті за кордоном посідає друге місце після поліетиленових, а в деяких країнах - перше. Еластичність і механічна міцність її перевищують показники нестабілізованої ПЕ плівки на 20-25%. Основна відмінність ЕВА плівки полягає в тому, що теплостійкість її нижче ПЕ, і вона швидше старіє на темних каркасах теплиць. При використанні ЕВА плівки забарвлення каркасів теплиць в білий колір обов'язкове. Морозостійкість ЕВА плівки вище ПЕ і в початковому стані досягає - 80 °С.

Можливо застосування її для покриття зимових теплиць.

Оптичні властивості плівки (проникність): видимого світла - 80% ультрафіолету області Б - 20% теплового випромінювання - 25%.

Стійке забруднення ЕВА плівки досягає 3% за сезон.

Теплична ЕВА плівка служить безперервно 3 роки, при знятті на зиму - 4 весняно-літні сезони.

Бульбашикова стабілізована плівка по ТУ 2245-006-18425183-2001.

Володіє хорошими теплоізоляційними властивостями, достатньою світлопроникністю (не менше 82%) і довговічністю (3 роки).

Вона складається з 3-х шарів плівки: зовнішні шари плоскі, а внутрішній шар профільований (власне пухирці, наповнені сухим повітрям). Цю плівку використовують для додаткового покриття бічного і торцевого огороження блокових закритих теплиць, що дозволяє значно зменшити ефект холодної стіни і підвищити врожайність з рослин на крайніх шпалерах.

Застосування повітряно - пухирчастої плівки для цієї мети дозволяє знизити тепловтрати і витрати на обігрів в межах 8-10%. Виходячи з економічної вигідності та екологічної безпечності, в західних країнах в тепличному господарстві вже давно застосовуються виключно багаторічні стабілізовані плівки.

Напівжорсткі листові пластики. В останні 15 років тепличні господарства з метою скорочення витрат на обігрів і поточне обслуговування

при реконструкції старих і будівництво нових зимових теплиць, все ширше використовують напівтверді листові пластики: стільниковий і профільований полікарбонат, які мають високу світлопроникність, хороші теплоізоляційні властивості, малу питому вагу, гарантований термін служби на теплицях 10 років.

Полікарбонат - складний лінійний полієфір вугільної кислоти і фенолу.

Термопластичний полімер, біологічно інертний, має виключно низьку токсичність, основні продукти розкладання - вода, окис вуглецю і двоокис вуглецю.

Стільниковий полікарбонат. Він легкий, набагато дешевше монолітного полікарбонату, добре витримує статичні навантаження (снігове навантаження) і є теплозберігаючим за рахунок внутрішніх повітряних каналів.

Товщина зовнішніх шарів і ребер жорсткості 0,2 мм. Панелі виробляються шириною $B = 2,1$ м і поставляються довжиною $L = 6; 12$ м. Панелі допускають значний пружний вигин уздовж ребер жорсткості.

Світлопропускання двошарових панелей досягає 86% і не знижується при довготривалій експлуатації під відкритим небом. Повітряний прошарок в сотах панелі забезпечує високий рівень теплоізоляції.

Один з найважливіших показників витоку це теплопровідність покриття теплиці. Порівняння кількості теплоти, що передається з внутрішньої поверхні покриття на зовнішню сторону:

- поліетиленова плівка товщиною 0,1 мм - $4000 \text{ Вт} / \text{м}^2 \times \text{град} .;$
- скло (звичайне) товщиною 4 мм - $185 \text{ Вт} / \text{м}^2 \times \text{град} .;$
- панель стільникового полікарбонату товщиною 4 мм - $8 \text{ Вт} / \text{м}^2 \times \text{град} .$

Профільований полікарбонат поєднує в собі високу ударну міцність, високу світлопроникність, широкий діапазон робочих температур, характерних для полікарбонату, з зручністю монтажу і мінімуму комплектуючих профільованих листів. Покрівлі та стіни з цього матеріалу володіють необхідною тепло- і пароізоляцією, забезпечуючи мінімальні, в порівнянні зі склом, витрати на опалення.

Етилен-тетрафторетилен часто називають гнучким склом або мембраною. Вперше він було представлено в 2002 р. Пластмаса виглядає як плівка, але має зовсім інші властивості і більше схожа на скло. Матеріал складається з 2 шарів прозорої плівки, розділених повітряним прошарком товщиною 100 мкм, і має тривалий термін служби. Пластмаса пропускає на 5-6% світла більше в порівнянні з традиційним склом.

Його проникність для прямих променів світла становить 93,8%, а для розсіяного світла - 87,9%.

Термін експлуатації - майже 20 років. Матеріал має хороші антиконденсаційні властивості, тому конденсат легко стікає в жолоби з внутрішньої сторони покрівлі у вигляді водяної плівки. Утворення крапель не відбувається, і рослини не ушкоджуються, а світлопроникність пластин залишається високою.

У порівнянні з іншими плівками етилен-тетрафторетилен пропускає мало тепла (17% ІК випромінювання в діапазоні 3-100 мкм) на відміну від сучасних плівок для теплиць, які пропускають 30-60% тепла, і повністю пропускають УФ (300-320 нм).

Раціональні способи використання світлопроникного полімерних матеріалів в теплицях

На весняних теплицях з технічним обігрівом і тривалим періодом їх сезонної експлуатації слід використовувати стабілізовані теплоудержуючі види поліетиленової плівки товщиною 150-180 мкм, з терміном служби 3-4 сезони, але не менше 7-8 місяців.

На весняних теплицях з коротким сезоном експлуатації (не більше 4-5 місяців) застосовують нестабілізовану поліетиленову плівку товщиною 120-150 мкм.

Будь-які плівки товщиною 100 мк для покриття промислових теплиць непридатні, так як вони швидко руйнуються під дією вітрового навантаження і старіння.

Покриття весняних теплиць двома шарами плівки з залишенням повітряного проміжку між ними в 5-10 см забезпечує кращу збереженість тепла в нічний час і до 30% знижує витрати на обігрів в весняний період.

Зовнішня поверхня опорних елементів каркасів, на які накладається плівка, повинна бути гладкою. Полімерні плівки характеризуються слабкою стійкістю до проколу; гострі кути, виступи і шорсткості конструкцій будуть їх пошкоджувати.

Плівкове покриття на теплицях старіє нерівномірно. Швидше за все будь-яка полімерна плівка старіє в місцях накладки її на опорні елементи каркасів, особливо на південній стороні у верхній частині покрівлі. Найбільш доступний і ефективний спосіб захисту плівки від передчасного старіння на елементах каркасів теплиць полягає в їх забарвленні в білий колір, що знижує нагрівання.

Забарвлення каркасів в білий колір збільшує освітленість в теплицях на 4-5% за рахунок відбиття світла.

Сучасні конструкції засклених теплиць, забезпечуються пристроєм для зашторювання покрівлі. В овочевих теплицях зашторювання найчастіше застосовується з метою скорочення втрат тепла через покрівлю в нічний час і економії енергії на обігрів. Штори зазвичай виготовляються з акрилової тканини або інших полімерних матеріалів в різній комбінації.