

ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ОРАНЖЕРЕИ ПРИ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗАМКНУТОМ ГЕРМООБЪЕМЕ

Беркович Ю.А., Шантурин Н.А., Смолянина С.О., Ерохин А.Н., Зяблова Н.В., Кривобок Н.М., Дешева Е.А.

Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН

Многие сценарии длительных пилотируемых космических полетов предусматривают включение овощной оранжереи в состав СЖО экипажа. Однако, в настоящее время не существует методов прогнозирования динамики микробиоценоза внутри вегетационной камеры при культивировании растений в искусственных условиях, и, соответственно, невозможно априорно оценить микробиологическую безопасность оранжереи, работающей внутри герметичного объема. Целью данной работы явилось исследование динамики поверхностной микрофлоры в процессе культивирования растений в герметичной камере.

В серии из трех экспериментов изучали микробиологическое состояние посевов китайской капусты *Brassica chinensis* L., сорт Веснянка, селекции ВНИИССОК. Растения выращивали в замкнутых герметичных камерах объемом 0,07, 3 и 250 м³. Длительность вегетации составила 30, 45 и 14 суток в 1-м, 2-м и 3-м опытах, соответственно. В первом эксперименте контрольные растения выращивали на открытом вегетационном стенде в лабораторном помещении, опытные – в герметичной вегетационной камере объемом 0,07 м³, снабженной системой автоматического поддержания давления, температуры и относительной влажности воздуха. Растения выращивали в корневых модулях размерами 20×15×5 см, оборудованных запорными мембранами из мелкопористого титана, поверх которых укладывали ионообменный волокнистый почвозаменитель БИОНА-В3 толщиной 0,5 см. В конце вегетации определяли показатели роста растений и микробиологический анализ корнеобитаемой зоны растений путем приготовления смывов с сегментов корневого мата с последующей инкубацией в чашках Петри при 22 °С. В двух последующих экспериментах растения выращивали в наземном макете космической конвейерной оранжереи «Фитоцикл-СД». Посев семян в штатные модули оранжереи проводили каждые 3 дня согласно разработанной нами технологии выращивания листовых овощных культур в конвейерном посеве. Во втором опыте оранжерея была размещена в климатической камере «Polair» объемом 3 м³. Каждые 3 суток после посадки растений на очередном шаге конвейера в камеру с оранжереей перед закрытием двери камеры впрыскивали имитатор конденсата атмосферной влаги, позволяющий имитировать загрязнения газовой среды в условиях обитаемого гермообъема. В процессе вегетации отбирали микробиологические пробы с поверхностей камеры, оранжереи и листовой поверхности, пробы для исследования микробиологического состава воздуха, а также динамику продуктивности растений. В третьем эксперименте оранжерея «Фитоцикл-СД» была установлена в оранжерейном отсеке модуля ЭУ – 250. В ходе эксперимента с двухнедельной изоляцией экипажа посев семян и фенологические наблюдения проводили прошедшие инструктаж испытатели. В конце эксперимента были определены динамика всхожести и энергия прорастания семян по шагам растительного конвейера, а также сделаны микробиологические анализы корнеобитаемой среды.

Во всех экспериментах не было выявлено каких-либо отклонений в росте и развитии растений в гермокамерах. При выращивании китайской капусты в герметичной камере малого объема (0,07 м³) микробиологический анализ корнеобитаемой среды не выявил наличия патогенной микрофлоры после 30-суточной вегетации. В смывах с сегментов корневого мата были выявлены исключительно сапрофитные виды – типичные представители почвенной микробиоты: микромицеты *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, *Trichotecium sp.*, бактерия *Bacillus sp.* При выращивании растений в оранжерее «Фитоцикл-СД», установленной в камере «Polair», содержание колониеобразующих единиц грибов в воздухе не превышало нормативных значений для герметичных помещений. Мониторинг микробиологического состояния поверхностей камеры, оранжереи и листьев в течение 42 суток работы оранжереи также не выявил превышения нормативных показателей содержания микромицетов на исследованных поверхностях. Однако в 3-м эксперименте на поверхности почвозаменителя были обнаружены представители сапрофитных и условно патогенных для растений микромицетов, образовавших плотный белый налет. Поскольку до проведения эксперимента микробиологический анализ почвозаменителя показал отсутствие сапрофитной и патогенной для растений микрофлоры, можно предположить, что споры микромицетов оседали на поверхность почвозаменителя из воздуха гермоотсека. Это предположение подтверждается тем фактом, что грибной налет отсутствовал под крышкой корневого модуля, препятствующей контакту почвозаменителя с воздухом.

В целом, эксперименты продемонстрировали возможность длительного выращивания растений в герметичной камере без ухудшения микробиологического состояния в гермообъекте. Однако, перед началом работы в опытах с длительной изоляцией необходима тщательная дезинфекция вегетационного оборудования. Кроме того, конструкция корневых модулей должна обеспечивать исключение свободного контакта влажных поверхностей почвозаменителя и влажных фитилей с воздухом камеры.