

ЮЛИЙ БЕРКОВИЧ, ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ИМБП РАН:

«Цилиндрическая оранжерея уже построена и должна быть установлена на многофункциональном лабораторном модуле, который пока, к сожалению, еще не запущен к МКС. Это первая оранжерея, которая специально разрабатывалась для выращивания салатной зелени для обогащения рациона экипажа станции свежей витаминной зеленью.

У нее совершенно необычная компоновка, и сама идея совершенно новая, она раньше не использовалась ни в одной из космических оранжерей. Это идея конвейерного выращивания растений на цилиндрической посадочной поверхности: если высаживать посев не на всю посадочную площадь, а по частям, со сдвигом во времени, то выращенную биомассу можно сразу употреблять в пищу, не хранить. А затем посеять на то же место, откуда мы взяли растения, новые семена, снова ее запустить в оборот, для выращивания на следующем обороте. Таким образом, удается построить оранжерею, где космонавты могут получать рассчитанную порцию витаминной зелени для немедленного употребления в пищу раз в три-пять дней. Кроме того, мы перешли на выращивание растений под светодиодами — они безопаснее и долговечнее газоразрядных ламп. С помощью светодиодов мы можем моделировать очень широкий диапазон различных спектров излучения, похожих на солнечный, отличных от солнечного. После пяти лет экспериментов мы смогли выбрать спектр светодиодного излучения для наилучшего выращивания салатных культур в условиях космической оранжереи. Мы разрабатываем проект бортовой оранжереи на этом принципе, которая должна быть построена к 2020 году и запущена либо в конце 2020-го, либо в 2021 году».

испытывали те же перегрузки, что и космонавты, и были случаи, когда растение возвращалось в не очень подходящем для исследования виде.

Следующим этапом было создание оранжерей «Оазис». Это была уже основательная конструкция: с вегетационной камерой, в которой можно было установить на нескольких уровнях кюветы с растениями, с блоком освещения и блоком управления.

Игорь Подольский, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ИМБП РАН, рассказывает: «На «Оазисах» появился дозатор, корневой модуль стал больше, немного возросла интенсивность света. Был установлен ручной насос, чтобы космонавт мог заправить дозатор и поливать корневой модуль. Но полив осуществлялся все равно вручную — космонавту давалось указание, и он с помощью тумблеров поливал субстрат и включал аэрацию. Ученый приезжал в ЦУП и писал радиограмму, например «полить» или «посеять», которую передавали на станцию. Лишь изредка удавалось поговорить пару минут. Поэтому оценить результаты эксперимента специалисты могли только после того, как он был завершен».

По воспоминаниям космонавта Георгия Гречко, не все получалось сразу: «Вода не поступала туда, куда было нужно, затем стали срываться огромные капли, и за ними пришлось гоняться с салфетками». Но именно в оранжереях серии «Оазис» были получены интересные результаты — выращены взрослые, 23-дневные растения гороха. Правда, цвести они по-прежнему отказывались. Неудачи породили теорию, что растения в принципе не могут развиваться в условиях невесомости, так как разобщаются функции, нарушается транспорт гормонов, и поэтому растения не могут ни расти, ни плодоносить.

Впервые удача пришла в 1982 году, когда в последней модификации «Оазиса» зацвел арабидопсис. В оранжерее «Фитон» на станции «Салют-7» в 1982 году арабидопсис прошел полный цикл развития и дал семена. Это была первая победа в деле космического садоводства и огородничества, за которой снова последовала череда неудач: растения вновь не давали семян ни в экспериментах на спутниках, ни в экспериментах на станции. До выращивания полноценных растений и получения урожая все еще было далеко.

Первой автоматической оранжерей стала оранжерея «Свет», созданная в

___ На фото часть отсека со специальным набором овощных и зерновых культур, обеспечивающих газо- и водообмен в установке «БИОС-3» за счет интенсивного биосинтеза. Видно, что культуры высеваются не одновременно, но с разбегом по времени. М.П. Шиленко за работой на «огороде» — собирает урожай во время шестимесячного эксперимента в экспериментальной автономной оксигенной системе «БИОС-3», проведенного в 1973 году

___ Фитотронный зал установки «БИОС-3»



ФОТОЛОТОГРАФИЯ ИМБП РАН, ИМ. П.В. КИРИЛЕНКО С ОРАНЫ

соавторстве с болгарскими учеными и установленная на станции «Мир». Но назвать ее автоматической можно лишь с оговорками: автоматика управляла сменой «дня» и «ночи», а полив так и остался ручным.

Автоматизация полива — основная проблема, с которой сталкивались все инженеры оранжерей. Если в первых оранжереях автоматически лишь задавался фотопериод (смена «дня» и «ночи»), то с автоматическим поливом было намного сложнее. Из-за невесомости растения нельзя поливать так же, как на Земле. Корни растений в космических оранжереях находятся в корневом модуле, который тщательно закрыт, чтобы частицы субстрата не попали в воздух. Чтобы высадить растения, в прорезь, плотно прикрытую складками ткани, которая хорошо распределяет влагу, вставляют планку с наклеенными семенами.

Вторая проблема, с которой столкнулись исследователи, — это непонимание, как распределяется вода в прикорневом слое в условиях невесомости. Вода могла собираться в одном месте, и в итоге образовывались пересушенные и переувлажненные участки. Сначала ученые предположили, что с этой задачей справится установленный в оранжерее термоимпульсный влагомер: если с его помощью можно было получать данные о том, сколько воды находится в корнеобитаемом слое, то на их основе можно создать автоматическую систему полива. Но, как выяснилось в ходе эксперимента, для решения этих задач были нужны другие датчики. Их создали намного позже.

«Термоимпульсный метод, — говорит Игорь Подольский, — в котором датчик подает тепловой импульс для замера влаги, оказался совершенно неподходящим. Небольшой импульс плохо зондировал почву и не мог адекватно измерить содержание влаги. Но большой импульс на почву тоже было подать нельзя — он мог обжечь корешки, более того, в условиях космического полета он мог привести к перераспределению влаги. Когда мы это поняли, то решили проверить, насколько датчик правильно дает показания. И когда мы увидели, сколько воды было подано по данным датчика, то оказалось, что это было очень мало. Но мы же знаем, сколько нужно накачать воды в корнеобитаемую среду! И тогда мы сказали космонавтам: «Забудьте про датчик, будем поливать вручную», — и, как в предыдущих экспериментах, снова радиограммами вели весь цикл вегетации».

В первых экспериментах по выращиванию суперкарликовой пшеницы и гороха, которые космонавты проводили на станции «Мир», растения выросли, но оказались абсолютно стерильны. Своеобразный результат дали эксперименты и с гибридом дикой капусты: растения вззошли и дали семена, но вместо 25 см в высоту они достигли лишь шести. Как выяснилось позже, на рост растений и на стерильность повлияла высокая концентрация этилена. Поэтому для второго эксперимента с пшеницей ученые ИМБП решили подобрать сорт, менее чувствительный к этилену. Второй эксперимент оказался удачным, и космонавты вырастили пшеницу первого и второго поколения. Маргарита Левинских, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических систем жизнеобеспечения в экстремальных условиях ИМБП РАН, рассказывает: «Эксперименты с пшеницей и горохом стали прорывом: впервые были получены семена пшеницы сначала первого, а затем второго поколения. Эти эксперименты дали ответ на вопрос, почему первый опыт оказался неудачным, когда растения давали колосья, в которых не было ни одного зерна. Мы установили причину: на «Мире» не было фильтров с каталитическим сжиганием примесей, и в воздухе накапливался этилен. Он является очень мощным фитогормоном — например, повышенную концентрацию этилена применяют для того, чтобы вызвать стерильность пыльцы. Ее развитие замирает на одноядерной стадии, не происходит дальнейшего деления, и семян такое растение дать в принципе не может. На Земле был проведен контрольный эксперимент, который подтвердил эти данные — без очистки ни о каких семенах говорить не приходится. Сейчас на МКС другой вообще принцип очистки воздуха, что и позволило в эксперименте 2011 года, когда выращивали пшеницу, получить семена очень хорошего качества — у нас не всегда на Земле такие семена получают».

По-настоящему автоматической стала лишь оранжерея «Лада», созданная



ФОТОЛОТОГРАФИЯ ИМБП РАН, ИМ. П.В. КИРИЛЕНКО С ОРАНЫ