

С. А. Карапетян, Н. П. Мкртчян

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАМЕРЫ КТК-3000 ДЛЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Попытки регулировать внешнюю среду растений предпринимаются при всех способах их производства.

В традиционном земледелии такое регулирование сводится к осуществлению большого числа трудоемких агротехнических мероприятий по подготовке почвы, внесению удобрений, регулированию водоснабжения и густоты стояния растений, борьбе с сорняками и т.д. Однако здесь внесферы регулирования или контроля остаются интенсивность солнечной радиации, температура и относительная влажность воздуха, случайное появление града, дождя, облачности или другие нежелательные явления.

При прогрессивном, индустриальном производстве растений без почвы становится возможным более четко и воспроизводимо регулировать минеральное питание, водный и, частично, воздушный режим корневой среды, величину рН и ряд других факторов. В условиях открытой и тепловой гидропоники, даже при неполном регулировании факторов среды, получаются высокие и стабильные урожаи, но потенциальные возможности растений значительно выше /9/.

Вопросы более полного выявления потенциальных возможностей растений и управления их ростом, развитием и продуктивностью эффективно разрешимы только в управляемых условиях камер искусственного климата, фитотронов и фитокамер /3,4,6,7/.

Не случайно поэтому, что в последние годы в Институте агрохимических проблем и гидропоники АН АрмССР по инициативе и под руководством профессора Г. С. Давтяна начаты интенсивные работы по переходу на новую ступень исследований научных основ гидропоники с помощью фитотронной техники /2/, созданы новые лабораторные условия для исследования физиологических функций растений в управляемых условиях камер искусственного климата и фитокамер.

Предметом настоящего сообщения является краткое обсуждение вопроса сложного взаимовлияния факторов среды обитания растений и возможностей одной из применяемых нами камер в физиологических исследованиях.

Среда обитания растений состоит из двух компонентов: 1) окружающего воздуха с его комплексом факторов, непосредственно влияющих на надземную часть растения и 2) корнеобитаемой среды. Современные исследования растений направлены на изучение влияния комплекса факторов этих сред обитания.

В надземной части на растение действуют, по крайней мере, 8 факторов, это — температура и относительная влажность воздуха, облучение, состав и загрязненность атмосферы, скорость движения воздуха, атмосферные осадки и давление. В свою очередь, эти факторы могут изменяться по продолжительности, интенсивности, суточной и сезонной периодичности, пространственному градиенту, ориентации.

В корневой среде на растение воздействуют не менее 6 факторов: температура и влажность корнеобитаемой среды, ее реакция и аэрация, минеральное питание и условия для распространения корней, которые также могут изменяться по продолжительности и интенсивности воздействия и т. д. Отсюда, если учесть расчеты известного французского специалиста по фитотронам Н. Бильдерлинга, получается примерно 566 прямых воздействий на надземную часть растений и более 30 прямых воздействий на корневую систему. Кроме того существуют вероятные воздействия между воздушной и корневой средами /8/.

Таким образом, в естественных условиях внешняя среда растений представляет собой очень сложную систему; такой же сложностью отличаются и реакции растений на эту среду. Становится совершенно очевидным, что исследование реакций растений на одно — или многофакторные изменения параметров среды возможно лишь с помощью лабораторий искусственного климата, фитокамер или фитотронов. Существенной чертой фитотрона является то, что он не только позволяет регулировать и воспроизводить факторы среды обитания растений, но и дает возможность выделить действие одного или комбинации нескольких факторов при сохранении постоянного уровня остальных /8,10/.

В соответствии с задачами таких исследований сформулированы следующие основные требования, предъявляемые к фитотронным установкам:

- 1) равномерное (не менее 20%) облучение высокой интенсивности (облученность 120 — 160 Вт/м²) в области ФАР;
- 2) равномерное распределение температуры, влажности и скорости воздушного потока по всей зоне культивирования с целью создания идентичных условий для всех растений;
- 3) контроль основных факторов;
- 4) возможность программного регулирования факторов среды;
- 5) наличие необходимых дублирующих устройств, предохраняющих растения от резких изменений параметров среды при аварийных ситуациях /1/.

Ниже приводится описание применяемой нами климатической камеры КТК-3000 (ГДР), которая была усовершенствована и модернизирована с учетом вышеуказанных требований. Такие камеры (рис. 1) с полезным объемом в 3 куб. м применяются обычно для испытания электронных приборов, датчиков и систем в различных климатических условиях; в камере можно создавать температуры от -30 до +110°C, относительную влажность воздуха от 10 до 100%, подвергать объекты кратковременному ультрафиолетовому или инфракрасному облучению. Для освещения полезного объема имелись всего две лампы накаливания, каждая мощностью в 75 Вт.

На базе этих возможностей камеры нами дополнительно установлены и приспособлены ряд устройств (рис. 1, позиции 12 — 20):

- а) система подпитывания питательным раствором гидропонических (поз. 12) и полива почвенных растений (поз. 13);

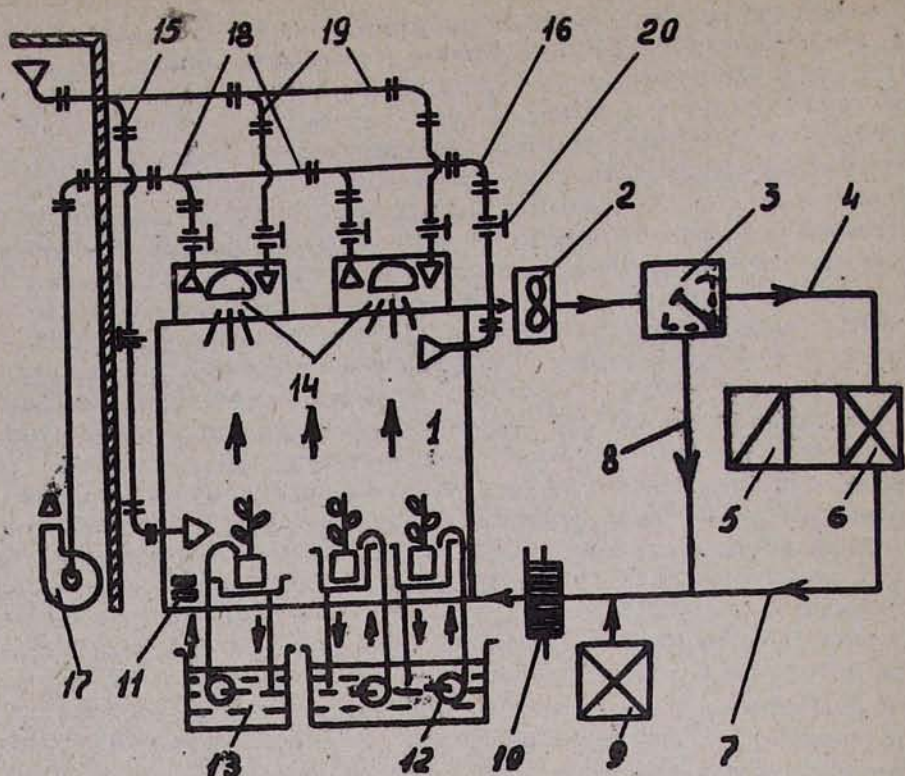


Рис. 1. Принципиальная схема камеры КТК-3000М.

1 - полезное пространство; 2 - осевой вентилятор; 3 - регулирующая заслонка; 4, 7, 8 - воздушные каналы; 5 - испаритель; 6 - холодильная установка; 9 - увлажнитель; 10 - конвективный обогрев; 11 - датчики температуры и влажности; 12 - система для подпитывания растений на гидропонике; 13 - система для полива растений на почве; 14 - ламповые отсеки; 15 - подвод воздуха в полезное пространство; 16 - вынос воздуха из полезного пространства; 17 - центробежный вентилятор; 18 - выход нагретого воздуха; 19 - выход охлаждающего воздуха; 20 - регулирующий шибер.

б) блок облучения с ламповыми отсеками (поз. 14) и воздухопроводы (поз. 18, 19) для отсасывания нагретого лампами воздуха с помощью центробежного вентилятора (поз. 17);

в) система подвода свежего воздуха (поз. 15) в полезный объем камеры (поз. 1) и выноса отработанного воздуха (поз. 16), скомбинированная с системой охлаждения ламповых отсеков (поз. 18, 19).

Для полива почвенных растений подача воды осуществляется с помощью малогабаритного насоса типа "Малютка" от резервуара с подачей воды от гребенки сверху к каждому отдельному вазону с растением. Для выращивания растений на гидропонике используется система под-

донов и бака с питательным раствором, подача которого происходит с помощью центробежных погружных насосов типа НЦ-300, слив раствора обратно в бак происходит самотеком. Для питания двигателей этих насосов используется напряжение 12 В от пуско-зарядного устройства "Молния".

Применяя растворы различного состава и концентраций, можно, таким образом, исследовать влияние минерального питания, а программные устройства (2РВМ), регулирующие желаемую частоту подпитывания, создают различную водообеспеченность растений.

Для облучения растений первоначально в полезном пространстве камеры были установлены люминесцентные лампы низкого давления типа ЛДЦ-40, собранные в блок из 30 штук. Испытания показали, что в этом случае нагрев от ламп вызывал нарушение заданных температурных режимов и перегрузки холодильного агрегата, а сами лампы позволяли получать облученность ФАР не более $40 - 50 \text{ Вт/м}^2$, что могло стать лимитирующим фактором. С целью устранения этих недостатков, вне полезного объема на верхней панели камеры был сделан новый экранированный ламповый отсек (поз. 14), включающий блоки из дуговых ртутно-люминесцентных ламп, тепло от которых уже не передавалось в камеру, а с помощью центробежного вентилятора (поз. 17) отсасывалось наружу. Таким образом, удалось не только избежать применения традиционного водного экрана, но и известных трудностей и недостатков его применения. Разработанная и сконструированная нами система облучения растений в камере КТК-3000 м³ удовлетворяет в основном требованиям, предъявляемым к облучательным установкам для растений: 1) имеется возможность включения разного числа ламп различной мощности, создавая тем самым максимальную облученность ФАР до $100 - 120 \text{ Вт/м}^2$; 2) с помощью программных устройств создается различная продолжительность облучения; 3) имеется возможность использования ламп с различными спектральными характеристиками: лампы накаливания или типа ДРЛ, ДРЛФ, ДНаТ, а также их комбинаций /5/; 4) конструкция ламповых отсеков обеспечивает равномерность облучения растений.

Поскольку камера предназначена для продолжительных экспериментов с растениями, в ней предусмотрены дублирующие и аварийные системы: при выходе из строя вытяжного вентилятора (поз. 17), например, автоматически выключаются блоки облучения (поз. 14) и опасность перегрева или гибели растений ликвидируется.

Таким образом, учитывая требования к фитотронным установкам, камера КТК-3000 после видоизменений и установки дополнительных устройств, имеет следующие возможности:

1) в камере можно круглогодично выращивать растения, не превышающие по высоте 1,5 м, от семени до семени или до желаемой фазы развития;

* Имеется в виду наша модернизация камеры, ее приспособление для биологических исследований.

2) растения в камере можно выращивать при облученности ФАР до 100 - 120 Вт/м², а применяя различные источники или светофильтры - менять спектральный состав света; создавать различную продолжительность облучения;

3) поддерживать в объеме камеры температуру воздуха в пределах от -30 до +110°C, относительную влажность от 10 до 100%;

4) система автоматики позволяет иметь различную частоту подпитывания растений, создавать условия засухи;

5) имеется возможность подвергать кратковременному ультрафиолетовому и инфракрасному облучению растения, выращивать их при различном содержании углекислого или других газов.

Можно полагать, что эта камера, экспериментальная эксплуатация которой уже начата, позволит в ходе экспериментов произвести поиск тех оптимальных сочетаний параметров среды, при которых удастся усилить интенсивность физиологических процессов, ускорить рост и развитие растений, повысить их продуктивность.

Ս. Ա. Կարապետյան, Ն. Փ. Մկրտչյան

КТК-3000 ՖԻՏՈՈՑԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՀԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ

Ա. մ. փ. փ. ու. մ.

Քննարկվում է բույսերի ու միջավայրի գործոնների բարդ փոխադրեցության և КТК- 3000 (ԳԴՀ) կլիմայական խցի ձևափոխման հնարավորության հարցը՝ կարգավորվող պայմաններում բույսերի ֆիզիոլոգիական ֆունկցիաների հետազոտության համար:

Նշվում է, որ մի շարք կատարելագործումների շնորհիվ ֆիտոխոմբը ձեռք է բերել նոր հնարավորություններ հողային բույսերի սովորական ոռոգման և հիդրոպոնիկական բույսերի սննդարար լուծույթով ավտոմատ սնուցման համար:

Փորձարկվող բույսերը կարող են աճել 100 - 120 մտ/մ² 3000 խոտենիվության տակ, հանքային սննդառության և ջրամատակարարման տարբեր մակարդակներում, ածխածնի երկօքսիդի կամ այլ գազերի, օդի խոնավության և ջերմաստիճանի ռեժիմի կարգավորվող պայմաններում:

S. A. Karapetyan, N. P. Mkrtchyan

POSSIBILITIES OF USING THE KTK-3000 TYPE CHAMBERS FOR PHYSIOLOGICAL INVESTIGATIONS

Summary

The possibility of changing the KTK-3000 type climatic chamber and the high interaction of the environmental factors of plants has been discussed for the study of physiological functions of plants under regulated conditions. Thanks to some improvements the chamber offers the plants the possibility of their automatic nutrition and growth with the nutrient solution, under 100-120 W/m² PhAR intensity and the regulated conditions of gases, humidity and temperatures.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- 1 Барышев Ю. П., Беспрозованный Р. Л., Привин М. П. Вегетационные климатические установки зарубежных фирм. В сб.: "Труды по агрономической физике", вып. 38, 1976, с. 144 - 169.
- 2 Давтян Г. С. Принципы управляемой технологии индустриального растениеводства без почвы. В сб.: "Принципы управления производственными процессами в агроэкосистемах", М., Наука, 1976, с. 14 - 20.
- 3 Курец В. К. Иркутский фитотрон. Новосибирск, Наука, 1969, с. 134.
- 4 Мошков Б. С. Пути управления потенциальной продуктивности растений. В сб.: "Принципы управления производственными процессами в агроэкосистемах". М., Наука, 1976, с. 7 - 14.
- 5 Рождественский В. И. Физиологическая эффективность искусственных источников света для фитотронов. В сб.: "Принципы управления производственными процессами в агроэкосистемах", М., Наука, 1976, с. 153 - 161.
- 6 Рождественский В. И., Клешнин А. Ф. Управляемое культивирование растений в искусственной среде. Наука, 1960, с. 199.
- 7 Рождественский В. И., Чучкин В. Г., Легков С. Е. Автоматическое программное регулирование интенсивности фотосинтеза популяций высших растений. В кн.: "Проблемы создания биологотехнических систем жизнеобеспечения человека". Новосибирск, Наука, 1975, с. 60 - 63.
- 8 Bilderling N. de Phytotrons and their possible use in horticulture. Phytotronics in agricultural and horticultural research. Phytotronics 111. Ed. P. Chouard and N. de Bilderling. Paris, Gauthier Villars, 1975, p. 14 - 25.
- 9 Davtyan G. S. Hydroponics in Armenia. Proceedings of the Fourth International Congress of Soilless Culture, Las Palmas, 1976. Wageningen, The Netherlands, 1977, p. 371 - 376.
- 10 Lang A. Achievements, challenges and limitation of phytotrons. Environmental Control of Plant Growth. Ed. L. T. Evans, Academic Press London, 1963, p. 405 - 419.