

АГРОТЕХНОЛОГИИ МАЛООБЪЕМНОЙ И БЕССУБСТРАТНОЙ ИНТЕНСИВНОЙ СВЕТОКУЛЬТУРЫ ОГУРЦА



AGROTECHNOLOGY OF SMALL-VOLUME AND NON-SOIL INTENSE LIGHT-CULTURE IN CUCUMBER

Аникина Л.М. – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник
Конончук П.Ю. – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник
Судаков В.Л. – кандидат техн. наук, инженер
Удалова О.Р. – кандидат с.-х. наук, рук. сектора
Хомяков Ю.В. – кандидат биол. наук, зам директора

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Агрофизический научно-исследовательский институт
195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 14
E-mail: office@agrophys.ru, suvitaliy@yandex.ru

Anikina L.M.,
Kononchuk P.Y.,
Sudakov V.L.,
Udalova O.R.,
Khomyakov Y.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution
'Agrophysical Research Institute'
195220, Russia, St. Petersburg, Grazhdansky prospekt, 14
E-mail: office@agrophys.ru, suvitaliy@yandex.ru

В статье представлены результаты разработки малообъемной и бессубстратной технологий интенсивной светокультуры растений огурца, позволяющие при высокой продуктивности значительно сократить длительность вегетационного периода по сравнению с тепличными технологиями светокультуры (досветкой). Для выращивания растений огурца разработаны три модификации автономных вегетационных установок (ВСУ) – «вертикальных» ВСУ, различающихся оригинальными конструкциями почвенного блока. Выращивание растений в таких ВСУ практически исключает возможность развития массовых заболеваний растений, передаваемых через общие системы культивирования. Световые блоки вертикальных ВСУ состоят из 3 ламп Днат 400 или ДРИ 400. Используются следующие режимы облучения растений: в фазе рассады включается первая лампа, по мере роста растений и сбора зеленцов последовательно включаются первая и вторая, вторая и третья и только третья лампы. Создаваемые уровни облученности выращиваемых растений ~ 60-90 Вт/м² ФАР обеспечивают высокую продуктивность растений огурца в вертикальных ВСУ ~ 25-30 кг/ВСУ при длительности выращивания 75-80 суток. Применение в разработанных технологиях органоминеральных субстратов, имеющих близкое к оптимальному соотношению воздушной, водной и твердой фаз – агрофита, верхового торфа или коковита, представляющих собой экологически безопасные органические удобрения, обеспечивает значительное снижение уровня загрязнения окружающей среды. Для питания растений разработана тонкослойная нереверсивная система, обеспечивающая хорошие условия аэрации питательного раствора. Периодичность и нормы полива регулируются автоматически и зависят от фазы роста растений, температуры и влажности окружающей среды. Разработанные малообъемные и бессубстратные технологии интенсивной светокультуры растений огурца обеспечивают раскрытие биопотенциала культивируемых растений, практического достижения их максимальной продуктивности. Полученная овощная продукция отличается высоким качеством: отсутствием загрязнения пестицидами и другими вредными примесями. Содержание нитратов в зеленцах огурца значительно ниже норм ПДК. Основные положения интенсивных технологий светокультуры могут быть использованы для экономически рентабельного производства сырья для фармацевтической и парфюмерной промышленности, а также для выращивания витаминной продукции в небольших объемах в детских садах, больницах, школах и частных домовладениях.

Ключевые слова: технологии, светокультура, растения огурца, субстраты, вегетационные светоустановки.

Technology of intense light-culture has been developed to grow different crops under controlled environmental conditions with the use of specialized vegetation apparatus (VSU). In the specialized vegetation apparatus, designed to grow plants of cucumber, tomato and leafy crops, the formation of optimal light condition is constructively made with application of separate powerful lamps that have the same or different spectral quality irradiance, providing the high illuminance, 60-90 W/m² PAR on cultivated plants. The vertical vegetation apparatus were used to develop technology of intense light-culture in cucumber. Three modifications of vertical vegetation apparatus differing in soil blocks and the way of nutrient supply to root habitation area were elaborated to grow the plants of cucumber. The development of cucumber plants in three apparatus modifications was carried out by one stem, where the growth was limited by the sizes of apparatus to 1.8 meter. The result of development of small-volume and non-soil technology of intense light-culture in cucumber was presented in the article. This technology provides high productivity of plant being grown and reduces the ecological problems related to waste treatment. The application of technology of intense light-culture in cucumber assists the plants to realize a biological potential and to reach the highest productivity. The observed plant products are of high quality without pesticides and other harmful contaminants. The nitrate content in young fruits was significantly lower the threshold allowable concentration (TAC). The basic principles of intense technology of light-culture can be used for economically profitable enterprises for production of raw material needs for pharmaceutical and perfumery industries, and to produce vitamin products in small volumes for kindergartens, hospitals, schools and private housekeeping.

Keywords: technologies, light-culture, cucumber plants, substrate, vegetation light-apparatus.

Введение

Технологии интенсивной светокультуры разработаны для выращивания разнообразных сельскохозяйственных культур в условиях регулируемых параметров окружающей среды с использованием специализированных вегетационных установок (ВСУ).

Экономическая эффективность производства овощей по технологиям интенсивной светокультуры, в первую очередь, зависит от степени оптимизации световой среды произрастания растений, наиболее затратной составляющей агротехнологий с использованием искусственного облучения [1, 2]. В специализированных ВСУ, предназначенных для выращивания растений огурца, томата или зеленных культур, формирование оптимальной световой среды конструктивно решается применением отдельных мощных ламп или совокупности из нескольких менее мощных источников света, одинаковых или различающихся по спектральному составу излучения, обеспечивающих высокую (~ 60-90 Вт/м² ФАР) облученность выращиваемых растений.

Установленные в ВСУ уровни облученности позволяют как минимум

вдвое сократить длительность вегетационного периода для растений огурца и томата и втрое для зеленных культур по сравнению с тепличными технологиями светокультуры (досветкой). Использование для выращивания растений автономных, не связанных друг с другом вегетационных светостановок, практически исключает возможность развития массовых заболеваний растений, передаваемых через общую систему питания и полива или корнеобитаемую среду, а применение в почвенном блоке ВСУ мало-

объемных или бессубстратных способов выращивания растений обеспечивает значительное снижение уровня загрязнения окружающей среды за счет минимизации отходов производства [3,4]. Разработанные технологии интенсивной светокультуры исключают трудоемкие агротехнические работы и необходимость использования высококвалифицированного персонала для обслуживания вегетационного оборудования.

Выращенные овощи отличаются высокими пищевыми достоинствами:

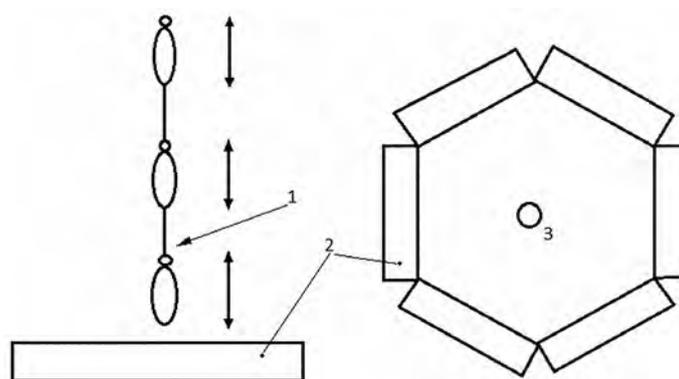


Рис 1. ВСУ с вертикальным расположением источников света

1 – размещенные вдоль вертикальной оси светоустановки источники света ДнаТ400 (ДРИ400, или комбинации ДнаТ400+ ДРИ 400);
2 – поддон с субстратом (вариант 6 отдельных контейнеров);
3 – штанга для крепления ламп.

1. Значения освещенности (лк) и облученности (Вт/м²) в ВСУ с вертикальным расположением источников света по высоте штанги в зависимости от расстояния (h) относительно поддона с субстратом. Расстояние от приемника люксметра Ю-116 до центра горелок ламп ДнаТ-400 – 60 см

h см	30	60	90	120	150
1 лампа, клк	3,6	2,0	0,8	–	–
	3,2	1,8	0,8	–	–
	2,8	2,2	0,8	–	–
Среднее, клк (Вт/м ²)	3,2	2,0	0,8		
	(9,6)	(6)	(2,4)		
2 лампы, клк	4,6	5,6	6,8	3,8	2,0
	4,5	6,0	7,0	4,5	2,0
	5,4	5,6	7,0	4,0	2,0
Среднее, клк (Вт/м ²)	4,8	5,7	6,9	4,1	2,0
	(14,4)	(17,2)	(20,8)	(12,30)	(6,0)
3 лампы, клк	5,6	6,4	7,8	8,7	8,0
	5,6	7,0	9,0	9,0	8,0
	5,8	7,0	8,5		
Среднее, клк (Вт/м ²)	5,7	6,8	8,4	8,8	8,0
	(17,1)	(20,4)	(25,3)	(26,4)	(24,0)

по содержанию ценных для питания человека веществ они практически не уступают сезонной продукции из южных областей, отличаясь полным отсутствием загрязнения ядохимикатами, тяжелыми металлами и другими вредными для здоровья веществами.

Объекты и методы исследования

Разработку технологий интенсивной светокультуры растений огурца проводили с использованием «вертикальных» ВСУ [5, 6], конструкция которых представляет в плане шестиугольник площадью ~1,3 м², высота светоустановки – 2,5-3,0 м (рис.1).

Светоустановка оборудована блоком управления, задающим автоматический режим работы системы облучения, состоящей из размещенных вдоль вертикальной оси светоустановки и перемещаемых по вертикали трех ламп ДнаТ 400 (ДРИ400, или комбинации ДнаТ400+ ДРИ 400).

В интенсивных технологиях растений огурца применяются следующие режимы облучения растений – в фазе рассады включается первая лампа, по мере роста растений и сбора зеленцов последовательно включаются первая и вторая, вторая и третья и только третья лампы.

В таблице 1 приведены результаты измерения освещенности (лк) и облученности (Вт/м²) в ВСУ с вертикальным расположением источников света на уровне 30, 60, 90, 120, 150 см над уровнем поддона с субстратом при последовательном включении одной, двух или трех ламп ДнаТ 400.

Значения облученности, изменяющиеся в ВСУ с вертикальным расположением источников света от 9,6 Вт/м² на уровне 30 см при включении одной лампы до 14,4; 17,2; 20,8 Вт/м² на уровнях от 30 до 120 см – при включении двух ламп и 17,1; 20,4; 25,3; 26,4; 24,0 Вт/м² – при включении трех ламп, обеспечивают комфортные световые условия при выращивании растений огурца.

Приведенные в таблице данные позволяют провести расчет освещенности (облученности) растений огурца в любую фазу развития. Пример: в конце вегетационного периода включена только третья лампа. В этом случае распределение освещенности (облу-

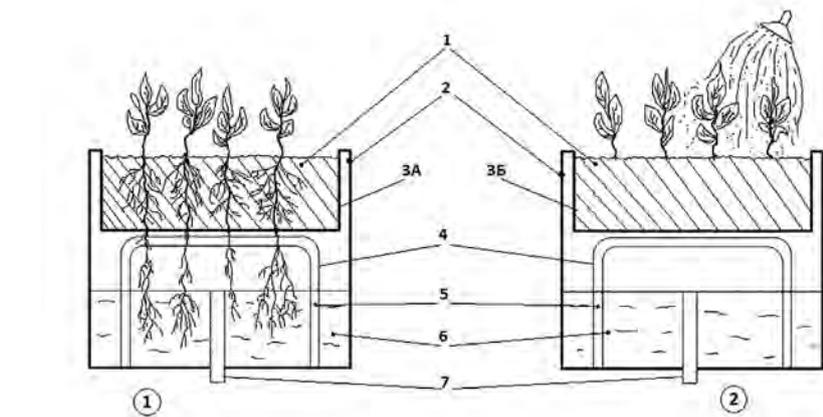


Рис.2. Схематический разрез вегетационных контейнеров для выращивания растений огурца с капиллярным увлажнением корнеобитаемой среды: 1 – с размещением части корней в питательном растворе, 2 – с дополнительным верхним поливом

(1 – субстрат, 2 – растительная часть, 3а – полиэтиленовая пленка с отверстиями диаметром 6 мм, 3б – полиэтиленовая пленка с отверстиями диаметром 1 мм, 4 – фитиль, 5 – подставка вкладыш, 6 – питательный раствор, 7 – сливная трубка)



Рис.3. Образцы ВСУ с вертикальным расположением источников света. Растения огурца высажены в контейнерах – 1, в общем поддоне – 2.

ченности) растений по высоте $h = 150 - 30$ см будет обратной приведенному в таблице 1 для $h = 30 - 150$ см.

Результаты и обсуждение

Для выращивания растений огурца разработаны три модификации «вертикальных» ВСУ, различающихся конструкцией почвенного блока и способом подачи питания в корнеобитаемую среду. Формирование растений огурца во всех трех технологиях проводили в один стебель, ограничивая рост габаритными размерами ВСУ – 1,8 м:

а) технология, при которой растения огурца в количестве 10-12 шт. высаживаются по периметру в общий поддон размером диаметром 1,2 м с высотой стенок 0,15 м, заполненный субстратом. Толщина слоя корнеобитаемой среды (гравий, перлит, керамзит, вермикулит, минеральная вата и др., верховой торф, смесь верхового торфа с

перлитом, керамзитом, агрофитом и др. [7,8] ~ 10 см. Используемая система питания растений – ручной полив, капельный полив;

б) технология, предусматривающая выращивание в шести отдельных контейнерах, расположенных по сторонам шестиугольника, окружающего вертикально расположенный световой блок ВСУ с применением системы двойного регулирования [9] с подачей питательного раствора к корням растений по плоскому фитилю в сочетании с периодическим поливом сверху (рис 2). В этом варианте технологии в качестве почвозаменителя используются органоминеральные материалы (верховой торф, смеси верхового торфа с перлитом, керамзитом, агрофит и др.). В каждый контейнер высаживают 2-3 растения огурца, общее количество растений на установку – 12-18 шт. При длительности светового проме-



Рис.4. Фрагмент матрицы для выращивания растений томата и огурца с частью П-образной подложки, покрытой слоем капроновой ткани (фитильной системы).



Рис 5. 1 – стандартный пластиковый контейнер объемом 0,3 л.
2 – стандартный пластиковый контейнер объемом 0,3 л без дна

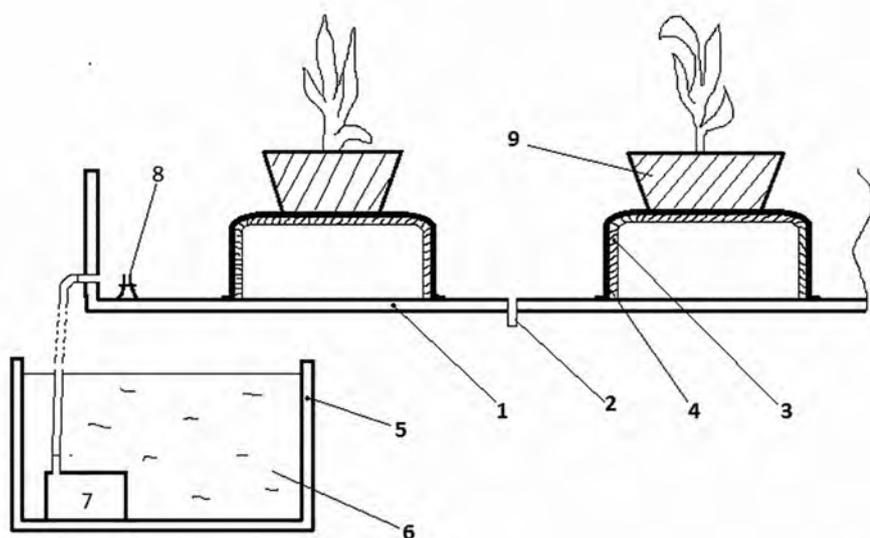


Рис. 6. Тонкослойная нереверсивная система подачи раствора в контейнеры с растениями.

1 – поддон, 2 – сливной штуцер, 3 – П-образная подложка, 4 – капроновый фитиль, 5 – бак с питательным раствором, 6 – питательный раствор, 7 – насос, 8 – датчик уровня раствора, 9 – пластиковый контейнер с субстратом.

жутка в 16 час и температурных условиях выращивания 22...24°C днем и 18...20°C ночью, общая продуктивность растений огурца за вегетационный период в 75-80 суток при использовании сортов и гибридов голландской селекции, достигает 25-30 кг/ВСУ (рис. 3);

в) «матричная» технология выращивания, при которой растения высаживают в общий поддон размером 1,2x1,2x0,15 м, покрытый листом светонепроницаемого пластика, исключая развитие водорослей в корнеобитаемой зоне. По периметру листа пластика вырезаны отверстия (матрица) для размещения 10-12 стандартных пластиковых контейнеров с растениями объемом 0,3 л. Положение листа пластика с вырезанными отверстиями – матрицы, относительно дна поддона фиксируется П-образной подложкой, изготовленной из любого инертного к действию питательного раствора материала (рис. 4). Расстояние подложки от дна поддона 5 см для растений огурца обеспечивает свободное распространение корневой системы выращиваемых растений по объему поддона и 3 см – для зеленных культур.

Опытные вегетации растений огурца показали, что при размещении культур с развитой корневой системой в стандартных пластиковых контейнерах объемом 0,3 л, лучшие результаты получены при выращивании в контейнерах с предварительно удаленным дном. В таком варианте растения получают возможность свободного распространения корневой системы по площади поддона и лучшие условия снабжения питательными веществами. (рис.5).

Для подачи питательного раствора в поддон используется тонкослойная нереверсивная система питания растений (рис. 6), состоящая из маломощной помпы, бака с раствором и датчика, регулирующего уровень раствора в поддоне, в котором размещаются контейнеры с растениями. При включении помпы раствор закачивается в поддон до уровня 1,5-2,0 см. При достижении этого уровня помпа отключается до момента снижения уровня раствора до 0,5 см, после этого цикл повторяется. Периодичность и нормы полива регу-

лируются автоматически и зависят от размеров растений, температуры и влажности окружающей среды. Поддержание тонкого слоя питательного раствора при большой площади соприкосновения с воздухом, обеспечивает хорошие условия его аэрации.

Непосредственно в субстрат в контейнерах насыщенный кислородом питательный раствор подается по плоскому фитилю, концы которого находятся в питательном растворе на дне вегетационной емкости. В смоченном состоянии соприкасающиеся ткани фитиля, состоящего из двух свободно прилегающих слоев синтетической ткани, образуют плоский капилляр, обеспечивающие подъем питательного раствора в контейнеры с рассадой. Для питания растений используется раствор Кнопа или другие питательные растворы, состав которых

учитывает специфические потребности культивируемых растений.

В качестве корнеобитаемой среды используются органоминеральные субстраты, имеющие близкое к оптимальному соотношению воздушной, водной и твердой фаз – агрофит, верховой торф или коковит. Отработанный почвогрунт представляет собой экологически безопасное органическое удобрение.

Заключение

Применение для выращивания растений огурца разработанных технологий интенсивной светокультуры обеспечивает раскрытие биопотенциала культивируемых растений, практического достижения их максимальной продуктивности. Полученная овощная продукция отличается высоким качеством: отсутствием загрязнения пестицидами и другими вредными при-

месями. Содержание нитратов в зеленцах огурца значительно ниже норм ПДК.

Применение разработанной «матричной» технологии интенсивной светокультуры за счет значительного снижения объема корнеобитаемой среды в расчете на одно растение позволяет эффективно решать проблемы утилизации бытовых и производственных отходов производства, исключить возможность массовой гибели растений в результате болезней.

Основные положения интенсивных технологий светокультуры могут быть использованы для экономически рентабельного производства сырья для фармацевтической и парфюмерной промышленности, а также для выращивания витаминной продукции в небольших объемах в детских садах, больницах, школах и частных домо- владениях.

2. Производительность матричных технологий при выращивании растений огурца

Наименование культуры	Срок вегетации, сутки	Общая продуктивность кг/м ²	Затраты электр. энергии, кВт/кг	Содержание нитратов мг/кг сырой массы
Огурец Тристан	60	13,8	33	65

Литература

1. Судаков В.Л., Аникина Л.М., Удалова О.Р., Шибанов Д.В. Оптимизация световой среды при выращивании растений в условиях светокультуры // Гавриш. – № 3. – 2012. – С 14-17.
2. Судаков В.Л., Аникина Л.М., Удалова О.Р., Шибанов Д.В., Эзерина О.В. Организация световой среды энергосберегающих агротехнологий промышленной светокультуры растений // Овощеводство / Под ред. Аутко А.А. Минск: РУП Институт овощеводства, 2010. – Т.18. – С.426-434.
3. Судаков В.Л., Аникина Л.М., Желтов Ю.И., Удалова О.Р. Оборудование и технологии светокультуры для исследования роста и развития растений в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду // Матер. докл. III всерос. конф. "Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования" / Нижний Тагил, 2010. – Ч.II. –С.226-229.
4. Судаков В.Л., Аникина Л.М., Удалова О.Р., Желтов Ю.И. Инновационные технологии круглогодичного производства экологически чистой овощной продукции в условиях техногенно загрязненной природной среды мегаполисов. // Материалы конф. "Экология мегаполиса: фундаментальные основы и инновационные технологии". Москва, 21-25 ноября, 2011. - С. 136.
5. Ермаков Е.И., Желтов Ю.И., Судаков В.Л. Способ выращивания растений огурца в вегетационных установках с вертикальным расположением источников света // Гавриш. – 2006. – №4. – С.13-16.
6. Ермаков Е.И., Желтов Ю.И., Судаков В.Л. Метод выращивания растений огурца в вегетационных установках с вертикальным расположением источников света и оценка его экономической эффективности. /Регулируемая агроэкосистема в растениеводстве и экофизиологии. /2007. – С.165-172.
7. Ермаков Е.И., Желтов Ю.И., Мильто Н.Е., Кучеров В.И. Почвогрунт для выращивания растений «Агрофит»// Патент №2081555 РФ. БИ №17. 1997
8. Удалова О.Р. Агрофит и коковит – субстраты для томата // Картофель и овощи. – 2002. – №7. – С.24-25.
9. Желтов Ю.И. Влияние способов увлажнения корнеобитаемых сред на продуктивность растений томата в регулируемых условиях. // Научн. Техн. Бюлл. по агрономической физике. Л., 1986. – С.73-84.