

УДК 631.15:631.589.2:631.811

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ МАЛООБЪЕМНОЙ ИНТЕНСИВНОЙ СВЕТОКУЛЬТУРЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННО ВЫПУСКАЕМЫХ УДОБРЕНИЙ

Аникина Л.М. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Конончук П.Ю. – кандидат сельхоз. наук, ведущий научный сотрудник
Судаков В.Л. – кандидат технических наук, инженер
Удалова О.Р. – кандидат с.-х. наук, руководитель сектора
Хомяков Ю.В. – кандидат биологических наук, заместитель директора

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

В условиях поддержания комфортных для выращивания растений параметров окружающей среды, использование питательных растворов, приготовленных из недорогих недефицитных удобрений, является эффективным методом снижения затрат на производство единицы овощной продукции. Целью данного исследования являлось определение перспективности использования в условиях интенсивных малообъемных технологий (0,15-0,3 л/растение) светокультуры питательных растворов, приготовленных на основе широко распространенных промышленно выпускаемых удобрений; исследование экономической эффективности применения выбранных составов питательных растворов для выращивания салата сорта Тайфун и петрушки сорта Богатырь в светоустановках (ВСУ) в условиях различных уровней облученности. В статье проанализирована перспективность использования питательных растворов, приготовленных на основе промышленно выпускаемых удобрений, рекомендованных для выращивания зеленных культур: Растворин марки А, Акварин, Агрикола и Кемира Люкс. В качестве контрольного раствора использовался раствор Кнопа – один из самых эффективных при использовании в технологиях интенсивной светокультуры зеленных растений. Проведенные исследования выявили наибольшую перспективность для выращивания растений салата питательных растворов на основе Растворина и Акварина, а для растений петрушки – питательных растворов на основе Кнопа и Агриколы. При выращивании растений салата сорта Тайфун при пониженной облученности установлено, что наибольшую продуктивность в диапазоне облученности от 60 до 40 Вт ФАР показали растения, выращиваемые в ВСУ с использованием питательных растворов, приготовленных на основе смесей Акварин и Агрикола. Таким образом, в результате исследований показано, что питательные растворы Акварин, Агрикола и Растворин могут быть рекомендованы для выращивания зеленой продукции в условиях изменяющихся уровней облученности растений.

Ключевые слова: технологии, светокультура, питательные растворы, овощные культуры.

Введение

Разрабатываемые в Агрофизическом НИИ технологии интенсивной светокультуры предназначены для организации комплексов круглогодичного выращивания высококачественной овощной продукции в районах с экстремальными природными условиями, в районах с неблагопо-

лучной экологической обстановкой или в любых районах РФ во внесезонный период [1,2].

Первостепенным условием востребованности этих технологий является рентабельность производства овощной продукции, зависящая от затрат на поддержание комфортных для растений свето-климатических параметров окружающей среды и эффек-

тивности используемой системы питания растений.

Близкие к оптимальным свето-климатические условия культивирования разнообразных овощных культур реализованы в разработанных в Агрофизическом НИИ вегетационных стеллажных (1,0 м x 3,0 м) светоустановках (ВСУ), обеспечивающих уровни облученности в диапазоне 40-80

Вт/м² ФАР. [3,]. Размещение вегетационного оборудования (ВСУ) в стационарных сооружениях, как специально спроектированных, так и в любых других помещениях, теплотехнические характеристики которых соответствуют климатическим условиям региона и использование в системе обогрева выделяемого источниками света тепла (~50 % от мощности источника света), позволяет в значительной степени снизить затраты на поддержание заданных температурно-влажностных параметров окружающей среды [4].

В условиях поддержания комфортных для выращивания растений параметров окружающей среды, использование питательных растворов, приготовленных из недорогих недефицитных удобрений является следующим этапом снижения затрат на производство единицы овощной продукции в технологиях интенсивной светокультуры.

Целью выполнения данной работы являлось:

- определение перспективности использования в условиях интенсивных малообъемных технологий светокультуры питательных растворов, приготовленных на основе широко распространенных промышленно выпускаемых удобрений;
- исследование экономической эффективности применения выбранных составов питательных растворов для выращивания салатных растений и петрушки в светоустановках (ВСУ) в условиях различных уровней облученности.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны наиболее распространенные тепличные культуры: салат сорта Тайфун и петрушка сорта Богатырь. Растения выращивали в ВСУ, световые блоки которых состояли из двух ламп ДнаТ 600 (установленная мощность 0,4 кВт/м²) с использованием малообъемных (0,15-0,3 л/растение) технологий [5].

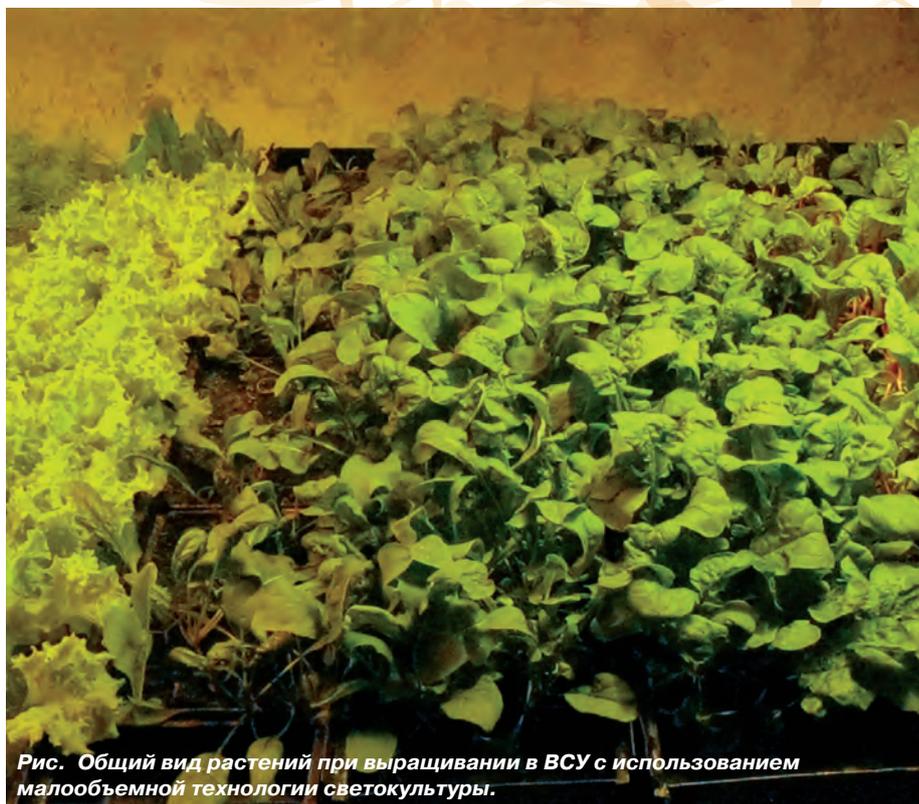


Рис. Общий вид растений при выращивании в ВСУ с использованием малообъемной технологии светокультуры.

Общий вид растений при выращивании с использованием малообъемной технологии представлен на рисунке 1.

Выяснение экономической эффективности применения исследуемых питательных растворов в технологиях малообъемной интенсивной светокультуры проводили при выращивании растений салата в условиях различных уровней облученности.

Семена салата и петрушки высевали в емкости из винилпласта, объемом 100 см³, заполненные предварительно хорошо увлажненным «Агрофитом», глубина посадки – 0,2-0,3 см [6]. Подачу питательного раствора к корням растений осуществляли по целевому капилляру при использовании автоматической нереверсивной системы, регулирующей периодичность и норму подачи питательного раствора в корнеобитаемую среду [6].

Световой период выращивания обеих культур установлен в 12 часов в сутки, температуру воздуха поддерживали на уровне 20...22С° днем и 18...20С° ночью, влажность воздуха 60-65%. Длительность вегетационного периода – 25 суток.

В исследованиях перспективности применения в условиях интенсивных малообъемных технологий светокультуры промышленно выпускаемых удобрений испытывали следующие комплексные питательные растворы, рекомендованные для выращивания зеленных культур:

- Растворин марки А, содержащий микроэлементы в солевой форме. Состав микроэлементов (в процентах): Zn-0,01; Cu-0,01; Mn-0,1; Mo-0,001; B-0,01. Состав макроэлементов представлен фосфором 5%, калием 20% и азотом (10%), содержащимся как в нитратной, так и в аммиачной форме [7].

- Акварин, содержащий азот 19%, фосфор 6%, калий 20%, магний 1,5%. Микроэлементы Fe (ДТПА) – 0,054; Zn (ЭДТА) – 0,014; Cu (ЭДТА) – 0,01; Mn (ЭДТА) – 0,042; Mo – 0,004; B – 0,02 [7].

- Агрикола для овощных культур следующий – (NPK 20%-13%-13% + MgO + микроэлементы) [8].

- Кемира Люкс – полностью растворимое комплексное удобрение с микроэлементами. Содержание в %: азота 16 фосфора 20,6 калия 27,1 железа 0,1 бора 0,02, меди 0,01, марганца 0,1,

молибдена 0,002, цинка 0,01 [9].

В качестве контрольного раствора выбран приготовляемый из химически чистых солей раствор Кнопа, один из самых эффективных при выращивании растений салата в технологиях интенсивной светокультуры. Содержание питательных элементов в растворе Кнопа – азот-27%, фосфор 10%, калий 29% + Са -29%, Mg – 5%, микроэлементы по Чеснокову [10].

Результаты исследований

Результаты проведенных исследований показали зависимость продуктивности салата сорта Тайфун и петрушки сорта Богатырь от состава

растения салата, выращенные на питательном растворе, приготовленного на основе удобрения Кемира. Продуктивность растений салата, выращенных на питательных растворах Агрикола и Растворин близка к продуктивности растений, выращенных на питательном растворе Кнопа.

Анализ полученных данных по содержанию сухого вещества показал, что растения, культивируемые на растворе Кнопа, Агрикола, Кемира обладали более высоким содержанием сухого вещества. Содержание нитратов было выше в растениях, выращенных на питательных растворах Кнопа и Кемира, и достигало 1242-

и 1,6 кг/м² соответственно (табл. 2).

Наибольшую продуктивность показали растения, выращенные с использованием раствора Кнопа, однако при этом содержание сухого вещества в растениях, выращенных на промышленных растворах, во всех вариантах было выше, чем в контрольном варианте.

Содержание нитратов в растениях петрушки было приблизительно одинаковым и существенно меньше значений ПДК, которые для салата и петрушки равны 2000 мг/кг.

Проведенные исследования (табл. 1,2,) выявили наибольшую перспективность для выращивания растений

1. Продуктивность и качество растений салата сорта Тайфун при выращивании на растворах различного состава

Вариант	Масса 1 растения, г	Продуктивность, кг/м ²	% сухого вещества	Содержание нитратов мг/кг
Кноп	50±4	5,0	3,7±0,2	3,7±0,2
Кемира	39±5*	3,9	3,8±0,3	3,8±0,3
Агрикола	50±5	5,0	4,1±0,2	4,1±0,2
Растворин	52±6	5,2	3,1±0,4	3,1±0,4
Акварин	53±4	5,3	3,1±0,3	3,1±0,3

Примечание: * – значение достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости

питательных растворов (табл. 1, 2).

Продуктивность растений салата сорта Тайфун была выше на питательных растворах, приготовленных на основе удобрений Растворин и Акварин и достигала 5,2-5,3 кг/м² соответственно. Наименьшую продуктивность, 3,9 кг/м², показали

1501 мг/кг, но не превышало уровень ПДК, который составляет 2000 мг/кг [11, 12].

Данные по продуктивности растений петрушки сорта Богатырь показали, что наиболее урожайными были растения, выращенные на растворе Кнопа и растворе Агрикола – 1,7 кг/м²

салата питательных растворов на основе Растворина и Акварина, а для растений петрушки – питательных растворов на основе Кнопа и Агриколы.

Исследование экономической эффективности использования в интенсивной малообъемной свето-

2. Продуктивность и качество растений петрушки сорта Богатырь при выращивании на растворах различного состава

Вариант	Продуктивность, кг/м	% сухого вещества	Содержание нитратов, мг/кг
Кноп	1,7	14,6±0,5	590
Кемира	1,4	18,9±0,4	749
Агрикола	1,6	18,4±0,6	599
Растворин	1,4	18,7±0,6	687
Акварин	1,4	20,8±0,5	685

культуре салатных растений питательных растворов, приготовленных на основе удобрений, было выполнено при выращивании салата сорта Тайфун в ВСУ в условиях различных уровней облученности (табл. 3).

Анализ полученных данных, приведенных в таблице 3, показал снижение продуктивности растений при уменьшении уровня облученности, наиболее заметное при выращивании салата на растворах Кнопа и Растворина. Если при оптимальной облученности (60 Вт ФАР) для раствора Кнопа она составляет 5,0 кг/м², то при облученностях 50 Вт и 40 Вт ФАР продуктивность салатных растений составляет 3,8 кг/м² и 3,5 кг/м² соответственно. Аналогично происходит снижение продуктивности растений салата при выращивании на растворе

Растворин – с 5,2 кг/м² при облученности в 60 Вт ФАР до 3,6 кг/м² при облученности в 40 Вт ФАР.

Растения, выращенные на растворе Кемира, на всех уровнях облученности обладали наименьшей продуктивностью по сравнению с другими удобрениями. При использовании питательного раствора, приготовленного на основе удобрения Агрикола, продуктивность салата не изменилась при снижении облученности с оптимального уровня до 50 Вт ФАР и составила 5,0 кг/м², а при облученности 40 Вт ФАР – 4,0 кг/м².

Приведенные в таблице 3 данные по содержанию сухого вещества в растениях салата, выращенных на различных питательных растворах при выбранных уровнях облученности, показывают, что при облученно-

сти 50Вт ФАР достоверно наибольшим процентом сухого вещества обладали растения салата, выращенного на растворе Кнопа – 6,0%. Наименьшее количество сухого вещества отмечалось в растениях салата, выращенного на растворе Акварин, и составляло 4,0%. Содержание сухого вещества у растений, культивируемых на других питательных растворах, достоверно не отличалось друг от друга, и составляло от 4,2% при выращивании на Акварине до 4,9% при выращивании на Кемире и Агриколе.

Процентное содержание сухого вещества у растений, культивируемых при облученности 40 Вт ФАР, было в целом выше, по сравнению с растениями, выращенных на облученности 50 Вт ФАР.

Таким образом, проведенные

3. Продуктивность салата Тайфун при различных уровнях облученности

Вариант	Масса 1 растения, г	Продуктивность, кг/м ²	% сухого вещества
Облученность 60 Вт ФАР			
Кноп	50±4	5,0	3,7±0,2
Кемира	39±5*	3,9	3,8±0,3
Агрикола	50±5	5,0	4,1±0,2
Растворин	52±6	5,2	3,1±0,4
Акварин	53±4	5,3	3,1±0,3
Облученность 50 Вт ФАР			
Кноп	38±5	3,8	6,0±0,4*
Кемира	38±4	3,8	4,9±0,3
Агрикола	50±4*	5,0	4,9±0,4
Растворин	49±6	4,9	4,2±0,4
Акварин	48 ±5	4,8	4,0±0,3
Облученность 40 Вт ФАР			
Кноп	35±5	3,5	6,0±0,3
Кемира	30±6	3,0	6,2±0,3
Агрикола	40±5	4,0	5,0±0,4
Растворин	36±5	3,6	5,1±0,3
Акварин	44±7	4,4	5,4±0,2

Примечание: * – значение достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости.

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF TECHNOLOGIES OF INTENSIVE SMALL-VOLUME LIGHT – CULTURE IN WITH NUTRIENT SOLUTIONS BASED ON COMMERCIALY AVAILABLE FERTILIZERS

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

Agrophysical Research Institute, Federal Agency of Scientific Organizations (FASO Russia), 195220, Russia, St. Petersburg, Gzhzdansky avenue, 14
E- mail: suvitaliy@yandex.ru

Summary

In conditions of maintenance of environment parameters for plant growth, the use of nutrient solutions prepared with non-deficient fertilizers is an effective method of reducing the cost of vegetable production. The article examines economic prospects of the use of technologies of small-volume (0,15 — 0,3 l./per plant) the intensity of light-culture of plants in nutrient solutions, prepared on the basis of industrially produced fertilizers 'Rastvorin A', 'Akvarin', 'Agricola' and 'Kemira Lux', which are recommended for leafy crops. 'Knop' solution as one of the most effective for intensive technologies of the light-culture of leafy crops was used as a control. The object of study was a lettuce, cultivar 'Typhoon' and parsley cultivar 'Bogatyr'. Plants were grown under different levels of light irradiance. Light during the growing period for both species was for 12 hours, the temperature was maintained at 20-22°C in the day and 18-20°C at night, air humidity between 60-65%. The duration of the vegetation period is 25 days. As a result of the study, it was shown that the productivity of lettuce cultivar 'Typhoon' and parsley cultivar 'Bogatyr' that were grown on nutrient solutions 'Agricola' and 'Rastvorin' was very high. The content of nitrates for all cases was not extended more than the MCL. The highest productivity in the range of irradiance between 60 and 40 watts has been observed in lettuce plants of cultivar 'Typhoon', grown under light-culture system with the use of nutrient solutions 'Akvarin' and 'Agricola'. Thus, the study carried out has showed that nutrient solutions 'Akvarin', 'Agricola' and 'Rastvorin' can be recommended for cultivation of leafy crops under condition of changeable light irradiation.

Key words: technology, light-culture, nutrient solutions, vegetable crops

4. Затраты электроэнергии на производство салатной продукции в условиях малообъемной интенсивной светокультуры в зависимости от уровня облученности растений в ВСУ

	Уровень облученности Вт/м ² ФАР		
	60	50	40
Раствор	Затраты электроэнергии кВт/кг; (% увеличения к уровню затрат при облученности 60 Вт/м ² ФАР)		
Кноп	24,0	31,6 (31)	34,3 (43)
Кемира	30,7	31,6 (5)	40,0 (30)
Агрикола	24,0	24,0 (0)	30,0 (25)
Растворин	23,1	24,5 (5)	33,3 (40)
Акварин	22,6	25,0 (15)	27,3 (26)

исследования выращивания растений салата сорта Тайфун при пониженной облученности выявили, что наибольшую продуктивность в диапазоне облученности от 60 до 40 Вт ФАР показали растения, выращиваемые в ВСУ с использованием питательных растворов, приготовленных на основе смесей Акварин и Агрикола.

На основе результатов, полученных в опытах по выяснению влияния на продуктивность салата сорта Тайфун различных по составу питательных растворов и уровня облученности растений, выполнен расчет затрат электроэнергии (экономическая эффективность) на производство салатной продукции в условиях малообъемной интенсивной светокультуры

ры в зависимости от уровня облученности растений в ВСУ (табл. 4).

Выводы

В результате исследований перспективности применения в технологиях интенсивной малообъемной светокультуры растений салата и петрушки питательных растворов, приготовленных на основе удобрений, показано, что питательные растворы Акварин, Агрикола и Растворин по показаниям динамики изменения продуктивности и затрат электроэнергии на производство единицы продукции, могут быть рекомендованы для выращивания зеленой продукции в условиях изменяющихся уровней облученности растений.

Литература

1. 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.
2. Удалова О.Р. Судаков В.Л., Аникина Л.М., Виличко А.К. Технологии светокультуры в экстремальных условиях / Картофель и овощи. – 2013. – №8. – С.12-15.
3. Судаков В.Л., Аникина Л.М., Удалова О.Р. Разработка энергосберегающих агротехнологий промышленной светокультуры растений. / Управление производственным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы. / Белгород, 2010. – С.118-122.
4. Судаков В.Л. Биотехнологические комплексы круглогодичного производства растительной продукции: для пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленности. Современная агрофизика – высоким технологиям. / СПб, 2007. – С.200-202.
5. Удалова О.Р., Судаков В.Л., Аникина Л.М., Шибанов. Модифицированная матричная технология выращивания расте-

- ний для промышленного производства высококачественной растительной продукции в регулируемых условиях. // Материалы научной сессии по итогам 2012 года Агрофизического института. С-Петербург, 2-3 апреля 2013. – С.80-83.
6. Ермаков Е.И., Желтов Ю.И., Мильто Н.Е., Кучеров В.И. Почвогрунт для выращивания растений «Агрофит»// Патент №2081555 РФ. БИ №17. 1997.
7. Буйские удобрения, Россия. Удобрения. <http://tiu.ru/Udobrenie.html>
8. Удобрения Агрикола. Инфо. <http://udobreniya.info/promyshlennye/agrikola/>
9. «Кемира» – удобрение для комплексного ухода за растениями, овощными культурами: <http://fb.ru/article/147414/kemira-udobrenie-dlya-kompleksnogo-uhoda-za-rastenyami-ovoschnymi-kulturyami>
10. Чесноков В.А., Базырина, Е.Н., Бушуева Т.М. Выращивание растений без почвы // Изд. ЛГУ, 1960. – 170 с.
11. Нормы ПДК нитратов http://soeks.ru/informaciya/normy_pdk
12. Конончук П.Ю. Вертебный В.Е., Хомяков Ю.В., Дубовицкая В.И. Некоторые аспекты оценки качества продукции. Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения: Труды 8-й научно-практической конференции с международным участием. – 2013. Т.8 – Ч. 2. – С.905-907.