

# Оценка выращивания гибридов огурца коктейльного типа в условиях вертикальной фермы

Valuation growing cocktail-type cucumber hybrids in a vertical farm

Константинович А.В., Суходолов И.А.

Konstantinovich A.V., Sukhodolov I.A.

## Аннотация

## Abstract

На сегодняшний день главные искусственные источники освещения растений – натриевые лампы высокого давления. Однако в 2021 году уже во многих тепличных комбинатах РФ и других стран мира активно используют светодиодные лампы с различными спектральными режимами в основном в качестве досвечивания. Анализ научных работ показал, что практически отсутствуют достоверные данные по выращиванию основных тепличных культур в условиях использования только светодиодов без естественного освещения. Это не дает полной объективной картины эффективности использования светодиодных ламп. Цель исследований: определить эффективность применения светодиодных ламп при выращивании коктейльных гибридов огурца при повышенной густоте посадки в условиях вертикальной фермы. Исследования проводили в летне-осеннем и весенне-летнем оборотах в 2020–2021 годах на территории УНПЦ «Овощная опытная станция имени В.И. Эдельштейна» РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в стеклянных теплицах без досвечивания и ООО «Вертикальные фермы» в закрытом помещении без доступа солнечного света (Москва). Объект исследования – гибриды огурца компании Rijk Zwaan: F<sub>1</sub> Ларино, F<sub>1</sub> Кватрино, F<sub>1</sub> Квирк. В теплице выращивали огурец по малообъемной технологии, в качестве субстрата использовали верховой торф. Для облужения растений применяли светодиодные модули производства ООО «Вертикальные фермы» (30 Вт, 50×7,2 см, в рабочем режиме 2,8–2,9 мкМоль/Дж), которые располагались на расстоянии 0,4 м от растений. Облужали растения по 16 часов в сутки. Установлено, что выращивание растений огурца в вертикальных фермах с использованием полноспектральных светодиодных облужателей и густоты посадки 11,4 раст./м<sup>2</sup> способствует увеличению общей урожайности огурца в сравнении с остекленной теплицей. При выращивании огурца в условиях вертикальной фермы в плодах огурца накапливалось меньшее количество нитратов (102–105 мг/кг), отмечено более высокое количество содержания сахаров (1,90–1,98%) и сухого вещества (6,21–6,28%) по сравнению с плодами, полученными при выращивании в теплице. Перспективно дальнейшее изучение выращивания культуры огурца в вертикальных фермах с использованием светодиодов.

Today, the main artificial sources of plant illumination are high pressure sodium lamps. However, in 2021, many greenhouse plants of the Russian Federation and other countries of the world are actively using LED lamps with various spectral modes mainly as additional illumination. The analysis of scientific papers has shown that there is practically no reliable data on the cultivation of the main greenhouse crops in conditions of using only LEDs without natural lighting. This does not give a complete objective picture of the efficiency of using LED lamps. The purpose of the research: to determine the effectiveness of the use of LED lamps in the cultivation of cucumber cocktail hybrids with increased planting density in a vertical farm. The research was carried out in summer-autumn and spring-summer turns in 2020–2021 on the territory of the V.I. Edelstein Vegetable Experimental Station of the K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy in glass greenhouses without additional illumination and Vertical Farms LLC indoors without access to sunlight (Moscow). The object of research is cucumber hybrids of the Rijk Zwaan company: F<sub>1</sub> Larino, F<sub>1</sub> Kvatrino, F<sub>1</sub> Kvirik. Cucumber was grown in the greenhouse using low-volume technology, riding peat was used as a substrate. For irradiation of plants, LED modules manufactured by Vertical Farms LLC (30 W, 50×7.2 cm, in operating mode 2.8–2.9 mmol/J) were used, which were located at a distance of 0.4 m from the plants. Plants were irradiated for 16 hours a day. It was found that the cultivation of cucumber plants in vertical farms using full-spectrum LED irradiators and a planting density of 11.4 rast./m<sup>2</sup> contributes to an increase in the total yield of cucumber in comparison with a glazed greenhouse. When growing cucumbers in a vertical farm, fewer nitrates (102–105 mg/kg) accumulated in cucumber fruits, a higher amount of sugar content (1.90–1.98%) and dry matter (6.21–6.28%) were noted compared to fruits obtained when grown in a greenhouse. It is promising to further study the cultivation of cucumber culture in vertical farms using LEDs.

**Ключевые слова:** огурец, вертикальные фермы, теплицы, урожайность, продуктивность.

**Key words:** cucumber, vertical farms, greenhouses, yield, productivity.

**Для цитирования:** Константинович А.В., Суходолов И.А. Оценка выращивания гибридов огурца коктейльного типа в условиях вертикальной фермы // Картофель и овощи. 2021. №12. С. 26–29. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.97.59.005>

**For citing:** Konstantinovich A.V., Sukhodolov I.A. Valuation growing cocktail-type cucumber hybrids in a vertical farm. 2021. No12. Pp. 26–29. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.97.59.005> (In Russ.).

**В**ыращивание продукции овощных культур в условиях защищенного грунта – одна из главных задач развития продовольственной безопасности РФ [1]. Культура огурца в защищенном грунте России по площади выращивания и объемам производства занимает лидирующие позиции, где на его долю в валовом сборе тепличной продукции в 2020 году приходилось 50–55%. В РФ в тепличных комбинатах огурец

выращивают в зимне-весеннем, весенне-летнем, летне-осеннем обороте и условиях светокультуры [2]. Производство продукции огурца в защищенном грунте обеспечивает ее потребление в свежем виде в течение года по сравнению со многими другими овощами. Важные условия увеличения производства овощей с целью полного самообеспечения населения страны отечественной продукцией – применение совре-

менных ресурсосберегающих технологий, рациональное использование минеральных удобрений и биологических средств защиты растений, а также внедрение в производство урожайных гибридов [3].

В настоящее время основные овощные культуры защищенного грунта выращивают без дополнительной досветки или с досвечиванием растений дугowymi натриевыми лампами с напылением зеркального слоя

(ДНаЗ). Однако в последнее время в РФ и других странах активно изучают и внедряют светодиодные источники излучения при выращивании различных овощных культур [4].

Светодиодные лампы – наиболее перспективные источники света при дополнительном досвечивании растений огурца и томата. Чаще используемые в производстве овощей светодиодные облучатели имеют красную, зеленую и синюю области излучения фотосинтетически активной радиации (ФАР) [5].

Мировые исследования показывают положительное влияние искусственного досвечивания на скорость протекания различных процессов метаболизма в растении, которые проявляются в увеличении выхода товарной овощной продукции [2–5].

Важный фактор в выборе спектра излучения светодиодов для теплиц и вертикальных ферм – воздействие излучения на глаза человека. Продолжительное пребывание в световой среде, создаваемой современными фитолампами, особенно с синим и красным видимым спектром, вызывает у человека искаженное восприятие цветосветовой среды, появление эндокринных заболеваний, снижение остроты и утомление зрения. Поэтому существуют рекомендации к белым полноспектральным светодиодам.

Цель исследований: определить эффективность применения светодиодных ламп при выращивании коктейльных гибридов огурца при повышенной густоте посадки в условиях вертикальной фермы.

#### Условия, материалы и методы исследования

Исследования проводили в летне-осеннем и весенне-летнем оборотах в 2020–2021 годах на территории УНПЦ «Овощная опытная станция имени В.И. Эдельштейна» РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в стеклянных теплицах без досвечивания и ООО «Вертикальные фермы» в закрытом помещении без доступа солнечного света (Москва).

Объект исследования – гибриды огурца  $F_1$  Ларино,  $F_1$  Кватрино,  $F_1$  Квирк.

В теплице (контроль) выращивали огурец по малообъемной технологии, в качестве субстрата использовали верховой торф. Рассадку выращивали в течение 18 суток, поливы проводили по мере необходимости с электропроводностью воды (ЕС) 1,8 мСм/см, рН – 5,7. Маты напительвали за два дня до высадки рассады питательным рас-

твором со следующими показателями: ЕС – 1,8 мСм/см, рН – 5,7. Густота посадки – 2,5 раст/м<sup>2</sup>. В течение вегетации огурца использовали стандартные питательные растворы. Показатели питательного раствора для полива растений после пересадки: ЕС – 2,2–2,6 мСм/см, рН – 5,7. После пересадки растения с помощью шпагата подвязывали к шпалере. При формировке растений первые 6 узлов полностью ослепляли, пасынки прищипывали на 3–4 узле, верхушку прищипывали после ее отрастания на 1 м от шпалеры.

На вертикальной ферме выращивали огурец на проточной системе гидропоники в вертикальных башнях высотой 2,5 м (рис. 1). В качестве субстрата использовали капиллярную ленту. Рассадку выращивали в течение 12 суток, поливы проводили по мере необходимости с ЕС – 1,9 мСм/см, рН – 5,6. Густота посадки на постоянном месте в башнях – 11,4 раст/м<sup>2</sup>. Показатели питательного раствора для полива растений после пересадки: ЕС – 2,1–2,5 мСм/см, рН – 5,6. Для облучения растений применяли светодиодные модули производства ООО «Вертикальные фермы» (30 Вт, 50×7,2 см, в рабочем режиме 2,8–2,9 мкМоль/Дж), которые располагались на расстоянии 0,4 м от растений. Облучали растения по 16 часов в сутки.

Определяли процент плодообразования, общий выход стандартной продукции за оборот, общую урожайность в динамике по мере наступления технической спелости плодов, продуктивность, содержание сухого вещества в плодах – методом высушивания, содержание сахаров в плодах – поляриметрическим методом, количество нитратов в плодах – с помощью ионоселективного метода.

Опыт заложен в соответствии с методикой опытного дела в овощеводстве в трехкратной повторности [6]. Площадь учетной делянки в остекленной теплице оставила 10 м<sup>2</sup>, в вертикальной ферме – 2 м<sup>2</sup>.

#### Результаты исследований

Светодиодное освещение по-разному влияет на рост и развитие растений, и вопрос о повышении их устойчивости к неблагоприят-



Рис. 1. Сверху вниз: плоды гибридов огурца  $F_1$  Кватрино,  $F_1$  Ларино,  $F_1$  Квирк

ным факторам среды пока до конца не изучен. В тепличных сооружениях и вертикальных фермах используют современное оборудование и для растений создаются благоприятные условия микроклимата. При изменении одного из параметров микроклимата может нарушиться процесс плодообразования. В условиях культивационных сооружений главный неблагоприятный фактор для растений огурца – недостаток освещенности. В то же время при выращивании огурца в вертикальной ферме при светокультуре с использованием светодиодных облучателей процент плодообразования на 5–6% выше по сравнению с растениями в условиях остекленной теплицы (табл. 1). Полноспектральный состав светодиодов способствовал получению максимального количества завязавшихся плодов. Изучаемые гибриды огурца (рис. 2) формируют гладкие небольшие плоды коктейльного типа. Эти гибриды – новые для теп-



Рис. 2. Растения огурца в вертикальной ферме

**Таблица 1. Плодообразование, продуктивность, урожайность и выход стандартной продукции гибридов огурца в зависимости от условий выращивания, 2020–2021 годы**

Гибрид (А)	Условия выращивания (В)	Плодообразование, %	Продуктивность, кг/растение	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Выход стандартной продукции, %
F <sub>1</sub> Квирк	Теплица*	82,2	1,6	4,1	85,3
	Вертикальная ферма	86,4	1,8	20,7	93,4
F <sub>1</sub> Кватрино	Теплица*	82,8	3,0	7,5	86,1
	Вертикальная ферма	87,5	3,3	34,5	92,8
F <sub>1</sub> Ларино	Теплица*	83,7	4,5	11,3	84,5
	Вертикальная ферма	87,7	5,2	59,5	91,7
НСР <sub>05</sub> (А)		2,2	1,7	4,8	3,4
НСР <sub>05</sub> (В)		1,9	2,4	4,7	2,6
* Контроль					

личных компаний, они популярны за счет своей формы, вкусовых качеств и эксклюзивности.

В вертикальной ферме продуктивность растений огурца оказалась немного выше (F<sub>1</sub> Квирк – 1,8 кг/растение, F<sub>1</sub> Кватрино – 3,0 кг/растение, F<sub>1</sub> Ларино – 5,2 кг/растение), чем в теплице (F<sub>1</sub> Квирк – 1,6 кг/растение, F<sub>1</sub> Кватрино – 3,0 кг/растение, F<sub>1</sub> Ларино – 4,5 кг/растение).

У гибрида F<sub>1</sub> Ларино отмечена наибольшая продуктивность, а у гибрида F<sub>1</sub> Квирк наименьшие значения показателя продуктивности были как при выращивании в остекленной теплице, так и в вертикальной ферме.

Гибриды характеризовались довольно высокой товарностью плодов, однако во время массового плодоношения начинался этап отмирания корневой системы и после появлялись искривленные плоды, которые относились к категории нестандартная. Стандартная и нестандартная продукция отличается ценой реализации, что в дальнейшем влияет на рентабельность выращивания изучаемых гибридов. Количество стандартной и нестандартной продукции подсчитывали после каждого сбора и в итоге определяли общий выход стандартной продукции. Наибольший выход стандартной продукции отмечен при выращивании культуры огурца на вертикальной ферме у следующих гибридов F<sub>1</sub> Квирк – 93,4%, F<sub>1</sub> Кватрино – 92,8% и F<sub>1</sub> Ларино –

91,7% по сравнению с растениями, выращенными в теплице, где эти значения составляли 85,3, 86,1 и 84,5% соответственно.

В конце оборота определяли общую урожайность огурца. При использовании светодиодных облучателей и более высокой плотности посадки отмечен значительный прирост урожайности огурца в вертикальной ферме относительно растений, выращенных в теплице. Самая высокая урожайность была отмечена в вертикальной ферме у гибрида F<sub>1</sub> Ларино – 59,5 кг/м<sup>2</sup>. Наибольший выход продукции зафиксирован в вертикальной ферме у гибридов F<sub>1</sub> Квирк – 20,7 кг/м<sup>2</sup> и F<sub>1</sub> Кватрино – 34,5 кг/м<sup>2</sup>. В теплице урожайность составила у гибридов F<sub>1</sub> Квирк – 4,1 кг/м<sup>2</sup>, F<sub>1</sub> Кватрино – 7,4 кг/м<sup>2</sup>, F<sub>1</sub> Ларино – 11,33 кг/м<sup>2</sup>.

Качественный состав плодов огурца по содержанию сухого вещества, сахаров и нитратов определяли во время фазы массового плодоношения растений. При выращивании огурца в вертикальной ферме содержание сухого вещества в плодах увеличилось относительно растений в теплице. Наибольшее количество сухого вещества в плодах получено при выращивании в вертикальных фермах гибридов: F<sub>1</sub> Квирк – 6,21%, F<sub>1</sub> Кватрино – 6,28%, F<sub>1</sub> Ларино – 6,31% (табл. 2).

В составе сухого вещества огурца важное место занимают саха-

ра. Влияние светодиодного освещения способствовало накоплению большего количества сахаров в плодах по сравнению с растениями, выращенными в теплице. Наибольшее количество сахаров в плодах накапливали в вертикальной ферме гибриды F<sub>1</sub> Квирк – 1,98% и F<sub>1</sub> Кватрино – 1,94%.

Один из самых важных показателей качества овощной продукции, особенно в условиях современного овощеводства, – содержание нитратов. В плодах огурца, выращенных в условиях защищенного грунта, допустимая концентрация нитратов не превышала 400 мг/кг. Наименьшее количество нитратов отмечено в плодах гибридов, выращенных в вертикальной ферме: F<sub>1</sub> Квирк – 105 мг/кг, F<sub>1</sub> Кватрино – 102 мг/кг, F<sub>1</sub> Ларино – 104 мг/кг.

С 21 по 29 неделю проводили еженедельный подсчет урожайности плодов огурца (рис. 3). Наибольшее значение показателя урожайности за неделю получено у гибрида F<sub>1</sub> Ларино на шестой неделе в вертикальной ферме – 6,7 кг/м<sup>2</sup> и у гибрида F<sub>1</sub> Кватрино на пятой неделе в вертикальной ферме – 3,9 кг/м<sup>2</sup>, наименьшее – у гибрида F<sub>1</sub> Квирк в теплице – 0,3 кг/м<sup>2</sup>.

**Выводы**

Выращивание растений огурца в вертикальных фермах с использованием полноспектральных светодиодных облучателей и густоты посад-

**Таблица 2. Влияние условий выращивания на биохимический состав плодов огурца, 2020–2021 годы**

Показатель	F <sub>1</sub> Квирк (А)		F <sub>1</sub> Кватрино (А)		F <sub>1</sub> Ларино (А)		НСР <sub>05</sub> (А)	НСР <sub>05</sub> (В)
	Теплица (В)	Вертикальная ферма (В)	Теплица (В)	Вертикальная ферма (В)	Теплица (В)	Вертикальная ферма (В)		
Нитраты, мг/кг	115	105	113	102	110	104	2,3	1,7
Сахара, %	1,92	1,98	1,86	1,94	1,81	1,90	0,47	0,42
Сухое вещество, %	6,08	6,21	6,16	6,28	6,11	6,31	0,16	0,23

## Сократ Григорьевич Монахос



Исполнилось 40 лет известному ученому – специалисту в области селекции, генетики и биотехнологии овощных культур, доктору с. – х. наук, профессору Сократу Григорьевичу Монахосу.

В 1999 году поступил в МСХА имени К.А. Тимирязева, избрав своей специализацией селекцию и генетику на кафедре селекции овощных, плодовых и декоративных культур, прошел профессиональный путь от ассистента до заведующего кафедрой. Под руководством С.Г. Монахоса защитили выпускные работы более 70 студентов специалитета, бакалавриата и магистратуры, подготовлено 5 кандидатов наук, в том числе для зарубежных стран. С.Г. Монахос принял участие в написании 9 учебных, методических пособий и монографий, он автор 105 научных работ. Новизна результатов научно-исследовательской деятельности подтверждена 14 авторскими свидетельствами и патентами. В 2015 году удостоен звания лауреата премии правительства Российской Федерации в области науки и техники. При его активном участии организована и действует лаборатория генетики, селекции и биотехнологии овощных культур.

Сократ Григорьевич сотрудничает в образовательной и научной работе с профильными вузами, факультетами, НИИ и производственными предприятиями как внутри страны, так и за рубежом.

**Коллектив кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, селекционной станции имени Н.Н. Тимофеева, многочисленные коллеги, друзья, компания «Поиск», редакция журнала «Картофель и овощи» сердечно поздравляют Сократа Григорьевича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и научных успехов!**



Рис. 3. Динамика поступления продукции огурца в неделю, 2020–2021 годы

ки 11,4 раст/м<sup>2</sup> способствует увеличению общей урожайности огурца в сравнении с остекленной теплицей. При выращивании огурца в условиях вертикальной фермы в плодах огурца накапливалось меньшее количество нитратов (102–105 мг/кг), отмечено более высокое количество содер-

жания сахаров (1,90–1,98%) и сухого вещества (6,21–6,28%) по сравнению с плодами, полученными при выращивании в теплице. Перспективно дальнейшее изучение выращивания культуры огурца в вертикальных фермах с использованием светодиодов.

### Библиографический список

1. Мешков А.В., Терехова В.И., Константинович А.В. Практикум по овощеводству: учебное пособие. СПб.: Лань, 2017. 292 с.
2. Цыдендамбаев А.Д. Тепличный дайджест: физиология растений и микроклимат (дайджест журнала «Мир теплиц»). М.: Тепличный сервис, 2015. 291 с.
3. Чистякова Л.А., Бакланова О.В., Константинович А.В. Способы выращивания гибридов огурца // Картофель и овощи. 2016. №8. С. 15–16.
4. Световой режим и продуктивность тепличной культуры огурца при использовании дополнительных источников освещения в междурядьях / Е.Е. Григорай, И.В. Далькэ, Г.Н. Табаленкова, Т.К. Головки // Гавриш. 2012. №3. С. 10.
5. Ebrahimpour Z., Sharabiani E., Taghinezhad E. Modeling of energy consumption of cucumber greenhouses using artificial neural network and ANFIS // Emirates Journal for Engineering Research. 2019. Vol. 24. Iss. 4. Pp. 1–10.
6. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ВНИИО, 2011. 648 с.

### References

1. Meshkov A.V., Terehova V.I., Konstantinovich A.V. Workshop on vegetable growing: textbook. St. Petersburg. Lan. 2017. 292 p. (In Russ.).
2. Cydenambaev A.D. Greenhouse digest: Plant physiology and microclimate (digest of the «World of greenhouses» magazine). Moscow. Greenhouse service. 2015. 291 p. (In Russ.).
3. Chistjakova L.A., Baklanova O.V., Konstantinovich A.V. Methods of growing cucumber hybrids. Potato and vegetables. 2016. No 8. Pp. 15–16 (In Russ.).
4. Light regime and productivity of a greenhouse culture of a cucumber when using additional sources of illumination in the aisles. E.E. Grigoraj, I.V. Dal'kje, G.N. Tabalenkova, T.K. Golovko. Gavrish. Moscow. 2012. No3. P. 10 (In Russ.).
5. Ebrahimpour Z., Sharabiani E., Taghinezhad E. Modeling of energy consumption of cucumber greenhouses using artificial neural network and ANFIS. Emirates Journal for Engineering Research. 2019. Vol. 24. Iss. 4. Pp. 1–10.
6. Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. Moscow. VNIIO. 2011. 648 p. (In Russ.).

### Об авторах

Константинович Анастасия Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры овощеводства. E-mail: konstantinovich@rgau-msha.ru  
Суходолов Илья Андреевич, аспирант кафедры овощеводства. E-mail: gotem1996@mail.ru  
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

### Author details

Konstantinovich A.V., Cand. Sci. (Agr.), associate professor of the Department of Vegetable Growing. E-mail: konstantinovich@rgau-msha.ru  
Sukhodolov I.A., post-graduate student of the Department of Vegetable Growing. E-mail: gotem1996@mail.ru  
RSAU – MTAA after K.A. Timiryazev