

**ТЕСТИРОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА  
ООО «АРЛАЙТ И К» НА РАСТЕНИЯХ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОЙ *VACCINIUM  
CORYMBOSUM L. IN VITRO***

**М.П. Федоренко, Д.В. Карпик, А.А. Лозицкая, К.О. Лахина**

Полесский государственный университет,  
fedorenko.m@polessu.by, karpik.dim@gmail.com, lakhina.k@polessu.by

**Аннотация.** В данной статье приведен сравнительный анализ роста растений голубики высокой, размножаемых методом клонального размножения в условиях светодиодного излучения разного спектрального состава и интенсивности излучения.

**Ключевые слова:** голубика высокая, светодиоды, светодиодные светильники, светодиодное освещение, спектр излучения, интенсивность излучения, микроклональное размножение.

Одним из важных средообразующих факторов в процессе клонального размножения растений *in vitro* в условиях лабораторий является свет, несмотря на частично гетеротрофный способ питания растений *in vitro*, свет контролирует практически все физиолого-биохимические процессы растительного организма [1]. Выращивание растений в условиях лабораторий, требует выбора современных и энергоэффективных источников освещения, в последнее десятилетие такими стали светодиоды. Несмотря на широкий выбор, представленных на сегодняшний день на рынке светодиодных светильников многие из них не отвечают заявленным техническим характеристикам или имеют особенности, не удовлетворяющие требованиям использования их на многоярусных стеллажных конструкциях [2, 3]. Кроме того, в литературе имеются ограниченные сведения о том, какой должна быть интенсивность излучения для растений-регенерантов *in vitro*, какое количество фотонов должно быть на поверхности или внутри сосуда для культивирования. Перед сотрудниками лабораторий стоит нелегкий выбор источников освещения на длительную перспективу, оптимальной мощности и спектрального состава, положительно влияющего на показатели роста растений и при этом применимые в условиях многоярусных стеллажных конструкций.

Целью данной работы было получение экспериментальных данных о влиянии излучения разного спектрального состава и интенсивности на рост растений-регенерантов голубики высокой *in vitro*.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2023 году, на базе отраслевой лаборатории ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве УО «Полесский государственный университет». В качестве объекта исследований использовали размножаемые в культуре *in vitro* растения-регенеранты голубики высокой *Vaccinium corymbosum L.* сорта Duke. Микрочеренки, культивировали в стеклянных банках объемом 250 мл со стерильной агаризованной питательной средой определенного состава. В каждую банку высаживали по 50 побегов и размещали на полках стеллажей с источниками света. В качестве источников света в настоящей работе использовали четыре типа линейных светодиодных светильника, излучающих свет спектральных диапазонов видимого спектра (400–800 нм) с различным соотношением между ними. В качестве контрольного варианта использовали стандартные недорогие пластиковые светодиодные трубки со светодиодной лентой внутри, которые монтировались в светильники взамен люминесцентных ламп, имели спектральный состав, рекомендуемый для офисного освещения. В качестве опытных вариантов освещения были использованы линейные светодиодные светильники серии ДДП трех спектров (спектр 01, спектр 02, спектр 03), которые были предоставлены компанией ООО «Арлайт и К» (г. Брест, Республика Беларусь) для проведения исследований в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с УО «Полесский государственный университет». Данные опытные светодиодные светильники разрабатывались совместно сотрудниками двух организаций, и имеют облегченную конструкцию, легкую и быструю систему крепления, оснащены регулятором интенсивности излучения, и предлагаются для использования при выращивании различных растений на многоярусных стеллажных конструкциях.

После размещения банок с растительным материалом на полках устанавливали интенсивность излучения на уровне стеклянной поверхности банки в пределах 20–25 мкмоль/м<sup>2</sup>·с, при фотопериоде 16/8.

Характеристики вариантов освещения используемых в опыте представлены в таблице 1. Спектр используемых в опыте светильников был подобран таким образом, чтобы соотношение красного диапазона спектра к синему было различным, при этом сохраняя зелено-желтую область спектра (500-599 нм) в количестве 22–48%. Так, соотношение красного к синему в контрольном варианте было 2:1, в варианте спектр 01 – 3:1, в варианте спектр 02 – 4:1, в варианте спектр 03 – 2:0. При этом во всех опытных вариантах пики излучения в синей области спектра приходились на 450-460 нм и 650-660 нм в красной области спектра, что соответствует пикам поглощения хлорофилла. Таким образом, к контрольному варианту был максимально близок спектр 03, отличия заключались лишь в пиках излучения в оранжево-красной области спектра. Спектр 01 и 03, были достаточно близки друг другу, по количественному соотношению диапазонов спектра, но отличались от двух других примерно в 1,5 раза увеличенной долей оранжево-красной области спектра которое произошло за счет уменьшения зелено-желтой области спектра. Контрольный вариант вместе с вариантом спектр 03 отличались от спектра 01 и 02 большей долей зелено-желтой и меньшей долей оранжево-красной области спектра.

Таблица – Спектральные характеристики источников освещения

Вариант освещения	Потребляемая мощность, Вт/ч	Цветовая температура, К	Индекс цвето-передачи (CRI)	Соотношение диапазонов спектра
				Красный:Синий
Контроль (светодиодный)	~36	~4000	~72	~2,0
Спектр 01 Арлайт	<20	~3400	~72	~3,0
Спектр 02 Арлайт	<20	~4000	~80	~4,0
Спектр 03 Арлайт	<20	~4400	~80	~2,0

Примечание – ППФ – плотность потока фотонов; С – фиолетово-синий диапазон спектра (300 – 499 нм); З – зелено-желтый диапазон спектра (500 – 599 нм); К – оранжево-красный диапазон спектра (600 – 699 нм); ДК – дальний красный диапазон спектра (700 – 750 нм).

Опыт проводили в трехкратной биологической повторности. По истечении определенного периода культивирования признаков: количества побегов, высоты регенеранта (рассчитывали как среднее арифметическое высоты всех его побегов), коэффициента размножения регенеранта (количество микрочеренков, получаемых при черенковании из одного растения-регенеранта для последующего размножения).

На рисунке приведены средние значения анализируемых признаков у регенерантов голубики высокой сорта Duke *in vitro* при разном спектральном составе излучения.

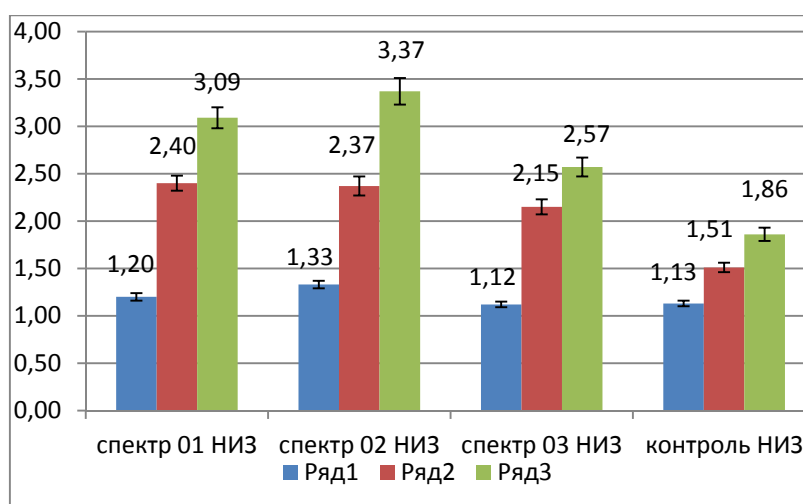


Рисунок – Изменчивость количественных признаков (среднее арифметическое ± стандартная ошибка) у регенерантов голубики высокой сорта Duke *in vitro* при разной интенсивности и спектральном составе излучения

Анализ показателя признака количества побегов у растений-регенерантов в зависимости от спектрального состава излучения установил наибольшее значение признака для спектра 02 – остальные варианты были на 11–19 % достоверно ниже (рисунок 1).

Анализ показателя высоты растения-регенеранта выявил следующее: значения признака при низкой интенсивности излучения у спектра 01 и спектра 02 были максимальны и практически равны и при этом превышали на 57–59 % контрольный вариант, и на 10–11 % спектр 03 (рисунок 1).

Анализ показателя коэффициента размножения растения-регенеранта выявил следующее: максимальные значения признака при низкой интенсивности излучения зафиксированы у спектра 01 (3,09) и спектра 02 (3,37), достоверных различий между данными значениями не выявили. При этом значение спектра 02 достоверно превышали на 81 % контроль, и на 31 % спектр 03; значение спектра 01 достоверно превышали на 69 % контроль, и на 20 % спектр 03 (рисунок 1).

Таким образом, применение светодиодных светильников вариантов спектр 01 и 02 при интенсивности излучения 20–25 микромоль/м<sup>2</sup>·с производства ООО «Арлайт и К» с заданными параметрами позволяет получать большее количество черенков голубики высокой сорта Duke для последующего размножения *in vitro*, при этом потребляя ориентировочно в 1,8 раза меньше электроэнергии чем контрольный образец.

### **Список использованных источников**

1. Конев, С.В. Фотобиология / С.В. Конев, И.Д. Волотовский // Минск : Изд. БГУ, 1979. – 384 с.
2. Бахарев, И. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспектива / И. Бахарев, А. Прокофьев, А. Туркин, А. Яковлев / Современные технологии автоматизации. – 2010. – № 2. – С. 76-82.
3. Robert C. Morrow LED lighting in horticulture / Robert C. Morrow // HortScience. – 2008. – Vol. 43(7). – P. 1947–1950.