

2. Гематологические показатели мясо-шёрстных овец / Б.Б. Траисов, К.Г. Есенгалиев, А.К. Бозымова, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3 (35). С. 124-125.
3. Качество мышечной ткани молодняка овец южноуральской породы / В.И. Косилов, П.Н. Шкилев, И.Р. Газеев, Е.А. Никонова // Овцы, козы, шерстяное дело. 2010. № 3. С. 66-69.
4. Укбаев Х.И., Касимова Г.В., Косилов В.И. Рост и развитие молодняка овец атырауской породы разных окрасок // Овцы, козы, шерстяное дело. 2013. № 3. С. 18-20.
5. Особенности липидного состава мышечной ткани молодняка овец основных пород, разводимых на Южном Урале // В.И. Косилов, П.Н. Шкилёв, Д.А. Андриенко, Е.А. Никонова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (39). С. 93-95.
6. Особенности весового роста молодняка овец основных пород Южного Урала / В.И. Косилов, П.Н. Шкилев, Е.А. Никонова, Д.А. Андриенко, И.Р. Газеев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. №1 (29) С. 93-97.
7. Шкилев П.Н., Никонова Е.А. Динамика весового роста мышц и костей молодняка овец в зависимости от их возраста, пола и физиологического состояния // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 1 (21). С. 91-92.
8. Особенности формирования убойных качеств молодняка овец разного направления продуктивности / В.И. Косилов, П.Н. Шкилев, Е.А. Никонова, Д.А. Андриенко, И.Р. Газеев // Овцы, козы, шерстяное дело. 2011. № 1. С. 19-21.

УДК: 635.5:581.1.085

## **ПОЛУЧЕНИЕ ЛИСТОВОГО САЛАТА ПРИ РАЗЛИЧНОМ СВЕТОДИОДНОМ ОСВЕЩЕНИИ**

**Т.В. Никонович<sup>1</sup>, М.О. Моисеева<sup>2</sup>, В.И. Цвирко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>УО Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Горки, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УО Витебская государственная академия ветеринарной медицины,  
г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Государственное предприятие «ЦСОТ НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований влияния спектрального состава света на развитие растений листового салата. Для получения растений салата с высоким содержанием сухого вещества, витамина С, растворимых углеводов и хлорофилла рекомендуется применение светодиодных све-

тильников со спектральным соотношением красный/синий 13,2-20,7, при которых качественные показатели растений были на уровне или выше контроля.

**Ключевые слова:** листовой салат, светодиодное освещение, спектр света.

## GETTING SHEET SALAD AT VARIOUS LED LIGHTING

T.V. Nikonovich<sup>1</sup>, M.O. Moiseeva<sup>2</sup>, V.I. Zvirko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Establishment of education «Belarusian State Agricultural Academy», Gorki, Belarus

<sup>2</sup>Establishment of education «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine»,  
Vitebsk, Belarus

<sup>3</sup>State Enterprise «COSOT of the NAS of Belarus», Minsk, Belarus

**Abstract.** The article presents the results of studies of the influence of the spectral composition of light on the development of leaf lettuce plants. For the production of salad plants with a high content of dry matter, vitamin C, soluble carbohydrates and chlorophyll, it is recommended to use LED luminaires with a spectral ratio of red / blue 13,2-20,7, at which the quality indicators of plants were at or above the control level.

**Key words:** leaf salad, LED lighting, spectrum of light.

Салат – наиболее скороспелое овощное растение. В настоящее время выращивается большое количество разновидностей салата: салат айсберг, салат-латук, салат лоло-россо, фриссе, дуболистный салат, салат батавия и салат ромен. Всё большую популярность набирают различные типы салата и листовой зелени, которые убираются на очень ранней стадии, так называемые мелколистковые салаты (baby leaf). Бэби-салаты официально не считаются отдельным сортоотипом. К ним можно отнести срезочные салаты, образующие приземистые розетки с некрупными маслянистыми или хрустящими, у некоторых сортов сильно рассеченными листьями [4].

Оптимизация процесса развития растений находится в зависимости от уровня освещенности и длительности светового периода, а также от спектра искусственного источника света. При правильно подобранных параметрах источника света уменьшается срок созревания и увеличивается уровень производительности выбранной технологии, значительно улучшается качество продукции [1, 2, 3].

Исследования выполнялись в условиях биотехнологической лаборатории кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Семена салата высевались в стаканчики 10x10 см, заполненные ионообменным субстратом Триона. Полив осуществлялся специально приготовленной водопроводной водой. Температура культивирования составляла +24 °С, фотопериод 16 часов. В качестве источников света применялись светодиодные осветители, с различным спек-

тральным распределением излучения в диапазоне 380-780 нм и цветовой температурой от 2400 до 6500К. Всего 11 вариантов освещения (варианты 11–21). Варианты 12–21 – это светодиодные светильники с отношением ППФ (плотность потока фотонов в диапазоне 400-700 нм) оранжево-красной полосы (607-694 нм) к ППФ синей полосы (400-495 нм) варьировалось от 1 до 20. При этом доля ППФ в диапазоне 580-607 нм (желтый) составляла от 13 до 22%, а доля фотонов в диапазоне 495-580 нм (зеленый) – от 18 до 38%. Вариант 11 – это светодиодный светильник, в качестве основных источников света, содержащий два типа светодиодов: синий, красный и дополнительный – зеленый. Доля зеленого света около 2% от ППФ в диапазоне ФАР. Контрольным источником света были люминесцентные лампы с цветовой температурой 5700К (вариант 22).

В качестве объектов исследований использовались сорта листового салата с различными морфобиологическими признаками: Бионда Триест, Дубовый лист красный, Московский парниковый, Одесский кучерявый.

В растениях салата определялось содержание: сухих веществ – по ГОСТ 27548-97; аскорбиновой кислоты (витамин С) – методом Мурри со ссылкой на ГОСТ 24556-89; растворимых углеводов (сахаров) – по ГОСТ 26176-91 (метод Бертрана); хлорофилла – фотометрическим методом со ссылкой на ГОСТ 21802-84; нитратов – МУ 5048-89 извлечением 1% раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением концентрации в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода на нитратомере типа рNO3-07.

Сравнительное исследование биометрических показателей и биохимического состава растений выявило широкие диапазоны варьирования их характеристик по сортам при различных светодиодных осветителях. Так, при 17 и 18 вариантах освещения с оптимизированным соотношением красного и синего спектра, а также при контрольном люминесцентном освещении, скорость роста, оцениваемая по формированию надземной биомассы (масса 1 растения, высота растения), оказалась наибольшей. Эти же варианты светодиодных светильников способствовали формированию растений с большей листовой пластинкой. Максимальная площадь листовой пластинки была сформирована растениями сорта Дубовый лист красный и составила 79,5 см<sup>2</sup>. Минимальная листовая пластинка определена у трех сортов при 12 варианте освещения с высоким уровнем потока фотонов (73,0) из диапазона фотосинтетически активной радиации (ФАР).

На основании результатов биохимических исследований тестируемых сортов было выявлено максимальное содержание сухого вещества у растений сорта Бионда Триест при 21 и 12 вариантах освещения, у сорта Дубовый лист красный при 20 и 21 вариантах освещения, у сорта Московский парниковый также при 20 и 21 вариантах освещения, а у сорта Одесский кучерявый салата листового при 20 и 12 вариантах освещения. Условиями освещения, увеличивающими содержание сухого вещества у четырех сортов салата, были 12, 21 и 20 варианты, которые имели уровень потока фотонов 67,9-73,0. Образцы, полученные при данном освещении, содержали в 3-4 раза больше сухого вещества в

сравнении с контрольным светильником. При 16 варианте освещения с соотношением красного и синего спектра 6,9 у растений наблюдалось стабильно высокое по сортам (более 20%) накопление сухого вещества. Анализ содержания витамина С в образцах салата показал максимальные значения по сортам при 16, 15, 14, 22, 21 и 20 вариантах. Полученные данные свидетельствуют, что светодиодное освещение не снижает качество получаемой продукции, а в некоторых вариантах (15 и 16 варианты) способствует еще более высокому накоплению витамина С в листьях салата по сравнению с контрольным источником света. Анализ растворимых углеводов показал большую разницу их содержания в растениях, выращенных при различных вариантах освещения. Этот показатель изменялся в широких пределах от 0,6% до 11%, в зависимости от спектра света и конкретного сорта. Максимальный и стабильный показатель по сортам выявлен при 21 и 20 вариантах освещения и составил 8,3–10,2% и 8,8–11% соответственно.

Оценка содержания хлорофилла в полученных образцах показала значительную вариабельность признака по вариантам освещения и между исследуемыми сортами салата. Максимальные значения хлорофилла выявлены при 21 и 20 вариантах освещения с преобладанием красного и незначительным присутствием зеленого спектра в общем диапазоне.

Проведенное определение нитратов в анализируемых образцах листового салата показало, что для получения растений с низким содержанием нитратов рекомендуется применение светодиодного светильника с уровнем потока фотонов не менее 74 мкмоль/с, при котором в растениях выявлено минимальное количество нитратов для большинства исследуемых сортов.

Таким образом, при возделывании листового салата рекомендуется применение светодиодных светильников, поскольку они обладают значительно меньшим энергопотреблением, чем люминесцентные лампы, и обеспечивают возможность получать экологически чистую продукцию.

#### **Список литературы**

1. Моисеева М.О., Никонович Т.В., Цвирко В.И. Оценка состояния растений-регенерантов лилии Мартагон, полученных при различном светодиодном освещении // Лесная наука, молодежь, будущее: материалы международной школы-конференции молодых ученых. Гомель, 2017. С. 202-206.
2. Никонович Т.В., Моисеева М.О., Шпак М.Ю. Влияние спектрального состава света на процесс регенерации Лилии мартагон в культуре *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство России»: сборник научных работ. Москва, 2012. Т. XXXIII. С. 387-395.
3. Никонович Т.В., Левый А.В., Французенок В.В. Влияние спектрального состава света на рост и развитие растений-регенерантов винограда в период адаптации к условиям *in vitro* // Вестник БГСХУ. Горки, 2012. № 2. С. 70-75.
4. Рубин А.Б. Биофизика фотосинтеза и методы экологического мониторинга // Технология живых систем. 2005. Т. 2. С. 47-68.