

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. Никонович¹, М.О. Моисеева², В.И. Цвирко³

¹УО Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь

²УО Витебская государственная академия ветеринарной медицины,
г. Витебск, Республика Беларусь

³Государственное 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. Nikonovich¹, M.O. Moiseeva², V.I. Zvirko³

¹Establishment of education «Belarusian State Agricultural Academy», Gorki, Belarus

²Establishment of education «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine»,
Vitebsk, Belarus

³State 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 см². 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.