

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СЛИВЫ НА ЭТАПЕ АДАПТАЦИИ EX VITRO

Т. П. Кобринец, Е. В. Поух, О. С. Иванова

РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция
Национальной академии наук Беларуси»

г. Пружаны, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 225133,

г. Пружаны, ул. Урбановича, 5, e-mail: elena.v.poukh@yandex.by)

Ключевые слова: спектральный состав, длина побега, количество листьев, слива, подвой, сорт, адаптация ex vitro, Беларусь.

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения влияния спектрального состава на длину побега и образование листьев районированного подвоя сливы GF 655/2 и сортов сливы домашней Венгерка белорусская, Эмпресс на этапе адаптации ex vitro. Исследования проводились в отделе плодородства РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в лабораторных условиях в период 2019-2020 гг.

На этапе адаптации ex vitro на длину побега достоверное влияние оказал спектральный состав ($P < 0,001$). При освещении спектральным составом «красный, синий, оранжевый» длина побега растений подвоя GF 655/2 была максимальной и составила $(41,2 \pm 0,23$ см). Положительное влияние спектрального состава света «красный, синий, оранжевый» отмечается и на длину побега сортов Венгерка белорусская $(36,0 \pm 6,64$ см) и Эмпресс $(33,1 \pm 10,29$ см).

На количество листьев достоверное влияние оказали спектральный состав ($P < 0,001$) и взаимодействие спектрального состава и сорта ($P < 0,01$). Установлено преимущество влияния спектрального состава света «красный, синий, оранжевый» в течение периода адаптации на способность к образованию листьев у сорта Венгерка белорусская $(37,0 \pm 3,46$ шт.).

INFLUENCE OF SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT ON DEVELOPMENT OF PLUM PLANTS DURING EX VITRO ADAPTATION

T. P. Kobrinets, A. V. Poukh, O. S. Ivanova

Brest regional agricultural experimental station of the National Academy of Science of Belarus

Pruzani, Republic of Belarus (Republic of Belarus, Pruzani, 225133, 5 Urbanovich str., e-mail: elena.v.poukh@yandex.by)

Key words: *spectral composition, shoot length, number of leaves, plum, rootstock, variety, ex vitro adaptation, Belarus.*

Summary. *The results of studying the influence of spectral composition on shoot length and leaf number of regionalized plum rootstock GF 655/2 and domestic plum varieties Vengerka belorusskaya, Empress at the stage of ex vitro adaptation are presented in the article. The studies were carried out in the fruit growing department RUE «Brest OSHOS of the National Academy of Sciences of Belarus» under laboratory conditions in the period 2019-2020.*

At the stage of ex vitro adaptation, the shoot length was significantly influenced by spectral composition ($P < 0,001$). When illuminated with the spectral composition «red, blue, orange», the shoot length of GF 655/2 plants was maximum and amounted to $(41,2 \pm 0,23$ cm). Positive effect of the spectral composition of light «red, blue, orange» is also noted on the shoot length of varieties Vengerka Belaruskaya ($36,0 \pm 6,64$ cm) and Empress ($33,1 \pm 10,29$ cm).

The number of leaves was significantly influenced by spectral composition ($P < 0,001$), and the interaction of spectral composition and variety ($P < 0,01$). The advantage of the influence of the spectral composition of light «red, blue, orange» during the period of adaptation on the ability to form leaves in the variety Vengerka Belaruskaya ($37,0 \pm 3,46$ pcs) was established.

(Поступила в редакцию 12.05.2023 г.)

Введение. Изучение спектрального состава света началось в середине 1950-х годов. Исследования по данной теме продолжаютеся и в наши дни [13]. Свет разного спектрального состава регулирует рост и развитие, фотосинтетические процессы и продуктивность растений [3, 4]. Основными и самыми эффективными лучами для растений являются синие и красные с длинами волн 660 нм и 455 нм [12]. С использованием искусственного освещения получены урожаи, в несколько раз более высокие за более короткие сроки, чем при обычном освещении [10].

Полученные данные на кафедре сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиоэкологии БГСХА свидетельствуют о значительном влиянии спектрального состава и типа используемого излучателя на растения [1]. Это позволяет подбирать необходимую часть спектра под культивируемое растение на этапах микроразмножения и укоренения

in vitro, адаптации *ex vitro*. Светодиоды могут служить дополнительными облучателями или полностью заменять традиционные источники света при выращивании растений [5, 14-16].

Поскольку этап адаптации растений, полученных в результате клонового микроразмножения, к нестерильным условиям проводится в теплицах в условиях повышенной влажности и пониженной освещенности, это может привести к развитию грибковой инфекции на поверхности субстрата и к полной или частичной гибели растений [2, 6]. Период адаптации сопровождается развитием корневой системы и формированием мощного листового аппарата, обеспечивающего нормальную транспирацию и фотосинтез. На данном этапе важна не только интенсивность освещения, но и качественный состав света [6, 7, 9].

Цель исследований – выявить влияние различного спектрального состава света на развитие растений сливы на этапе адаптации *ex vitro*.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в отделе пловодства РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в лабораторных условиях и в условиях защищенного грунта в период 2019-2020 гг. Объекты исследований – адаптируемые растения районированного подвоя сливы GF 655/2 и сортов сливы домашней Венгерка белорусская, Эмпресс.

В качестве экспериментальных источников освещения использовали фитолампы с различным спектральным составом света: лампа светодиодная белого цвета – контроль, 40 Вт; светильник светодиодный (полный спектр), 21,5 Вт; светильник светодиодный (сине-красный спектр: красный 660 нм, синий 430 нм, инфракрасный 730 нм, ультрафиолетовый 400 нм, 15 Вт; светильник светодиодный (сине-красный спектр 5 : 1: красный 650 нм, синий 450 нм, 14 Вт); фито светильник светодиодный (красный 610-650 нм, синий 450-465 нм, оранжевый 610-620 нм), 18 Вт.

Условия адаптации: освещенность – 2,5-3,5 тыс. лк, температура – от 21 до 23 °С, фотопериод – 16/8 ч. Для культивирования *ex vitro* используются горшочки объемом 1 л, грунт Двина + перлит (3 : 1) [11].

Морфологические учеты проводили по общепринятой методике [8]. Статистическую обработку проводили, используя ANOVA, однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ, критерий Дункана при $P < 0,05$ для сравнения средних величин в программе Statistica 10.0. В таблице данные представлены в виде «среднее значение ± стандартная ошибка».

Результаты исследований и их обсуждение. На этапе адаптации *ex vitro* на длину побега достоверное влияние оказал спектральный состав света ($P < 0,001$). Влияние сортовых особенностей ($P > 0,05$) и

взаимодействия спектрального состава и сорта ($P > 0,5$) не достоверно. При спектре «красный, синий, оранжевый» и «контроль» длина побега растений подвоя GF 655/2 была максимальной, с высокой степенью достоверности ($P < 0,001$) не отличалась между собой и составила $41,2 \pm 0,23$ см и $36,8 \pm 5,46$ см соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние спектрального состава на длину побега растений сливы на этапе адаптации *ex vitro*, см

Вариант	GF 655/2	Венгерка бело- русская	Эмпресс
контроль	$36,8 \pm 5,46b$	$28,3 \pm 0,26abce$	$28,0 \pm 4,33abce$
красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет	$20,8 \pm 2,88cde$	$13,9 \pm 0,87d$	$16,5 \pm 1,75de$
красный, синий	$22,7 \pm 0,66acde$	$18,4 \pm 1,17de$	$21,9 \pm 1,39cde$
красный, синий, оранжевый	$41,2 \pm 0,23b$	$36,0 \pm 6,64ab$	$33,1 \pm 10,29abc$

Примечание – Одинаковое буквенное значение в столбцах означает недостоверность различий между средними значениями при $P < 0,05$ (критерий Дункана)

Положительное влияние спектрального состава «красный, синий, оранжевый» отмечается и на длину побега сортов Венгерка белорусская ($36,0 \pm 6,64$ см) и Эмпресс ($33,1 \pm 10,29$ см). Варианты «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» и «красный, синий» значимо уступали при оценке влияния спектрального состава на длину побега растений сливы.

На количество листьев достоверное влияние оказал спектральный состав ($P < 0,001$) и взаимодействия спектрального состава и сорта ($P < 0,01$). Влияние сортовых особенностей ($P > 0,05$) не достоверно. Спектральный состав «красный, синий, оранжевый» в течение периода адаптации характеризовался наибольшей способностью к образованию листьев. У растений подвоя GF 655/2 их количество составило $22,7 \pm 0,88$ шт. и было достоверно ниже варианта «контроль» (таблица 2). Растения сорта Венгерка белорусская по количеству листьев ($37,0 \pm 3,46$ шт.) статистически значимо отличались от всех значений, за исключением растений подвоя GF 655/2 ($33,7 \pm 4,91$). Значения количества листьев сорта Эмпресс ($27,3 \pm 3,53$ шт.) в варианте «красный, синий, оранжевый» статистически не отличались от растений сорта Венгерка белорусская ($29,00 \pm 0,58$ шт.) под влиянием спектрального состава «контроль».

Таблица 2 – Влияние спектрального состава на количество листьев растений сливы на этапе адаптации *ex vitro*, шт.

Вариант	GF 655/2	Венгерка бело-русская	Эмпресс
контроль	33,7 ± 4,91ab	29,0 ± 0,58be	25,0 ± 2,89de
красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет	19,0 ± 2,52cdf	21,0 ± 0,58def	12,7 ± 2,03c
красный, синий	16,0 ± 0,58cf	16,7 ± 2,03cf	23,0 ± 1,00def
красный, синий, оранжевый	22,7 ± 0,88def	37,0 ± 3,46a	27,3 ± 3,53be

Примечание – Одинаковое буквенное значение в столбцах означает недостоверность различий между средними значениями при $P < 0,05$ (критерий Дункана)

В результате проведенного однофакторного дисперсионного анализа на этапе адаптации *ex vitro* установлено, что изучаемые спектральные составы достоверно оказывали влияние ($P < 0,001$) на длину побега и количество листьев.

При использовании в качестве освещения различных светильников наибольшие средние значения длины побега растений сливы были получены при спектральном составе «красный, синий, оранжевый» (36,8) и «контроль» (31,0) (рисунок). Оба эти варианта статистически не отличались друг от друга, но достоверно отличались от вариантов «красный, синий» и «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет».

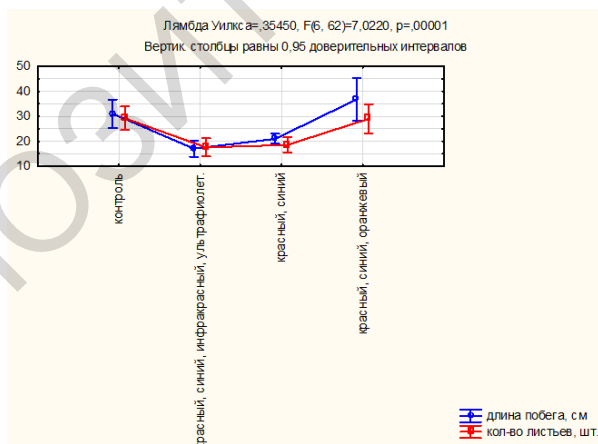


Рисунок – Средняя длина побега и количество листьев растений сливы в зависимости от спектрального состава на этапе адаптации *ex vitro*

Средние значения количества листьев в вариантах «контроль» (29,2) и «красный, синий, оранжевый» (29,0) значимо не отличались между собой, но были достоверно выше вариантов «красный, синий» и «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет».

Заключение. На этапе адаптации *ex vitro* с высокой степенью достоверности ($P < 0,001$) лучшим спектральным составом наряду с вариантом «контроль» является «красный, синий, оранжевый», который позволяет получить большую длину побега у подвоя GF 655/2 ($41,2 \pm 0,23$), у сливы Венгерка белорусская ($36,0 \pm 6,64$), Эмпресс ($33,1 \pm 10,29$). Установлено преимущество влияния спектрального состава света «красный, синий, оранжевый» в течение периода адаптации на способность к образованию листьев у сорта Венгерка белорусская ($37,0 \pm 3,46$ шт.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ сортовых различий растений-регенерантов картофеля *in vitro* при использовании светодиодных светильников / Т. В. Никонович [и др.] // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.: науч.-методич. журн. – 2018. – № 1. – С. 73-78.
2. Бородулина, И. Д. Адаптация растений-регенерантов земляники садовой сорта Московский деликатес к условиям *ex vitro* / И. Д. Бородулина, Т. В. Плаксина // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1-2. – С. 74-84.
3. Дорофеев, В. Ю. Оптимизация светового режима при культивировании оздоровленных растений картофеля *in vitro* с целью повышения продукционного процесса / В. Ю. Дорофеев, Ю. В. Медведева, Р. А. Карначук // Материалы VI Московского междунар. конгресса, часть 1 (Москва, 21-25 марта, 2011 г.). – М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – С. 238-239.
4. Карначук, Р. А. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава / Р. А. Карначук, И. Ф. Головацкая // Физиология растений. – 1998. – Т. 45, № 6. – С. 925-934.
5. Курьянова, И. В. Оценка влияния различных спектров светодиодного светильника на рост и развитие овощных культур / И. В. Курьянова, С. И. Олонина // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 7 (74). – С. 35-44.
6. Кутас, Е. Н. Адаптация регенерантов интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной, регенерированных в культуре *in vitro*, к условиям *ex vitro* / Е. Н. Кутас // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы: материалы Респ. науч.-практ. конф. (17 авг. 2012 г., Минск, Беларусь). – Минск, 2012. – С. 29-35.
7. Маркова, М. Г. Влияние питательной среды и спектрального состава света на размножение земляники *in vitro* / М. Г. Маркова, Е. Н. Сомова // Аграр. наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – Т. 63, № 2. – С. 35-41.
8. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами / Всерос. научн.-исслед. ин-т селекции плодовых культур Рос. акад. с.-х. наук; ред. Е. Н. Джигалло; сост.: Е. Н. Джигалло, М. И. Джигалло, Л. В. Гольшкшина. – Орел, 2005. – 50 с.
9. Никонович, Т. В. Биотехнология в растениеводстве: курс лекций / Т. В. Никонович, А. Н. Иванистов, В. В. Французенок. – Горки: БГСХА, 2017. – 84 с.
10. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы / И. Бахарев [и др.] // СТА. – 2010. – № 2. – С. 76-82.
11. Размножение плодовых и ягодных растений в культуре *in vitro* / Н. В. Кухарчик [и др.]; под общ. ред. Н. В. Кухарчик. – Минск: «Беларуская навука», 2016. – 208 с.

12. Тертышная, Ю. В. Влияние спектрального состава света на развитие сельскохозяйственных культур / Ю. В. Тертышная, Н. С. Левина // С.-х. машины и технологии. – 2016. – № 5. – С. 24-29.
13. Тихомиров, А. А. Светокультура растений в теплицах: учеб. пособие / А. А. Тихомиров, В. П. Шарупич, Г. М. Лисовский. – Новосибирск: СО РАН, 2013. – 205 с.
14. Тихомиров, А. А. Спектральный состав света и продуктивность растений / А. А. Тихомиров, Г. М. Лисовский, Ф. Я. Сидько. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 168 с.
15. Фотосинтез и продуктивность растений базилика (*Ocimum basilicum* L.) при облучении различными источниками света / М. Н. Полякова [и др.] // С.-х. биология. – 2015. – Том 50. – № 1. – С. 124-130.
16. Фотосинтез и продуктивность растений картофеля в условиях различного спектрального облучения / Ю. Ц. Мартиросян [и др.] // С.-х. биология. – 2013. – № 1. – С. 107-112.

УДК 631.8:528.931.3

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

О. Ч. Коженевский, А. В. Свиридов, А. А. Дудук

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** озимое тритикале, микробный препарат Биопродуктин, биологическая активность.*

***Аннотация.** Обработка препаратом пожнивных остатков после уборки ячменя увеличивала интенсивность деструкции бумаги в среднем за 2 года на 5,0 %. Заделка измельченной соломы в качестве удобрения способствовало повышению целлюлазной активности почвы на 3,5-5,9 % без применения компенсирующей дозы азота и на 7,7-8,1 % при его внесении. Применение Биопродуктина повышало интенсивность разложения бумаги на 5,4-30,1 % и 0,5-7,7 % соответственно. Убыль массы льняной ткани в вариантах применения микробного препарата в среднем за два года составляла от 3,0 до 10,2 %.*

В вариантах, где вносился микробный препарат в послеуборочный период ячменя, интенсивность разложения фильтровальной бумаги составляла 27,2-52,7 %, льняной ткани – 25,0-34,3 %, что значительно превосходило показатели с вариантов, где Биопродуктин не применялся.