

На заключительном этапе исследований были проведены расчеты сохраняемости растений люцерны посевной в течение первого года жизни. Лучшие результаты сохраняемости растений люцерны получены при подсеве ее под ячмень. При подсеве люцерны под овес и горохо-овсяную смесь получены схожие результаты по ее сохраняемости при уборке покровных культур в стадиях развития зерновых 29 и 73. Более поздняя уборка покровных культур (ст. 99) вызвала снижение сохраняемости растений люцерны, посеянной под горохо-овсяную смесь, по сравнению с овсом.

Заключение. Таким образом, более благоприятные условия для развития растений люцерны посевной в первый год жизни отмечаются при раннем сроке уборки покровных культур (ст. 29 развития зерновых культур). Лучшей культурой, под покровом которой складываются оптимальные условия для формирования ценоза люцерны посевной в первый год жизни, является ячмень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шелото, А. А. Создание и рациональное использование бобово-злаковых травостоев интенсивного типа в условиях северо-востока Беларуси: рекомендации / А. А. Шелото, Б. В. Шелото, А. А. Киселев. – Горки: БГСХА, 2012. – 20 с.
2. Посыпанов, Г. С. Люцерна / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Б. Х. Жеруков // Растениеводство. – М.: КолосС, 2007. – С. 417-423.
3. Станкевич, С. И. Современные технологии заготовки кормов: рекомендации / С. И. Станкевич, С. И. Холдеев. – Горки: БГСХА, 2016. – 29 с.
4. Жолик, Г. А. Влияние покровной культуры и нормы высева люцерны посевной на её продуктивность / Г. А. Жолик, Н. П. Власюк // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: Т. 42 / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 49-54.

УДК 634.222;631.533

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПЕКТРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПОДВОЕВ И СОРТОВ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ НА ЭТАПЕ УКОРЕНЕНИЯ IN VITRO

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

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: спектр света, укоренение, количество корней, длина корней, *in vitro*, Беларусь.

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения влияния различных спектров на показатели роста корневой системы подвоев и сортов сливы домашней на этапе укоренения *in vitro*. Представлены результаты вли-

яния сортовых особенностей, светильников с различными спектрами и двух факторов вместе на количество и длину корней. Исследования проводили в лаборатории отдела плодводства РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в период 2019-2020 гг.

Достоверное преимущество по показателю количество корней при использовании в качестве освещения светильников со спектрами «красный, синий», «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет», «красный, синий, оранжевый» отмечалось у подвоя ВПК-1. Вариант «красный, синий, оранжевый» был лучшим для подвоя GF 655/2.

Максимальная длина корней отмечена при использовании спектров «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» у корнесобственных растений сливы Венера и подвоя GF 655/2, «красный, синий, оранжевый» – у корнесобственных растений сливы Эмпресс.

Применение светильников со спектром «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» способствовало увеличению количества укоренившихся подвоев ВПК-1 (58,4 %) и корнесобственных растений сливы Венера (67,2 %), светильников со спектром «красный, синий» – укоренившихся подвоев ВПК-1 (60,5 %) и GF 655/2 (84,4 %).

INFLUENCE OF VARIOUS SPECTRA ON GROWTH INDICATORS OF THE ROOT SYSTEM OF ROOTSTOCKS AND VARIETIES OF DOMESTIC PLUM AT THE STAGE OF ROOTING IN VITRO

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

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: *light spectrum, rooting, number of roots, length of roots, in vitro, Belarus.*

Summary. *The article presents the results of studying the influence of various spectra on the growth rates of the root system of rootstocks and varieties of domestic plum at the stage of in vitro rooting. The results of the influence of varietal characteristics, lamps with different spectra and two factors together on the number and length of roots are presented. The studies were carried out in the laboratory of the fruit growing department of the RUE «Brest OSHOS of the National Academy of Sciences of Belarus» in the period 2019-2020.*

A proven advantage in terms of the number of roots when used as lighting lamps with spectra «red, blue», «red, blue, infrared, ultraviolet», «red, blue, orange» was noted in the VPK-1 rootstock, «red, blue, orange» was the best for the GF 655/2 rootstock.

The maximum length of roots was observed when using the spectra «red, blue, infrared, ultraviolet» in the own-rooted plants of the Venera plum and the rootstock GF 655/2, «red, blue, orange» – in the own-rooted plants of the Empress plum.

The use of lamps with a spectrum of «red, blue, infrared, ultraviolet» contributed to an increase in the number of rooted rootstocks VPK-1 (58,4 %) and own-rooted plants of the Venera plum (67,2 %), lamps with a spectrum of «red, blue» – rooted rootstocks VPK-1 (60,5 %) and GF 655/2 (84,4 %).

(Поступила в редакцию 01.06.2022 г.)

Введение. Одним из наиболее важных факторов роста и развития растений при их выращивании в лаборатории является достаточная освещенность лучами нужного спектра. Основными и самыми эффективными лучами для растений являются синие и красные с длинами волн 660 и 455 нм [6].

Эффективность светодиодных установок во многом обусловлена их высокой светоотдачей, отсутствием теплового и ультрафиолетового излучения, а также энергоемкостью и длительностью ресурса работы. Фитоактивная часть спектра подбирается непосредственно под культивируемое растение [7].

В результате исследований было показано, что оптимальный состав излучения имеет следующее соотношение энергий по спектру: 30 % – в синей области (380-490 нм), 20 % – в зелёной (490-590 нм) и 50 % – в красной области (600-700 нм). С использованием такого искусственного освещения получены урожаи, в несколько раз более высокие за более короткие сроки, чем при обычном освещении [1, 2].

В Барановичском государственном университете было изучено влияние света искусственных диодов различного спектрального состава света на биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой ремонтантного гибрида Мерлан. В результате чего было установлено положительное влияние синего спектра света на процесс ризогенеза как в условиях *in vitro*, так и *ex vitro* [4].

Цель исследований – выявить влияние различных спектров на показатели развития корневой системы подвоев и сортов сливы домашней на этапе укоренения *in vitro*.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в лаборатории отдела плодоводства РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в период 2019-2020 гг. Объекты исследований – микрорастения *in vitro* подвоев сливы ВПК-1, GF 655/2 и сортов сливы домашней Венгерка белорусская, Венера, Эмпресс.

Варианты опытов (фитолампы с различными спектрами): лампа светодиодная LED-T8 – контроль (освещенность – 2,5-4,5 тыс. люкс); светильник светодиодный ULI-P10/SPFR IP40 WHITE – полный спектр

(освещенность – 3,5-7,0 тыс. люкс); светильник светодиодный СПБ-Т8-ФИТО (сине-красный спектр: красный – 660 нм, синий – 430 нм, инфракрасный – 730 нм, ультрафиолетовый – 400 нм (освещенность – 2,0-3,0 тыс. люкс)); светильник светодиодный PPG T8i AGRO (сине-красный спектр 5:1: красный (650 нм), синий (450 нм) (освещенность – 2,5-3,0 тыс. люкс)); фитосветильник светодиодный ДСП 01-3х6-005-УХЛ2 БИО (красный (610-650 нм), синий (450-465 нм), оранжевый (610-620 нм)) (освещенность – 3,0-6,0 тыс. люкс).

На этапе укоренения (ризогенеза) растений *in vitro* использовалась питательная среда Мурасиге и Скуга с содержанием ИМК 0,5 мг/л, ГК 0,1 мг/л. Пробирки размером 200×21 мм с объемом питательной среды 10 мл. Температура – +21–+23 °С, фотопериод – 16/8 ч. Длительность межпересадочного периода *in vitro* 3-4 недели [5].

Морфологические учёты проводили по общепринятой методике [3]. 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. В ходе исследований было установлено, что на этапе ризогенеза на количество корней и длину корней значимое влияние оказывают сортовые особенности ($P < 0,001$), светильники с различными спектрами ($P < 0,001$) и совместное влияние двух факторов ($P < 0,001$). Достоверное преимущество по показателю количество корней при использовании в качестве освещения светильников со спектрами «красный, синий», «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет», «красный, синий, оранжевый» отмечалось у подвоя ВПК-1. Количество корней составило $12,0 \pm 2,08$ шт., $9,0 \pm 3,06$ шт. и $6,0 \pm 2,08$ шт. соответственно и значимо отличается между собой. Спектр света «красный, синий, оранжевый» был лучшим для подвоя GF 655/2 ($3,0 \pm 0,58$ шт.) и сорта Венера ($3,0 \pm 0,58$ шт.) (таблица).

Таблица – Влияние различных спектров на укоренение подвоев и сортов сливы домашней *in vitro*

Подвой / сорт	Вариант	Укоренившихся растений, %	Количество корней, шт.	Длина корней, мм
1	2	3	4	5
ВПК-1	контроль	53,2	4,7 ± 0,88cde	4,2 ± 0,44h
	полный спектр	45,5	5,0 ± 0,76cd	4,2 ± 0,44h
	красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет	58,4	9,0 ± 3,06b	3,9 ± 0,91h
	красный, синий	60,5	12,0 ± 2,08a	4,9 ± 0,92gh
	красный, синий, оранжевый	51,8	6,0 ± 2,08c	20,0 ± 5,77bcdefg
GF 655/2	контроль	80,0	2,5 ± 0,87def	10,5 ± 0,87efgh
	полный спектр	59,2	3,0 ± 0,27cdef	3,4 ± 0,32h
	красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет	64,8	3,0 ± 0,00cdef	30,0 ± 5,77bc
	красный, синий	84,4	2,2 ± 0,44def	8,3 ± 0,15fgh
	красный, синий, оранжевый	54,5	3,0 ± 0,58def	11,0 ± 0,58efgh
Венгерка белорусская	контроль	30,1	1,1 ± 0,06f	21,1 ± 5,72bcdef
	полный спектр	34,0	1,0 ± 0,00f	6,5 ± 0,29fgh
	красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет	37,4	1,0 ± 0,00f	11,0 ± 1,15efgh
	красный, синий	26,3	1,3 ± 0,07f	21,2 ± 5,26bcdef
	красный, синий, оранжевый	36,4	1,3 ± 0,09f	21,3 ± 4,06bcdef
Венера	контроль	46,6	1,3 ± 0,33f	27,2 ± 3,98bcd
	полный спектр	50,5	2,3 ± 0,60def	13,3 ± 0,35defgh
	красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет	67,2	2,0 ± 0,58def	48,3 ± 1,67a
	красный, синий	43,3	1,7 ± 0,33ef	27,3 ± 3,84bcd
	красный, синий, оранжевый	45,8	3,0 ± 0,58def	15,0 ± 12,50cdefgh
Эмпресс	контроль	24,5	1,2 ± 0,23f	15,5 ± 2,98cdefgh
	полный спектр	30,8	1,2 ± 0,23f	18,7 ± 6,27bcdefgh
	красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет	36,9	1,0 ± 0,00f	17,3 ± 3,84cdefgh
	красный, синий	28,6	1,4 ± 0,31f	24,1 ± 5,51bcde
	красный, синий, оранжевый	8,0	1,7 ± 0,33ef	33,3 ± 8,82b

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

Максимальная длина корней отмечена при использовании спектров «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» для сорта Венера ($48,3 \pm 1,67$ мм) и подвоя GF 655/2 ($30,0 \pm 5,77$ мм), «красный, синий, оранжевый» – сорта Эмпресс ($33,3 \pm 8,82$ мм).

Количество укоренившихся подвоев ВПК-1 и GF 655/2 перед высадкой на адаптацию высокое. В контрольном варианте составляет 53,2 и 80,0 % соответственно. Светильники со спектрами «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» и «красный, синий» позволили получить 58,4 и 60,5 % укоренившихся подвоев ВПК-1. Светильник со спектром «красный, синий» позволил получить укоренившихся подвоев GF 655/2 84,4 %.

Корнесобственные растения сливы домашней Венгерка белорусская, Венера и Эмпресс укореняются значительно хуже. Количество укоренившихся в зависимости от изучаемых спектров составляет от 8,0 до 67,2 %. В варианте «контроль» укоренение для сортов Венгерка белорусская, Венера и Эмпресс составляет 30,1; 46,6 и 24,5 % соответственно. Светильники со спектрами «полный спектр», «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» были лучшими и позволили получить 34,0 и 37,4 % укоренившихся растений сорта Венгерка белорусская, 50,5 и 67,2 % – сорта Венера, 30,8 и 36,9 % – сорта Эмпресс.

В результате проведенного однофакторного дисперсионного анализа на этапе ризогенеза установлено, что изучаемые спектры освещения достоверно влияли ($P < 0,05$) на количество и длину корней. Анализ количества корней при использовании в качестве освещения светильников с различными спектрами показал, что наибольшие значения были получены при использовании спектра «красный, синий» (3,7 шт.), что достоверно выше остальных вариантов (рисунок 1). Спектры «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» (3,2 шт.), «красный, синий, оранжевый» (3,0 шт.), «полный спектр» (2,5 шт.) не различаются между собой, но значимо выше контрольного варианта (2,2 шт.).

Наибольшая длина корней была получена при использовании светильника со спектром «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» (22,1 мм), что значимо лучше остальных вариантов (рисунок 2). Светильники со спектрами «красный, синий, оранжевый» (20,1 мм) и «красный, синий» (17,2 мм) не различаются между собой. Длина корней в контрольном варианте составила 15,7 мм. Наименьшие корни были получены при использовании светильника «полный спектр» (9,2 мм).

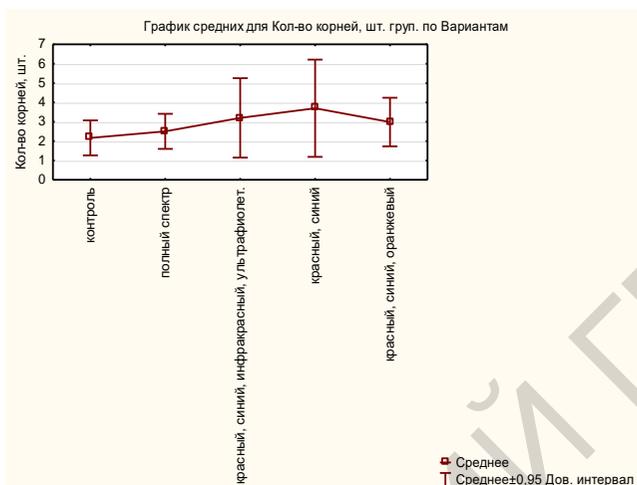


Рисунок 1 – Влияние спектров освещения на количество корней на этапе ризогенеза *in vitro* подвоев и сортов сливы домашней

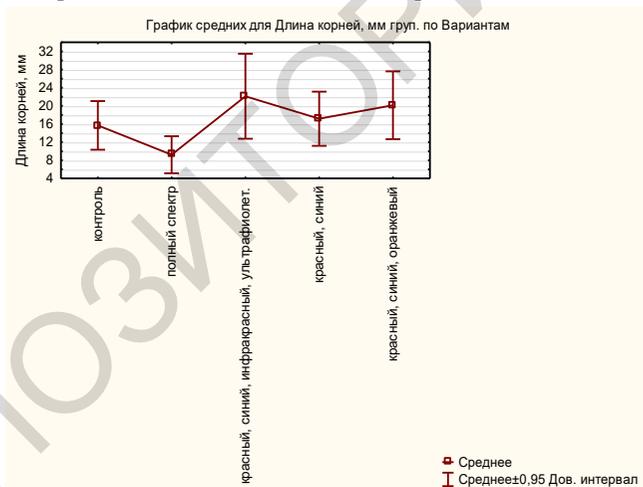


Рисунок 2 – Влияние спектров освещения на длину корней на этапе ризогенеза *in vitro* подвоев и сортов сливы домашней

Закключение. На этапе ризогенеза *in vitro* с высокой степенью достоверности ($P < 0,001$) лучшими спектрами освещения для образования корней являются спектры «красный, синий» ($12,0 \pm 2,08$), «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» ($9,0 \pm 3,06$), «красный, синий, оранжевый» ($6,0 \pm 2,08$) для подвоя ВПК-1.

Применение светильников со спектром «красный, синий, оранжевый» способствовало увеличению длины корней ($20,0 \pm 5,77$) у подвоя ВПК-1, со спектром «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» – ($30,0 \pm 5,77$) у подвоя GF 655/2.

Применение светильников со спектром «красный, синий, инфракрасный, ультрафиолет» способствовало увеличению количества укоренившихся подвоев ВПК-1 (58,4 %) и корнесобственных растений сорта Венера (67,2 %), светильников со спектром «красный, синий» – укоренившихся подвоев ВПК-1 (60,5 %) и GF 655/2 (84,4 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы / И. Бахарев [и др.] // [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <https://agroobzor.ru/rast/a-168.html> – Дата доступа: 15.12.2021 г.
2. Кунгс, Я. А. Перспективы внедрения светодиодного освещения в теплицах / Я. А. Кунгс, И. А. Угрюнов // Вестник КрасГАУ: научно-практический журнал. Серия. Технические науки. – 2015. – № 3. – С. 53-55.
3. 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. Джигадло; сост.: Е. Н. Джигадло, М. И. Джигадло, Л. В. Гольшкшина. – Орел, 2005. – 50 с.
4. Особенности адаптации меристемных растений земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. в условиях светодиодного освещения / Д. С. Мороз [и др.] // Вестник БарГУ: научно-практический журнал. Серия. Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия). – Барановичи, 2019. Вып. 7. – С. 73-82.
5. 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.
6. Тертышная, Ю. В. Влияние спектрального состава света на развитие сельскохозяйственных культур / Ю. В. Тертышная, Н. С. Левина // Сельскохозяйственные машины и технологии: научно-производственный и информационный журнал. – 2016. – № 5. – С. 24-29.
7. Шпак, М. Ю. Изучение влияния света искусственных диодов различного спектрального состава на ризогенез земляники садовой (*Fragaria × Ananassa* Duch.) в культуре in vitro / М. Ю. Шпак // Техника и технологии: инновации и качество: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 19 дек. 2017 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранов. гос. ун-т, Студен. науч. сообщество БарГУ; редкол.: В. В. Климук (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.) [и др.]. – Барановичи: БарГУ, 2017. – С. 174-175.

УДК 633.111.1 «324»

НОВЫЙ СОРТ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ МАЛИЯ

К. В. Коледа, Е. К. Живлюк

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

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, сорт, сортоиспытание.