УДК 634.7:635.037

doi: 10.30766/2072-9081.2018.63.2.35-41

Влияние питательной среды и спектрального состава света на размножение земляники *in vitro*

М.Г. Маркова, Е.Н. Сомова

Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Ижевск, Российская Федерация

Исследования проведены в 2016-2017 гг. на базе меристемной лаборатории. Объект исследований – микропобеги земляники садовой сорта Фестивальная и ремонтантной сорта Брайтон на этапах микроразмножения и укоренения. Изучались питательные среды – Мурасиге-Скуга (контроль), Мурасиге-Скуга модифицированная (микроэлементы заменены соответствующей дозой микроудобрения «Силиплант») и Боксю; светодиодные облучатели – с соотношением в спектре красного (К), синего (С) и белого (Б) света 2К:1С:1Б и 1К:1С:1Б соответственно и программируемый с меняющимся спектром, контрольным служил люминесцентный с лампами белого света. Наибольший коэффициент размножения при культивировании земляники садовой *in vitro* получен с использованием модифицированной питательной среды Мурасиге-Скуга под светодиодным облучателем 1К:1С:1Б и облучателем с меняющимся спектральным составом: 6,0 и 6,2 шт./микрочеренок соответственно. Наибольший коэффициент размножения земляники ремонтантной обеспечило культивирование на питательной среде Мурасиге-Скуга с применением светодиодного облучателя 1К:1С:1Б и облучателя с меняющимся спектральным составом: 3,5 и 3,2 шт./микрочеренок соответственно. Укоренение микропобегов земляники садовой на питательных средах Мурасиге-Скуга модифицированной и Боксю обеспечило существенное увеличение укореняемости до 100 и 97,5% соответственно. Культивирование на питательной среде Боксю увеличило укореняемость микропобегов земляники ремонтантной до 95,0%. Все светодиодные облучатели обеспечили существенное увеличение укореняемости микропобегов: по землянике садовой до 96,6-100%, по ремонтантной до 83,3-90,0%.

Ключевые слова: микроклональное размножение, микропобеги земляники садовой и ремонтантной, питательная среда, светодиодные фитооблучатели, пролиферация, укоренение

На современном этапе развития садоводства важной задачей является выращивание экономически выгодных культур, конкурентоспособных в условиях рынка и пользующихся высоким спросом. Всем этим требованиям отвечает земляника – наиболее рентабельная среди ягодных культур, на долю которой приходится свыше 70% общемирового производства ягод [1].

Ценность земляники обуславливается ее скороплодностью, высокими вкусовыми качествами, привлекательным видом и красивой окраской, а также богатым биохимическим составом, питательностью и лечебными свойствами [2].

Одной из форм совершенствования питомниководства земляники является клональное микроразмножение. Этот метод позволяет не только обеспечивать высокий коэффициент мультипликации, но и проводить оздоровление посадочного материала. Традиционно работы по повышению эффективности микроклонального размножения растений сводятся к оптимизации состава питательной среды и условий культивирования [3].

Известно, что на этапе собственно микроразмножения добиваются получения наиболь-

шего количества побегов от каждого экспланта путем последовательного субкультивирования эксплантов на свежей питательной среде. Решающее влияние на коэффициент размножения и длину микропобегов растений оказывает состав минеральной основы питательной среды [4].

В качестве минеральной основы питательных сред большинство авторов отдает предпочтение среде Мурасиге-Скуга (MS) и ее модификациям. По данным исследований А.А. Шипуновой [5], лучшими минеральными основами питательных сред для размножения земляники оказались композиции по Мурасиге-Скугу, Ли и де Фоссарду и Боксю. В результате проведенных экспериментов для массового размножения земляники выделены две минеральные основы питательных сред – Мурасиге-Скуга и Боксю [6]. Согласно ОСТ 10-067-95*, максимальное число пассажей культивирования для земляники – семь.

Одним из факторов оптимизации культивирования растений *in vitro* является также световое воздействие, которое в процессе производства безвирусного посадочного материала изучено недостаточно. В условиях *in vitro* спектральный состав света оказывает большое

*Культуры исходные стерильные из меристем плодовых и ягодных растений. Технические условия.

влияние на процессы роста, регенерации и ризогенеза растений и является одним из главных факторов их биопродуктивности [7]. В связи с этим необходимо выявить избирательную реакцию микропобегов земляники при микроклональном размножении на облучение их светом различного спектрального состава, благоприятным для роста и развития микропобегов [8, 9].

Обычно для выращивания растений используются люминесцентные (флуоресцентные) лампы, недостатками которых являются относительно небольшой срок эксплуатации и сильный нагрев при работе. Этих недостатков лишены современные светодиодные облучатели [10]. Особенность облучателей, сконструированных на светодиодах, состоит в том, что спектральный состав их световых потоков в наибольшей степени соответствует фотосинтетической активности растений (ФАР). При использовании облучателей из светодиодов растения развиваются в несколько раз быстрее и значительно экономится электроэнергия, чем под традиционными люминесцентными лампами [7].

Использование светодиодных фитоустановок, которые электро- и экологически безопасны, позволит значительно снизить расход электроэнергии на цели облучения меристемных растений. В сочетании с эффективным спектральным составом света подбор оптимальной питательной среды обеспечит увеличение коэффициента размножения и сокращение этапов клонального микроразмножения растений. Исследования по поиску оптимальной питательной среды и эффективного облучателя на основе светодиодов для культивирования земляники *in vitro* изучались впервые.

Цель исследований – изучить влияние питательной среды и спектрального состава света на пролиферацию и укоренение в микроклональном размножении земляники садовой и ремонтантной.

Материал и методы. Исследования проведены в 2016-2017 гг. на базе меристемной лаборатории Удмуртского НИИСХ с использованием современных методов биотехнологии (введение в культуру ткани, клональное микроразмножение в условиях ламинар-бокса и светокomнаты). Объект исследований - микропобеги земляники садовой сорта Фестивальная и ремонтантной сорта Брайтон на этапах пролиферации (последний пассаж) и укоренения. Микропобеги и растения культивировались при освещенности

2,5-3,0 тыс. люкс, температуре 22...25°C, относительной влажности воздуха 70-75% и 16-часовом световом дне. Работы по микроклональному размножению проведены согласно [11, 12].

Введенные в культуру ткани апексы культивировались на традиционной питательной среде Мурасиге-Скуга (MS) с содержанием 6-бензиламинопурина (6-БАП) в дозе 0,2 мг/л под люминесцентным облучателем с лампами белого света. На этапах пролиферации и укоренения земляники изучались питательные среды: MS (контроль), MS модифицированная (микроэлементы заменены соответствующей дозой микроудобрения «Силиплант») и Боксю. Меристемные растения культивировались под люминесцентным облучателем с лампами белого света (контроль), светодиодными облучателями с соотношением в спектре красного, синего и белого света 2:1:1 и 1:1:1 соответственно и программируемым облучателем с меняющимся спектром. Длина волны всех изучаемых облучателей находилась в диапазоне 380-640 нм. Ростовые параметры микрорастений измерялись линейкой, руководствуясь ОСТ 10-068-95 «Микрочеренки плодовых и ягодных культур, укорененные *in vitro*»**. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа [13].

Результаты и их обсуждение. Известно, что на этапе собственно микроразмножения или пролиферации всех культур главным является увеличение коэффициента размножения. На пролиферацию земляники садовой существенное влияние оказали как питательная среда (фактор А), так и спектральный состав (фактор В) облучателей (рис. 1).

Использование питательной среды MS модифицированной, в сравнении с контролем (3,6 шт./микрочеренок), существенно увеличило коэффициент размножения на 2,4 шт./микрочеренок под светодиодным облучателем со спектром 1К:1С:1Б и на 2,6 шт./микрочеренок под светодиодной установкой с меняющимся спектральным составом. Облучатель светодиодный 2К:1С:1Б не оказал существенного положительного влияния на пролиферацию микрочеренков на питательной среде MS модифицированной.

Коэффициент размножения земляники садовой на питательной среде Боксю находился на уровне контрольного варианта (2,7 шт./микрочеренок) под светодиодной установкой 1К:1С:1Б и составил 3,0 шт./микрочеренок. На питательной среде Боксю светодиодные облучатели 2К:1С:1Б

**Технические условия.

Рис. 1. Коэффициент размножения земляники садовой *in vitro* в зависимости от питательной среды (фактор А) и спектрального состава света (фактор В), шт./микрочеренок

и с меняющимся спектром способствовали, в сравнении с контролем, существенному увеличению коэффициента размножения земляники садовой до 4,0-4,5 шт./микрочеренок соответственно. Наибольший коэффициент размножения земляники садовой 6,2 шт./микрочеренок получен на питательной среде Мурасиге-Скуга модифицированной под светодиодным облучателем с меняющимся спектром.

Таким образом, для пролиферации земляники садовой в культуре *in vitro* наиболее эффективными оказались: питательная среда Мурасиге-Скуга модифицированная в сочетании со светодиодным облучателем спектра 1К:1С:1Б и светодиодной установкой с меняющимся спектральным составом; питательная среда Боксю совместно со светодиодными облучателями 2К:1С:1Б и с меняющимся спектром.

В отличие от земляники садовой, пролиферация земляники ремонтантной в культуре *in vitro*

проходила с меньшим коэффициентом размножения, что, вероятно, обусловлено биологическими особенностями данной культуры, имеющей по своей природе более продолжительный период вегетации в естественных условиях (рис. 2).

Отмечено, что изучаемые питательные среды, независимо от освещения, обеспечивали коэффициент размножения земляники ремонтантной на уровне контрольного (2,9 шт./микрочеренок). Имеется тенденция увеличения коэффициента размножения под светодиодным облучателем 1К:1С:1Б и облучателем с меняющимся спектром на всех питательных средах. Наибольший коэффициент размножения земляники ремонтантной 3,5 шт./микрочеренок получен на контрольной питательной среде Мурасиге-Скуга под светодиодным облучателем с соотношением в спектре красного, синего и белого света 1К:1С:1Б соответственно.

Рис. 2. Коэффициент размножения земляники ремонтантной *in vitro* в зависимости от питательной среды (фактор А) и спектрального состава света (фактор В), шт./микрочеренок

Таким образом, для пролиферации земляники ремонтантной в культуре *in vitro* наиболее эффективной оказались питательная среда Мурасиге-Скуга с применением светодиодных облучателей со спектром 1К:1С:1Б и с меняющимся спектральным составом.

Этап укоренения является завершающим в культивировании растений *in vitro*. К концу этапа большое значение имеет как листовой аппарат, так и корневая система микрорастения. Для успешного перевода из стерильных условий в нестерильные (адаптации) дисбаланс между побегом и его корневой системой нежелателен.

На укоренение земляники садовой *in vitro* существенное влияние оказали как изучаемые питательные среды, так и светодиодные облучатели (табл. 1). Независимо от освещения

укоренение микропобегов земляники садовой на питательной среде Мурасиге-Скуга модифицированной и Боксю, в сравнении с контролем (90,0%), в среднем обеспечило увеличение укореняемости до 100 и 97,5% соответственно при НСР₀₅ 4,5%.

Независимо от питательной среды наиболее эффективным оказался светодиодный облучатель с сочетанием в спектре красного, синего и белого света 1:1:1, обеспечивший укореняемость микропобегов 100% при 90,0% в контрольном варианте и НСР₀₅ 2,6%. Облучатель с сочетанием в спектре красного, синего и белого света 2:1:1 и облучатель полного спектра обеспечили укореняемость микропобегов 96,6 и 96,7% соответственно, что также достоверно выше контроля.

Таблица 1

Укореняемость микропобегов земляники садовой *in vitro* в зависимости от питательной среды и спектрального состава света, %

Питательная среда (фактор А)	Облучатель, спектральный состав света (фактор В)				Среднее по фактору А
	люминесцентный, белый свет (контроль)	светодиодный, 2К:1С:1Б	светодиодный, 1К:1С:1Б	светодиодный, с меняющимся спектром	
Среда MS (контроль)	80,0	90,0	100	90,1	90,0
Среда MS модифицированная	100	100	100	100	100
Среда Боксю	90,0	100	100	100	97,5
Среднее по фактору В	90,0	96,6	100	96,7	

НСР₀₅ частных различий 9,0; НСР₀₅ по фактору А 4,5; НСР₀₅ по фактору В 2,6

На укоренение земляники ремонтантной *in vitro* существенное влияние оказали все изучаемые светодиодные облучатели и питательная среда Боксю (табл. 2). Независимо от питательной среды облучатель с сочетанием в спектре красного, синего и белого света 2:1:1 и облучатель с меняющимся спектром обеспе-

чили в среднем укореняемость микропобегов ремонтантной земляники в 90,0%, что значительно выше контроля (76,7%) при НСР₀₅ 4,9%. Облучатель с сочетанием в спектре красного, синего и белого света 1:1:1 также достоверно увеличил укореняемость микропобегов земляники ремонтантной до 83,3%.

Таблица 2

Укореняемость микропобегов земляники ремонтантной *in vitro* в зависимости от питательной среды и спектрального состава света, %

Питательная среда (фактор А)	Облучатель, спектральный состав света (фактор В)				Среднее по фактору А
	люминесцентный, белый свет (контроль)	светодиодный, 2К:1С:1Б	светодиодный, 1К:1С:1Б	светодиодный, с меняющимся спектром	
Среда MS (контроль)	75,0	90,0	80,0	90,0	83,7
Среда MS модифицированная	65,0	80,0	80,0	80,0	76,2
Среда Боксю	90,0	100	90,0	100	95,0
Среднее по фактору В	76,7	90,0	83,3	90,0	

НСР₀₅ частных различий 17,1; НСР₀₅ по фактору А 8,5; НСР₀₅ по фактору В 4,9

Независимо от освещения питательная среда Боксю оказалась наиболее эффективной для укоренения микропобегов земляники ремонтантной: укореняемость составила 95,0% при 83,7% в контроле и НСР₀₅ 8,5%. Укореняемость микропобегов земляники ремонтантной на питательной среде MS модифицированной составила 76,2%, что ниже контрольного показателя, но несущественно.

Через 20 дней укореняемость микропобегов ремонтантной земляники 100% обеспечила питательная среда Боксю с использованием светодиодного облучателя 2К:1С:1Б и облучателя с меняющимся спектром.

В микроклональном размножении земляники высота микрорастений не является самоцелью, так как на этапе адаптации всегда предпочтительнее невысокие экземпляры. Все светодиодные облучатели, в сравнении с контрольным люминесцентным (25 мм), способствовали формированию микрорастений высотой 21 мм. Питательная среда не оказала существенного влияния на высоту микрорастений земляники садовой, которая была на уровне контрольной и составила 21-22 мм. К концу этапа укоренения все микрорастения по высоте были кондиционными (высота розеток не менее 20 мм).

Изучаемые питательные среды, в сравнении с контрольной, способствовали образованию большого количества корней (10 шт. и более) у микропобегов земляники садовой и ремонтантной. К концу этапа укоренения все микрорастения земляники как садовой, так и ремонтантной соответствовали ОСТ 10 068-95.

Выводы. Таким образом, на этапе клонального микроразмножения земляники садовой наибольший коэффициент размножения обеспечило культивирование микропобегов на питательной среде Мурасиге-Скуга модифицированной под светодиодными облучателями 1К:1С:1Б и с меняющимся спектральным составом, а также на питательной среде Боксю в сочетании со светодиодными облучателями 2К:1С:1Б и с меняющимся спектром.

Наибольший коэффициент размножения земляники ремонтантной в культуре *in vitro* обеспечило культивирование микропобегов на питательной среде Мурасиге-Скуга с применением светодиодных облучателей 1К:1С:1Б и с меняющимся спектральным составом.

Укоренение микропобегов земляники садовой на питательной среде Мурасиге-Скуга

модифицированной и Боксю обеспечило существенное увеличение укореняемости до 100 и 97,5% соответственно. Для укоренения земляники ремонтантной наиболее эффективной оказалась питательная среда Боксю, увеличившая укореняемость микропобегов до 95,0%. Все светодиодные облучатели обеспечили существенное увеличение укореняемости микропобегов: по землянике садовой – до 96,6-100%, по ремонтантной – до 83,3-90,0%.

Список литературы

1. Куликов И.М., Минаков И.А. Развитие садоводства в России: тенденции, проблемы, перспективы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 1 (56). С. 9-15.
2. Косолапова Г.Н., Сокерина Н.Н., Пономарь Н.И., Панькова О.А., Несмелова Н.П. Земляника садовая в северных условиях возделывания. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015. 104 с.
3. Мацнева О.В., Ташматова Л.В., Орлова Н.Ю., Шахов В.В. Микроклональное размножение земляники садовой // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2017. Т.4. № 1-2. С. 93-96.
4. Сковородников Д.Н., Леонова Н.В., Андропова Н.В. Влияние состава питательной среды на эффективность размножения земляники садовой *in vitro* // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2013. Т. 40. № 1. С. 89-92.
5. Шипунова А.А. Клональное микроразмножение плодовых и декоративных культур в условиях промышленного производства // Биотехнология как инструмент сохранения разнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты): материалы VII Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 30-летию отдела биотехнологии растений Никитского ботанического сада. Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2016. С. 138-139.
6. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г., Большин Р.Г. Использование прогрессивных электротехнологий электрооблучения меристемных растений // Биотехнология. Взгляд в будущее: материалы IV Междунар. научной интернет-конф., 24-25 апреля 2015 года. Казань, 2015. С. 52-56.
7. Маркова М.Г., Несмелова Н.П., Сомова Е.Н. Использование светодиодных облучательных установок в клональном микроразмножении ягодных кустарников // Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – основа ведения растениеводства в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практ. конф. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. С. 141-145.
8. Высоцкий В.А. Спектральный состав света как регуляторный фактор при клональном микроразмножении ягодных растений // Плодоводство и ягодоводство России: сб. научн. работ. М.: ВСТИСП, 2016. Т. XXXIV. С. 126-130.

9. Моргунов Д.Н., Васильев С.И. Анализ характеристик светодиодных источников света // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 6 (62). С. 75-77.

10. Кондратьева Н.П., Корепанов Р.И., Ильясов И.Р., Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Результаты опытов по выращиванию меристемных растений под светодиодной фитоустановкой с меняющимся спектральным составом излучения // Агротехника и энергообеспечение. 2017. Т.1. № 1 (14). С. 5-6.

11. Кашин В.И., Борисова А.А., Приходько Ю.Н., Суркова О.Ю., Упадышев М.Т. Технологический процесс получения безвирусного посадочного материала плодовых и ягодных культур: методические указания. М.: ВСТИСП, 2001. 109 с.

12. Калинин Ф.Л., Кушнир Г.П., Сарнацкая В.В. Технология микроклонального размножения растений. Киев: Наук. Думка, 1992. 232 с.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.

Сведения об авторах:

Маркова Марина Геннадьевна, научный сотрудник, Сомова Елена Николаевна, старший научный сотрудник Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ул. Ленина, 1, с. Первомайский, Завьяловский р-он, г. Ижевск, Удмуртская Республика, Российская Федерация, 427007, e-mail:ugniish-nauka@yandex.ru

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2018. Vol. 63, no. 2, pp. 35-41.

doi: 10.30766/2072-9081.2018.63.2.35-41

Influence of the nutrient medium and the spectral composition of light on the reproduction of strawberry *in vitro*

M.G. Markova, E.N. Somova

Udmurt Research Institute of Agriculture - Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russian Federation

The research was conducted in 2016-2017 on the basis of a meristem laboratory. Object of the research is the micro-shoots of garden strawberry the Festival variety and remontant strawberry the Brighton variety at the stages of micropropagation and rooting. The following nutrient media were studied: Murashige and Skoog (control), Murashige and Skoog modified (microelements were replaced with a corresponding dose of microfertilizer "Siliplant") and Boxyu; LED irradiators - with a ratio in the spectrum of red, blue and white light R2: B1:W1 and R1: B1: W1, respectively, and a programmable one with a changing spectrum. A luminescent lamp with white light served as the control. The highest rate of reproduction in the cultivation of garden strawberry *in vitro* was obtained using the Murashige and Skoog culture medium under a LED irradiator with a R1: B1: W1 combination of red, blue and white light and the irradiator with a changing spectral composition: 6.0 and 6.2 pieces/microcutting, respectively. The highest reproduction factor of remontant strawberry was provided by cultivation on the Murashige and Skoog nutrient medium using the LED light irradiator in ratio of red, blue and white as R1:B1:W1 and the irradiator with a changing spectral composition: 3.5 and 3.2 pieces / microcutting, respectively. A rooting of micro-shoots of garden strawberry on the modified Murashige and Skoog nutrient medium and Boxyu provided a significant increase in rooting ability to 100% and 97.5%, respectively. Cultivation on the Boxyu nutrient medium has increased the rooting ability of micro-shoots of remontant strawberry to 95.0%. All the LED irradiators provided a significant increase in the rooting ability of micro-shoots: for garden strawberries - up to 96.6-100%, for remontant - up to 83.3-90.0%.

Key words: *microclonal propagation, micro-shoots of garden and remontant strawberry, nutrient medium, LED phyto- irradiators, proliferation, rooting*

References

1. Kulikov I.M., Minakov I.A. *Razvitie sadovodstva v Rossii: tendentsii, problemy, perspektivy*. [Development of gardening in Russia: trends, problems, prospects]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2017. no. 1 (56). pp. 9-15.

2. Kosolapova G.N., Sokerina N.N., Ponomar' N.I., Pan'kova O.A., Nesmelova N.P. *Zemlyanika sadovaya v severnykh usloviyakh vozdeleyaniya*. [Garden strawberry in northern conditions of cultivation]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2015. 104 p.

3. Matsneva O.V., Tashmatova L.V., Orlova N.Yu., Shakhov V.V. *Mikroklonal'noe razmnzhenie zemlyaniki sadovoy*. [Microclonal propagation of garden strawberry]. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur*. 2017. Vol.4. no. 1-2. pp.93-96.

4. Skovorodnikov D.N., Leonova N.V., Andronova N.V. *Vliyanie so-stava pitatel'noy sredy na effektivnost' razmnzheniya zemlyaniki sadovoy in vitro*. [Influence of nutrient medium composition on the efficiency of propagation of garden strawberry *in vitro*]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. Vol. 40. no. 1. pp. 89-92.

5. Shipunova A.A. *Klonal'noe mikrorazmnozhenie plodovykh i dekorativnykh kul'tur v usloviyakh promyshlennogo proizvodstva*. [Clonal micropropagation of fruit and decorative crops in industrial production conditions]. *Biotehnologiya kak instrument sokhraneniya raznoobraziya rastitel'nogo mira (fiziologo-biokhimiicheskie, embriologicheskie, geneticheskie i pravovye aspekty): materialy VII Mezhdunar. nauchno-prakt. konf., posvyashch. 30-letiyu otzela biotehnologii rasteniy Nikitskogo botanicheskogo sada*. [Biotechnology as an instrument for conservation of flora variety (physiological and biochemical, embryological, genetic and legal aspects): Proceedings of the VII International scientific and practical conference dedicated to the 30th anniversary of the Biotechnology Department of Nikitsky Botanical Garden]. Simferopol': *ООО «Izdatel'stvo Tipografiya «Ariall»*, 2016. pp. 138-139.
6. Kondrat'eva N.P., Krasnolutsкая M.G., Bol'shin R.G. *Ispol'zovanie progressivnykh elektrotekhnologiy elektrooblucheniya meristemnykh rasteniy*. [Use of advanced electrotechnologies of electroirradiation of meristem plants]. *Biotehnologiya. Vzgl'yad v budushchee: materialy IV Mezhdunar. nauchnoy internet-konf., 24-25 aprelya 2015 goda*. [Biotechnology. A look into the future: materials of the IV International Scientific Internet Conference, the 24-25 of April 2015]. Kazan', 2015. pp. 52-56.
7. Markova M.G., Nesmelova N.P., Somova E.N. *Ispol'zovanie svetodiodnykh obluchatel'nykh ustano-vok v klonal'nom mikrorazmnozhenii yagodnykh kustarnikov*. [Use of LED irradiators in clonal micropropagation of berry bushes]. *Innovatsionnye tekhnologii vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur - osnova vedeniya rastenievodstva v sovremennykh usloviyakh: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakt. konf.* [Innovative technologies of cultivation of agricultural crops - the basis of crop management in modern conditions: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Izhevsk: *FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA*, 2014. pp. 141-145.
8. Vysotskiy V.A. *Spektral'nyy sostav sveta kak regul'yatornyy faktor pri klonal'nom mikrorazmnozhenii yagodnykh rasteniy*. [Spectral composition of light as a regulatory factor in the clonal micropropagation of berry plants]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: sb. nauchn. rabot*. [Pomiculture and small fruits cultivation in Russia]. Moscow: *VSTISP*, 2016. Vol. XXXIV. pp 126-130.
9. Morgunov D.N., Vasil'ev S.I. *Analiz kharakteristik svetodiodnykh istochnikov sveta*. [Analysis of characteristics of LED light sources]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. no. 6 (62). pp. 75-77.
10. Kondrat'eva N.P., Korepanov R.I., Il'yasov I.R., Markova M.G., Somova E.N. *Rezul'taty opytov po vyrashchivaniyu meristemnykh rasteniy pod svetodiodnoy fitoustanovkoy s menyayushchimsya spektral'nyim sostavom izlucheniya*. [The results of experiments on growing meristem plants under an LED phyto-installation with a changing spectral composition of radiation]. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2017. Vol.1. no. 1 (14). pp. 5- 6.
11. Kashin V.I., Borisova A.A., Prikhod'ko Yu.N., Surkova O.Yu., Upadyshev M.T. *Tekhnologicheskyy protsess polucheniya bezvirusnogo posadochnogo materiala plodovykh i yagodnykh kul'tur: metodicheskie ukazaniya*. [Technological process of obtaining a virus-free planting stock of fruit and berry crops: methodical guidelines]. Moscow: *VSTISP*, 2001. 109 p.
12. Kalinin F.L., Kushnir G.P., Sarnatskaya V.V. *Tekhnologiya mikroklonal'nogo razmnozheniya rasteniy*. [Technology of microclonal propagation of plants]. Kiev: *Nauk. Dumka*, 1992. 232 p.
13. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. [Methodology of field experience]. Moscow: *Al'yans*, 2011. 352 p.

Information about the authors:

M.G. Markova, researcher, E.N. Somova, senior researcher

Udmurt Research Institute of Agriculture - Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Lenin str., Pervomaisky village, Zavyalovsk district, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 427007, e-mail:ugniish-nauka @yandex.ru