

УДК 635.9-18:57.083.224

*Е. М. Романов, Д. И. Мухортов,
А. Д. Средин, Р. В. Сергеев, А. И. Шургин*

ВЫРАЩИВАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУБСТРАТОВ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Показано, что на питательной среде MS, содержащей 2 мг/л 6-БАП и 0,2 мг/л НУК, при культивировании экплантов сортов роз «Магия», «Татьяна» и «Rosalinde» коэффициент размножения составил 5,0; 4,1 и 4,0 соответственно. Наилучшее влияние на рост и развитие этих сортов роз оказали компостные смеси № 1 и № 3. Введение биоактиватора «Бамил» в компостную смесь положительно сказалось на росте розы «Мейров». В сравнении с торфяными таблетками, наилучшее влияние на рост и развитие роз «Мейров» оказали компостные смеси с размером частиц 1 – 3 и 3 – 5 мм.

Ключевые слова: *размножение in vitro, роза гибридная, органические отходы, питательный субстрат.*

Введение. Согласно новой доктрине безопасности России, утверждённой президентом Д. А. Медведевым [1], необходимо поэтапное снижение зависимости отечественного агропромышленного и других комплексов от импорта технологий, машин, оборудования и других ресурсов. По материалам исследований Discovery Research Group, объем российского рынка цветов в 2006 году составил 1,3 - 1,5 млрд. долларов, а темпы роста, по оценкам ряда экспертов, составляют в среднем 25 % в год. Доля импортной продукции на российском рынке цветов составляет 90 %. Основным поставщиком цветов в Россию является Голландия, на которую приходится 60 % импортных поставок срезанных цветов, 50 % – цветов в горшках, 90 % – посадочного материала. Из года в год импорт из этой страны увеличивается [2]. Импорт декоративных растений сопровождается ввозом сопутствующих товаров, таких как питательные субстраты, почвогрунты, удобрения и др. Подобная проблема возникла в связи с утратой российских конкурирующих предприятий. Выходом из сложившейся ситуации является развитие отечественных технологий, позволяющих в достаточном количестве снабжать российский рынок цветочной продукцией и всеми необходимыми сопутствующими товарами.

В настоящее время размножение растений в больших количествах позволяет технология микроклонального размножения, однако последующее укоренение микропобегов и их адаптация к почвенным условиям являются наиболее трудоемкими этапами, от которых зависит успех всей работы [3], поэтому с целью увеличения выхода посадочного материала при размножении растений в культуре *in vitro* необходим поиск новых питательных субстратов с учетом потребностей различных видов цветочных растений.

В садоводстве важное значение имеет раздел, связанный с разработкой и внедрением новых экономически эффективных методов размножения ценных сортов декоративных растений. Одним из таких способов является получение корнесобственных саженцев путем микроклонального размножения [4]. Данный метод позволяет повысить коэффициент размножения и освобождает растения от вирусных болезней. На сегодняшний день при помощи культуры ткани *in vitro* успешно размножают многие сорта роз [5].

Целью работы являлось изучение особенностей размножения 11 генотипов гибридных роз в культуре *in vitro* и последующей адаптации данных растений к почвенным условиям с использованием различных питательных субстратов.

Объекты и методика. Работа в асептических условиях и стерилизация питательных сред проводились согласно рекомендациям по культуре растительной ткани [6]. Побеги отобранных генотипов гибридных роз стерилизовали трехпроцентным раствором Лизоформина 3000 в течение 7 минут. После стерилизации экспланты отмывали по три раза в 100 мл стерильной дистиллированной воды. При этом было получено в среднем 90 % стерильных морфогенных эксплантов. Поверхностно стерилизованные побеги рассаживали раздельно в центрифужные пробирки с 2 – 3 мл среды MS [7]. Концентрация сахарозы 3 %, агар-агара 0,6 %. После трёх недель культивирования незараженные экспланты пересаживали на свежую питательную среду экспериментального состава. В ходе исследования была проведена оценка влияния трёх концентраций 6-БАП (0,5 мг/л; 1,0 мг/л и 2,0 мг/л) на интенсивность морфогенеза 10 сортов гибридных роз в культуре *in vitro*. Основная среда MS была дополнена 0,2 мг/л НУК. Культивирование проводили при 21–22 °С, освещенности 1800 Люкс, фотопериоде 16/8. Было заложено по 10 эксплантов на вариант, повторность трёхкратная.

На этапе размножения было установлено, что увеличение концентрации 6-БАП способствует увеличению числа вновь формирующихся побегов. Для сортов «Магия», «Orange Jewell», «Europeana», «Red minimi», «Татьяна», «Rosalinde» оптимальное соотношение фитогормонов в среде культивирования составило 2 мг/л 6-БАП и 0,2 мг/л НУК. При этом образовывались хорошо сформированные одинаковые по размеру и цвету побеги. В то же время при соотношении в среде культивирования фитогормонов 1 мг/л 6-БАП и 0,2 мг/л НУК гибридные розы сортов «Cristian Dior», «Бинго», «Илона», «Europeana» формировали побегов достоверно больше, чем на других исследованных средах. В ходе эксперимента не было отмечено образование витрифицированных побегов. Максимальный коэффициент размножения, достигнутый на этапе мультипликации, составил 5,0 побегов у сорта «Магия» при концентрации 6-БАП 2,0 мг/л (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Коэффициент размножения различных сортов роз в зависимости от концентрации БАП

Сорта розы гибридной	Коэффициент размножения при различной концентрации БАП		
	0,5мг/л	1мг/л	2 мг/л
«Магия»	3,7	4,2	5,0
«Orange Jewell»	1,2	2,2	3,3
«Мейров»	1,4	1,6	3,7
«Red minimi»	1,0	1,8	3,2
«Татьяна»	2,8	3,1	4,1
«Rosalinde»	1,7	1,9	4,0
«Cristian Dior»	1,6	3,1	1,6
«Бинго»	2,8	3,5	2,7
«Илона»	1,2	2,9	1,7
«Europeana»	1,4	4,3	2,2
«Крымчанка»	2,7	3,2	3,8

Когда экспланты достигали в высоту 15 – 20 мм, конгломераты побегов разделяли и пересаживали на среду для укоренения. Спустя три недели на побегах формировались корни в среднем 23 мм длиной, после чего растения *in vitro* адаптировали к условиям окружающей среды.

В настоящее время для пересадки и доращивания растений при микроклональном размножении применяются торфоперегнойные таблетки, изготавливаемые в основном зарубежными фирмами. Основой таких таблеток является верховой торф и кокосовая стружка. В

работе были исследованы таблетки таких фирм-производителей, как «Jiffy», «Cocoland» и кокосовый мат фирмы «Hydrophonic slaB».

В процессе выполнения работ были исследованы основные физико-механические свойства торфоперегнойных таблеток фирм «Jiffy», «Cocoland» и кокосового мата фирмы «Hydrophonic slaB» (табл. 2).

Таблица 2

Физико-механические свойства традиционных субстратов, применяемых для микроклонального размножения растений

Фирма-производитель субстрата	Линейные размеры, мм		Объем, см ³	Массовая доля воды, %	Удельная масса	Плотность сложения рассыпного образца
	диаметр	толщина				
в сухом состоянии						
«Jiffy»	29,6	7,4	5,1	8,2	1,6	0,20
«Cocoland»	36,4	12,0	12,5	8,1	2,3	0,06
«Hydrophonic slaB»	1000×185×30		5550	9,8	3,5	0,15
после намачивания						
«Jiffy»	43,7	33,7	50,6	-	1,6	0,07
«Cocoland»	рассыпаются		110,0	-	2,3	0,06
«Hydrophonic slaB»			-	-	3,5	0,06

Установлено, что все субстраты имеют небольшой удельный вес и плотность сложения, высокую влагоемкость. По этой причине при намачивании субстраты значительно увеличиваются в объеме, а их плотность сложения снижается. Наиболее удобными для доращивания растений, полученных по технологии *in vitro*, по физико-механическим свойствам являются таблетки фирмы «Jiffy». Это связано еще и с тем, что данные таблетки имеют сетчатую оболочку, предотвращающую субстрат от рассыпания при намачивании, и при их использовании не нужны специальные контейнеры.

Традиционные субстраты были обследованы на агрохимические показатели (табл. 3). Обследование выполнялось по стандартным методикам: органическое вещество – по ГОСТ 27980 [8] (термогравиметрическим методом), кислотность – по ГОСТ 27979 [9], нитратный азот – потенциометрическим методом с помощью ионоселективного электрода «ЭКОМ-NO₃».

Таблица 3

Агрохимические свойства традиционных субстратов, применяемых для доращивания растений, полученных в культуре *in vitro*

Фирма-производитель субстрата	Органическое вещество, %	Кислотность (pH _{сол.})	Нитратный азот, мг/100 г
«Jiffy»	46,91	4,96	2,98
«Cocoland»	47,65	4,59	0,57
«Hydrophonic slaB»	46,65	4,94	0,55

Как показали результаты исследований, традиционные субстраты, используемые для доращивания растений, полученных при микроклональном размножении, характеризуются высоким содержанием органического вещества, кислой реакцией солевого раствора и низким содержанием нитратного азота.

С целью получения различных видов субстратов органические отходы смешали и заложили на компостирование в аэробных условиях. Всего было составлено три смеси на основе осадков сточных вод (ОСВ) очистных сооружений канализации (ОСК) г. Йошкар-Олы с различным составом и соотношением компонентов:

смесь № 1 – ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и хвойные опилки, соотношение компонентов 6,8:1 по массе сухого вещества;

смесь № 2 – ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и лиственные опилки, соотношение компонентов 20,6:1 по массе сухого вещества;

смесь № 3 – ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смесь хвойных и лиственных опилок, соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества.

Соотношение компонентов у смеси № 1 и смеси № 2 рассчитывали исходя из оптимального для протекания процесса компостирования отношения углерода к азоту (25:1), а у смеси № 3 – по оптимальной влажности смеси – 65 %. Компостирование подготовленных смесей проводили в течение 24 месяцев. За данный период аэробной переработки для пополнения запасов кислорода было выполнено две перебуртовки смесей.

Исследование агрохимических параметров полученных компостов показало, что за два года аэробной обработки компостных смесей в меньшей степени подвергаются разложению органического вещества субстраты, включающие хвойные опилки (табл. 4). По этой причине содержание подвижных элементов минерального питания растений в компосте из ОСВ и хвойных опилок ниже, чем в компосте из ОСВ и лиственных опилок.

Т а б л и ц а 4

Агрохимическая характеристика компостов на основе опилок и осадков сточных вод ОСК г. Йошкар-Олы (данные 2007 года)

№ смеси	Соотношение компонентов (ОСВ:опилки)	Органическое вещество, %	рН _{кол.}	Содержание, мг/100г			
				Азота		Фосфора P ₂ O ₅	Калия K ₂ O
				NH ₄	NO ₃		
1	6,8:1	43,8	6,0	2,0	8,6	12,8	36,4
2	20,6:1	29,2	6,4	1,9	108,2	36,8	45,8
3	1,4:1	44,7	6,4	0,7	156,8	32,0	53,3

Таким образом, для изучения возможности использования нетрадиционных субстратов для дорастивания растений, полученных при микроклональном размножении, были взяты шесть видов компоста:

компост № 1 – на основе смеси осадков ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и хвойных опилок (соотношение компонентов 6,8:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца и сроком хранения 33 месяца в буртах;

компост № 2 – на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и лиственных опилок (соотношение компонентов 20,6:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца и сроком хранения 33 месяца в буртах;

компост № 3 на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца и сроком хранения 33 месяца в буртах;

компост № 4 – на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца в буртах;

компост № 5 – на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца в емкостях объемом 3 м³;

компост № 6 – на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества) с введением биоактиватора «Бамил», сроком компостирования 24 месяца в емкостях объемом 3 м³.

Отобранные компосты были просеяны через сита с размером отверстий 7 мм и простерилизованы паром под давлением 1,5 атм. с использованием стерилизатора парового ГК-100-2.

Результаты и обсуждение. На основании проведенных исследований по оценке возможности традиционного размножения растений (из семени) на нетрадиционных субстратах и данных, полученных при испытаниях, сделан вывод о возможности применения таких субстратов для закладки экспериментов с использованием растений, размноженных в культуре *in vitro*. Для подтверждения этого вывода на базе лаборатории микрклонального размножения растений ЦКП «ЭБЭЭ» ГОУ ВПО «МарГТУ» 14 апреля 2010 года был заложен эксперимент с высадкой экплантов роз сортов «Мейров» и «Крымчанка» во все испытываемые нетрадиционные субстраты. В качестве контрольных вариантов использованы торфоперегнойные субстраты фирм «Jiffy» и «Hydroponic slaB». В процессе эксперимента оценивались различные показатели: приживаемость, высота растений, длина корней, диаметр корневой шейки у роз, вес биомассы растений.

Для оценки пригодности традиционно используемых субстратов для дорастивания растений, полученных при микрклональном размножении, было проведено их испытание при дорастивании роз сортов «Мейров» и «Крымчанка» (табл. 5).

Таблица 5

Приживаемость и рост саженцев розы, полученных при микрклональном размножении, на субстратах различных фирм-производителей

Сорт розы	Фирма-производитель субстрата	Приживаемость, %	Высота, см
«Мейров»	«Jiffy»	80	4,53
	«Hydroponic slaB»	10	0,63
		$t_{\text{факт.}}: t_{\text{табл}}$	5,52 > 2,26
«Крымчанка»	«Jiffy-7»	64	7,23
	«Hydroponic slaB»	21	2,27
		$t_{\text{факт.}}: t_{\text{табл}}$	6,59 > 2,26

Установлено, что лучшие результаты из серийно выпускаемых субстратов различных фирм-производителей показали таблетки фирмы «Jiffy». Приживаемость и высота пересаженных роз была существенно на пятипроцентном уровне значимости выше ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$), чем при использовании субстрата фирмы «Hydroponic slaB», поэтому при испытании нетрадиционных субстратов из органических отходов во всех сериях испытаний в качестве контрольного варианта был взят субстрат фирмы «Jiffy».

При изучении влияния субстратов с различным исходным составом на рост и развитие растений, полученных в культуре *in vitro*, были испытаны компосты № 1, № 2 и № 3. В подготовленные субстраты высаживались розы «Мейров», полученные при микрклональном размножении. После выращивания на испытываемых субстратах растения были извлечены, отмыты и измерены. В ходе измерений роз «Мейров» устанавливались высота надземной части, диаметр корневой шейки, длина корневой системы и процент приживаемости растений (табл. 6).

Таблица 6

Влияние рецепта компостной смеси на линейные показатели роз «Мейров», размноженных в культуре *in vitro*

№ компоста	Расчет рецепта компостной смеси	Виды наполнителя	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина корней, см	Приживаемость, %
1	по отношению C:N	хвойные опилки	6,5±1,00	0,25±0,03	8,8±0,40	20
2		лиственные опилки	3,0±0,54	0,15±0,04	4,9±1,27	40
3	по исходной влажности	смесь хвойных и лиственных опилок	7,0±1,38	0,12±0,01	9,5±0,65*	40
Контроль (субстрат «Jiffy»)			4,5±0,68	0,15±0,01	5,6±0,45	80

* различие с контролем на пятипроцентном уровне значимости существенно ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$)

Достоверных различий по высоте и диаметру корневой шейки роз «Мейров» при доращивании на компостах с различной рецептурой по сравнению с традиционно применяемым субстратом «Jiffy-7» не выявлено. Наилучшее влияние на рост корней роз оказала компостная смесь № 3. Доказано на пятипроцентном уровне значимости, что длина корней роз, выращенных с использованием компостной смеси № 3, превышает длину корней растений, выращенных на торфяных таблетках «Jiffy-7», в 1,7 раза.

В ходе испытания субстратов, различающихся рецептом приготовления компостных смесей, проводилось измерение биомассы различных органов роз «Мейров» (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Влияние рецепта компостной смеси на биомассу роз «Мейров», размноженных в культуре *in vitro*

№ компоста	Расчет рецепта компостной смеси	Виды наполнителя	Биомасса в пересчете на 100 растений, г			
			листьев	стеблей	корней	общая
1	по отношению C:N	хвойные опилки	10,54	2,69	2,49	15,71
2		лиственные опилки	1,83	0,80	0,22	2,85
3	по исходной влажности	смесь хвойных и лиственных опилок	9,33	2,43	2,37	14,13
Контроль (субстрат «Jiffy»)			4,20	3,60	1,81	9,61

Установлено, что наилучшее влияние на образование биомассы у роз, в сравнении с торфяными таблетками, оказали компостные смеси № 1 и № 3. Общий вес биомассы растений превосходил контрольные показатели в 1,6 и 1,5 раза соответственно. Образованию наибольшей массы корней способствуют компостные смеси № 1 и № 3 и превосходят контрольные значения в 1,4 и 1,3 раза соответственно. Образованию наибольшей массы листьев способствуют компостные смеси № 1 и № 3 и превосходят контрольные значения в 2,4 и 2,2 раза соответственно.

Возможность хранения компостов из органических отходов является важным параметром качества получаемой продукции. Для испытания субстратов путем выращивания декоративных растений, полученных при микроклональном размножении, были взяты следующие виды компостов из органических отходов с различным сроком хранения:

компост № 3 на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца и сроком хранения 33 месяца в буртах;

компост № 4 – на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца в буртах.

Испытания проводились путем доращивания хризантем и роз сорта «Крымчанка», полученных при микроклональном размножении с установлением таких параметров, как их приживаемость, линейные размеры и биомасса.

При выполнении анализа установлено, что срок хранения компостной смеси не оказывает никакого влияния на приживаемость хризантем, но оказывает влияние на приживаемость роз. В сравнении с торфяными таблетками «Jiffy-7» приживаемость хризантем при использовании компостов выше на 15 %, а роз, выращенных на компосте со сроком хранения 33 месяца, выше на 29 %, на компосте без длительного хранения – выше на 79 %. Как показали исследования, срок хранения компостной смеси не оказывает существенного влияния на высоту и диаметр корневой шейки роз (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

**Влияние сроков хранения компостных смесей на биометрические показатели роз «Крымчанка»,
размноженных в культуре *in vitro***

№ компо-ста	Срок хранения, мес.	X _{ср.} ± m _x			Биомасса 100 растений, г				Приживаемость, %
		Высо-та, см	Диаметр корневой шейки, см	Длина корней, см	листьев	стеблей	корней	общая	
3	33	5,2± 2,150	0,14± 0,040	4,5±2,500	4,50	1,74	1,37	7,60	50
4	0	5,4± 0,200	0,16± 0,015	8,9±0,0001 *	7,59	2,00	1,58	11,17	100
Контроль (субстрат «Jiffy-7»)		7,2± 0,732	0,17± 0,012	3,7±0,238	3,75	3,25	1,76	8,75	21

* различие с контролем на пятипроцентном уровне значимости существенно ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$).

Использование компостной смеси без длительного срока хранения оказывает существенное достоверное на пятипроцентном уровне значимости влияние на длину корней роз. В сравнении с торфяными таблетками показатель выше в 2,4 раза.

Наилучшее влияние на образование биомассы у роз, в сравнении с торфяными таблетками, оказала компостная смесь № 4, без длительного хранения. Общая биомасса растений, выращенных на компосте, превосходит контрольные показатели растений, выращенных на торфяных таблетках, в 1,3 раза. Выращивание роз на компосте без длительного хранения оказало влияние на рост листьев у растений. Показатель биомассы листьев превосходит контрольное значение в 2 раза.

При производстве субстратов для доращивания растений, полученных при микроклональном размножении, существует возможность использования биоактиваторов. Для исследования влияния введения биоактиваторов в состав компостируемых смесей были испытаны следующие виды компостов:

компост № 5 – на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества), сроком компостирования 24 месяца в емкостях объемом 3 м³;

компост № 6 – на основе смеси ОСВ ОСК г. Йошкар-Олы и смеси хвойных и лиственных опилок (соотношение компонентов 1,4:1 по массе сухого вещества) с введением биоактиватора «Бамил», сроком компостирования 24 месяца в емкостях объемом 3 м³.

Испытания проводили на розах сорта «Мейров». Установлено, что введение биоактиватора «Бамил» в компостную смесь повышает приживаемость растений роз на 6 % по сравнению с субстратом, где данный препарат не применялся. В сравнении с торфяными таблетками «Jiffy-7», приживаемость растений была ниже на 27 %. Доказано на пятипроцентном уровне значимости (табл. 9), что введение биоактиватора «Бамил» в компостную смесь оказало наибольшее положительное влияние на высоту роз. В сравнении с торфяными таблетками, показатель выше в 1,9 раза. В сравнении с компостом без введения биоактиватора – в 1,3 раза.

Использование биоактиватора «Бамил» оказало значительное влияние на длину корней роз, в сравнении с торфяными таблетками, показатель выше в 1,5 раза, доказано на пятипроцентном уровне значимости. При сравнении с компостом без введения биоактиватора, достоверных различий по данному показателю не выявлено. Установлено, что величина диаметра корневой шейки роз при использовании нетрадиционных субстратов, в сравнении с торфяными таблетками, выше в 2,2 раза, что доказано на пятипроцентном уровне значимости. Компостная смесь без введения биоактиватора «Бамил» также оказала значительное влияние на величину длины корней роз, в сравнении с торфяными таблетками, показатель выше в 1,7 раза, доказано на пятипроцентном уровне значимости.

Таблица 9

Влияние введения биоактиваторов в компостные смеси на биометрические показатели роз «Мейров», размноженных в культуре *in vitro*

№ компоста	Введение биоактиваторов	X _{ср.} ± m _x			Биомасса 100 растений, г				Приживаемость, %
		Высота, см	Диаметр корневой шейки, см	Длина корней, см	листьев	стеблей	корней	общая	
5	не проводилось	6,31±1,407	0,26±0,016*	8,29±1,200	9,26	2,78	2,20	14,23	47
6	введен «Бамил»	8,43±0,817*	0,33±0,016*	8,49±0,287*	9,75	3,35	1,98	15,08	53

* различие с контролем на пятипроцентном уровне значимости существенно ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$)

Наилучшее влияние на образование биомассы у роз, в сравнении с торфяными таблетками, оказала компостная смесь № 6 с введением биоактиватора «Бамил». Общая биомасса растений, выращенных на компосте, превосходит контрольные показатели растений, выращенных на торфяных таблетках, в 1,6 раза. Особое влияние введение биоактиватора «Бамил» оказало на рост листьев у растений. Показатель биомассы листьев превосходит контрольное значение в 2,3 раза.

Компостная смесь № 5, без введения биоактиватора, тоже оказала положительное воздействие на рост листьев. Показатель биомассы листьев, в сравнении с торфяными таблетками, выше в 2,2 раза.

С целью выявления целесообразности просеивания компостов из органических отходов для подготовки нетрадиционных субстратов для пересадки и доращивания растений, полученных при микроклональном размножении, компост № 3 был просеян через сита с ячейками различного диаметра (1, 3, 5, 7 мм). Полученные субстраты были использованы для доращивания роз сорта «Мейров», размноженных в культуре *in vitro*.

В ходе проведения эксперимента выявлено, что размер частиц нетрадиционных субстратов не оказывает существенного влияния на высоту и диаметр корневой шейки роз. Использование компостных смесей с размером частиц от 1 – 5 мм оказывает существенное влияние на длину корней роз, достоверно на пятипроцентном уровне значимости. В сравнении с торфяными таблетками, показатель выше в 1,7 раза.

Наилучшее влияние на образование биомассы у роз, в сравнении с торфяными таблетками, оказали компостные смеси с размерами частиц: 1–3, 3–5 и 5 – 7 мм. Общая биомасса растений, выращенных на данных компостах, превосходит контрольные показатели растений, выращенных на торфяных таблетках, в 1,4; 1,5 и 1,3 раза соответственно. Выращивание роз на компосте с размером частиц 3–5 мм оказало положительное влияние на рост листьев и корней у растений. Показатель биомассы листьев и корней превосходит контрольное значение в 2,2 и 1,3 раза соответственно (табл. 10).

Таблица 10

Влияние размера частиц в составе нетрадиционных субстратов на биометрические показатели роз «Мейров», размноженных в культуре *in vitro*

№ компоста	Размер частиц, мм	Высота, см	Диаметр корневой шейки, см	Длина корней, см	Биомасса 100 растений, г			
					листьев	стеблей	корней	общая
3	от 5 до 7	5,9±0,733	0,18±0,055	7,6±1,068	8,46	2,44	1,67	12,57
	от 3 до 5	7,0±1,387	0,12±0,009	9,5±0,646*	9,33	2,43	2,37	14,13
	от 1 до 3	6,3±0,715	0,14±0,018	9,3±0,293*	9,21	2,52	1,59	13,31
	менее 1	2,4±0,001	0,19±0,001	7,4±0,001	3,20	0,67	0,78	4,65
Контроль (субстрат «Jiffy-7»)		4,5±0,682	0,15±0,010	5,6±0,452	4,20	3,60	1,81	9,61

* различие с контролем на пятипроцентном уровне значимости существенно ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$)

Выводы.

1. Наилучший коэффициент размножения наблюдался у сортов «Магия», «Мейров», «Гатьяна», «Rosalinde» и «Крымчанка» при добавлении в среду для культивирования 6-БАП концентрации 2 мг/л и НУК 0,2 мг/л.

2. Проведенные исследования показали, что при доращивании растений, размноженных в культуре *in vitro*, можно успешно использовать субстраты, изготовленные на основе органических отходов.

3. Наилучшее влияние на рост и развитие роз, в сравнении с торфяными таблетками, оказали компостные смеси № 1 и № 3. По этим вариантам опыта было выявлено достоверное увеличение длины корней и общего веса биомассы.

4. Введение биоактиватора «Бамил» в компостную смесь положительно сказалось на росте роз «Мейров». Использование биоактиватора «Бамил», в сравнении с торфяными таблетками, приводит к существенному увеличению высоты растений, длины их корней, диаметра корневой шейки и общей биомассы.

5. Срок хранения субстрата для доращивания растений, полученных при микроклональном размножении, должен быть минимальным и не превышать полугод. В противном случае существенно снижается приживаемость и рост пересаживаемых растений.

6. Наилучшее влияние на рост и развитие роз «Мейров», в сравнении с торфяными таблетками, оказали компостные смеси с размером частиц 1–3 и 3–5 мм. Было отмечено достоверное увеличение высоты, длины корней и общего веса биомассы.

7. Доращивание на исследуемых субстратах растений различного рода и вида показало, что все они по-разному отзывчивы к применяемым субстратам. Данный факт говорит о том, что для получения посадочного материала высокого качества следует более детально подходить к подбору субстрата для доращивания. Применение только лишь торфяных таблеток или других видов промышленно выпускаемых субстратов для доращивания растений не целесообразно в связи со снижением приживаемости и основных качественных показателей посадочного материала.

Список литературы

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/news/6752> (дата обращения: 12.05.09).
2. Обзор российского рынка цветов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marketcenter.ru/content/doc-2-9172.html> (дата обращения: 15.12.08.).
3. Шевелуха, В.С. Сельскохозяйственная биотехнология / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, С.В. Дегтярёв и др. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
4. Поздняков, И.А. Особенности микроклонального размножения шиповника и декоративных сортов рода *Rosa* L.: автореф. дис... канд.с-х. наук: 06.07.01. / И. А. Поздняков. – М., 2007. – 25 с.
5. Arnold, N.P. A study of the effect of growth regulators and time of plantlet harvest on the *in vitro* multiplication rate of hardy and hybrid tea roses / N.P. Arnold, M.R. Binns, N.N. Barthakur, Cloutier D.C. // Journal of Horticultural Science 67. – 1992. – N. 6. – P. 727-735.
6. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учебное пособие. – М.: ФБК-ПРЕЕС, 1999. – 160 с.
7. Murashige T. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiol. Plant. – 1962. – 15. – P. 473-497.
8. ГОСТ 27980-88. Удобрения органические. Методы определения органического вещества. – М.: Изд. стандартов, 1988 – 11 с.
9. ГОСТ 27979 – 88. Удобрения органические. Метод определения pH. – М.: Изд. стандартов, 1989. – 5 с.

Статья поступила 12.05.11.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (государственный контракт № П208 от 22 июля 2009) и ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7050 от 29 июля 2011 г.) с использованием оборудования ЦКП «Экология, биотехнологии и процессы получения экологически чистых энергоносителей» МарГТУ.

*E. M. Romanov, D. I. Mukhortov,
A. D. Sredin, R. V. Sergeev, A. I. Shurgin*

**ORNAMENTAL FLOWERS CULTIVATION IN VITRO WITH THE USE
OF ORGANIC WASTE SUBSTRATES**

It is proved when cultivating explants of roses «Magia», «Tatyana» u «Rosalinde» in nutrient medium MS, which contains 2 mg/l 6-BAP and 0.2 mg/l NAA, propagation coefficient was 5.0, 4.1 and 4.0, respectively. Compost mixtures № 1 and № 3 had the best impact on the growth and development of these kinds of roses. Use of bioactivator «Bamil» in a compost mixture had a positive impact on the growth of roses «Mejrov». In comparison with peat tablets, compost mixtures with particles 1-3 and 3-5 mm had the best impact on the growth and development of roses «Mejrov».

Key words: *in vitro propagation, Rosa hybrida, organic waste, nutritious substrate.*

РОМАНОВ Евгений Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ, ректор МарГТУ. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление. Автор более 170 публикаций.

E-mail: rector@marstu.net

МУХОРТОВ Дмитрий Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ МарГТУ. Область научных интересов – переработка и применение органических отходов в лесном хозяйстве. Автор 76 публикаций.

E-mail: MuchortovDI@marstu.net

СРЕДИН Алексей Дмитриевич – старший преподаватель кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии МарГТУ. Область научных интересов – переработка и применение органических отходов в садово-парковом и ландшафтном строительстве. Автор 25 публикаций.

E-mail: SredinAD@marstu.net

СЕРГЕЕВ Роман Владимирович – старший преподаватель кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии МарГТУ. Область научных интересов – биотехнология, культура растительных клеток. Автор 28 публикаций.

E-mail: SergeevRV@marstu.net

ШУРГИН Алексей Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции и недревесных ресурсов и биотехнологии МарГТУ. Область научных интересов – переработка и применение органических отходов в лесном хозяйстве. Автор 51 публикации.

E-mail: ashurgin@pochta.ru