

УДК 581.143.6:582.717.7

*М.М. Ишмуратова, Л.А. Головина***РАЗМНОЖЕНИЕ СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ (*RIBES NIGRUM* L.)
БАШКИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

Главной причиной медленного внедрения в производство высокоурожайных сортов смородины черной отечественной селекции является недостаток посадочного материала. Авторами данной работы ставятся задачи: разработать протоколы клонального микроразмножения *in vitro* и получить растения-регенеранты сортов черной смородины башкирской селекции. Исследовались сорта смородины черной Караидель и Чишма, выведенные в Башкирском Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Республики Башкортостан. В качестве контроля при культивировании *in vitro* использован сорт Сеянец Голубки. Разработаны протоколы клонального микроразмножения смородины черной в культуре *in vitro* с использованием приема – активация существующих меристем. Подобрана схема стерилизации эксплантов. Установлено, что дробная схема стерилизации эксплантов является наиболее эффективной. Показано, что относительно низкой зараженностью бактериальной и грибковой инфекцией обладает сорт Караидель (доля неинфицированных эксплантов в вариантах опыта составляет 71,4–100,0 %). В условиях РБ введение в культуру *in vitro* смородины черной возможно в осенний и весенний периоды, оптимальным сроком является весенний период. Высокие показатели роста (коэффициент мультипликации побегов, длина побега, число листьев) у башкирских сортов наблюдали на питательной среде Мурасиге и Скуга, дополненной 0,75–1,0 мг/л БАП в сочетании с 0,5 мг/л ИУК, у сорта Сеянец Голубки – на относительно низких концентрациях регуляторов роста. Сорт Чишма характеризуется высоким коэффициентом мультипликации побегов. Укоренение мультиплицированных побегов наблюдали на питательных средах с низкими концентрациями ИУК. Показана сортоспецифичность реакций растений на всех этапах клонального микроразмножения.

Ключевые слова: плодово-ягодные культуры, сорта *Ribes nigrum* L., культура *in vitro*, клональное микроразмножение, эксплант, регуляторы роста, растения-регенеранты.

Смородина является наиболее популярной среди населения и ценной ягодной культурой нашего региона, благодаря наличию в ней высоких концентраций широкого спектра биологически активных веществ, антиоксидантов, сахаров, витаминов и минеральных компонентов. В Республике Башкортостан (РБ) в Башкирском Научно-исследовательском институте сельского хозяйства (БНИИСХ) созданы уникальные сорта смородины черной (Бобровая, Валовая, Караидель, Кушнаренковская, Чишма), включенные в Госреестр селекционных достижений по IV – X (смородина черная) регионам Российской Федерации (РФ) [1]. Сорта обладают зимостойкостью, жаровыносливостью и засухоустойчивостью, высокой и стабильной продуктивностью, дружным созреванием урожая, крупными одномерными ягодами. Сорта Караидель, Кушнаренковская, Чишма характеризуются полевой устойчивостью к мучнистой росе, слабо поражаются антракнозом [2].

Несмотря на то, что ассортимент пополняется новыми высокоурожайными и качественными сортами смородины, устойчивыми к неблагоприятным внешним факторам, вредителям и болезням, главной причиной их медленного внедрения в производство является недостаток посадочного материала. Черная смородина относится к культурам, которые легко размножаются традиционно с помощью одревесневших или зеленых черенков. При этом для нарезки черенков необходимо иметь достаточное число маточных кустов, без которых сложно получить массовый посадочный материал. Кроме того, этапы размножения традиционными способами ограничены в условиях нашего региона по времени – это весенний (одревесневшими и зелеными черенками) и осенний (одревесневшими черенками) периоды.

Традиционными способами обеспечить достаточный темп расширения посадок черной смородины сложно. Одним из наиболее перспективных способов быстрого размножения новых сортов является клональное микроразмножение *in vitro*, с помощью которого возможно получать генетически однородный и оздоровленный посадочный материал круглый год.

Работы по клональному микроразмножению смородины проводились в различных научных центрах [3-10 и др.]. Особенностью работ *in vitro* является разработка протоколов клонального микроразмножения применительно для каждого сорта с учетом его биологических особенностей. Ранее в РБ [11; 12] были начаты исследования в условиях *in vitro* с сортами смородины Башкирского НИИСХ. Были отработаны этапы стерилизации эксплантов и начальные этапы клонального микроразмножения, однако растения-регенеранты в этих исследованиях получены не были.

Цель наших исследований – изучение возможности культивирования *in vitro* сортов смородины черной башкирской селекции и разработка протоколов клонального микроразмножения *in vitro* и получение растений-регенерантов.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования являлись сорта смородины черной селекции Башкирского НИИСХ [1]: Караидель, Чишма. Сорта созданы при участии европейского подвида. Для контроля при введении в условия *in vitro* использовали сорт Сеянец Голубки (выведен в НИИ Сибири им. М.А. Лисавенко и включен в Госреестр по I-V, VII, IX, X, XI регионам РФ) по следующим причинам:

– сорт ранее задействован в работах по культивированию *in vitro* другими авторами, что дает возможность сравнить успешность микроразмножения;

– сорт создан при участии сибирского подвида и потомков смородины дикуша.

Характеристика сортов:

Сорт Караидель. Куст среднерослый, компактный. Побегообразовательная и побеговосстановительная способность хорошая, побеги средней толщины, прямые. Ягоды крупные, со средней массой 1,2 г, максимальной – 2,4 г, хорошего вкуса – 4,4 балла, позднего срока созревания, содержание аскорбиновой кислоты – 192 мг на 100 г, сахаров – 10,8 %, пектина – 1,1 %. Сорт слабо поражается грибными болезнями, засухоустойчивый.

Сорт Чишма. Куст среднерослый, раскидистый. Самоплодность хорошая – 25–30 %. Ягоды крупные, со средней массой 1,5 г, максимальной 2,8 г, одномерные, среднераннего срока созревания, хорошего кисло-сладкого вкуса – 4,7 балла, содержание аскорбиновой кислоты 236 мг на 100 г, сахаров 9,3 %, пектина 0,9 %. Сорт имеет полевую устойчивость к мучнистой росе, слабо поражается антрактозом.

Сеянец Голубки. Куст среднерослый, компактный. Ягоды крупные, со средней массой 1,0 г, максимальной – 2,0 г, раннего срока созревания, с тонкой кожицей и «мокрым отрывом», вкус кислотный – 4,0 балла, содержание аскорбиновой кислоты – 152 мг на 100 г, сахаров – 7,6%, пектина – 0,9%. Характеризуется высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, слабо поражается мучнистой росой.

Введение в культуру *in vitro* проводили в осенний, зимний, весенний и летний периоды.

Эксплантами для введения *in vitro* служили изолированные нераскрытые почки с однолетних одревесневших побегов (в осенний, зимний и ранневесенний периоды) и раскрытые почки (в весенний период), а также узлы с однолетних зеленых побегов (в летний период).

Для получения эксплантов выбирали хорошо развитые кусты черной смородины 3-5-ти летнего возраста. Срезали однолетние побеги длиной около 15-20 см.

Изолированные осенью с куста однолетние одревесневшие побеги оборачивали бумагой, полиэтиленом и укладывали на хранение в холодильник. Подготовленные таким образом побеги использовали для введения в культуру *in vitro* в позднесенний, зимний и ранневесенний периоды.

Стерилизацию эксплантов проводили дробным способом, описанным нами ранее [13]:

1. Промывка материала проводилась в проточной воде, а затем в мыльном растворе.

2. Обработка раствором «Бриллиант» (0,9–1 % р-р акрилдиметиламмоний хлорида и 0,8–0,9 % р-р глутарового альдегида и функциональные компоненты) в разведении 1мл на 100 мл воды с экспозицией 40 мин.

3. Обработка 0,1 % р-ром диацета с экспозицией 30–35 мин.

4. Обработка 70 % р-ром этилового спирта с экспозицией 1 мин.

5. Обработка хлоргексидином с экспозицией 15 мин.

После каждого этапа стерилизации экспланты трижды промывали дистиллированной водой.

Перед посадкой на питательную среду экспланты обрабатывали 10 % стерильным р-ром аскорбиновой кислоты для снятия эффекта «фенольного облака».

Повторяемость опыта трехкратная, в каждом варианте опыта вводили по 25-30 эксплантов.

В качестве питательной среды использовали модифицированную питательную среду Мурасиге-Скуга (МС) [14] с гормональными добавками 6-бензиламинопурина (6-БАП), индолил-3-уксусной кислоты (ИУК), индолил-3масляной кислоты (ИМК) и гибберрелловой кислоты (ГКЗ) в различных концентрациях, рН 5,5–5,8.

Результаты и их обсуждение

Стерилизация эксплантов. Введение эксплантов в культуру *in vitro* проводили в осенний, зимний, весенний и летний периоды. В осенний период экспланты вводили в два срока – раннеосенний (сентябрь-октябрь) и позднеосенний (ноябрь-декабрь). При раннеосеннем введении в культуру *in vitro* активный рост наблюдали лишь на эксплантах сорта Сеянец Голубки. Это объясняется тем, что данный сорт является растением раннего созревания и в наблюдаемый период времени (сентябрь-октябрь) уже выходит из состояния вторичного покоя. При позднеосеннем введении *in vitro* активный рост наблюдали на эксплантах всех сортов смородины черной, что объясняется выходом в этот период из состояния покоя и двух других сортов.

Характеристика эксплантов сортов смородины черной после введения в культуру *in vitro* в различные сезоны представлена в табл. 1.

Таблица 1

Состояние эксплантов сортов смородины черной через две недели после введения в культуру *in vitro*

Сорт	Всего введенных эксплантов, шт.	Доля неинфицированных эксплантов, %	Доля эксплантов, зараженных грибковой инфекцией, %	Доля эксплантов, зараженных бактериальной инфекцией, %
Сеянец Голубки	151	16,7–90,0	18,2–53,3	8,4–33,3
Караидель	180	71,4–100,0	0–37,1	5,6–28,6
Чишма	180	41,6–100,0	0–40,0	16,7–28,6

При подобранной нами ранее [13] схеме стерилизации экспланты смородины черной показали относительно высокие характеристики стерильности и жизнеспособности. Однако эти характеристики зависят от сорта и от сезона года. В целом сорт Караидель демонстрировал лучший результат – высокая доля неинфицированных и жизнеспособных эксплантов в вариантах опыта при введении в культуру *in vitro* в различные сезоны года. Сорт Чишма сильно поражен грибковой инфекцией, что отражается на стерильности эксплантов при введении их в культуру *in vitro*. Сорт Сеянец Голубки в целом характеризуется относительно высокой зараженностью эксплантов грибковой и бактериальной инфекцией и низкой долей неинфицированных и жизнеспособных эксплантов.

Влияние сроков введения *in vitro* эксплантов на показатели мультипликации побегов. Коэффициент мультипликации побегов (кмп) зависел от сортовых характеристик и от периода введения эксплантов в культуру *in vitro*. Результаты пассирования культур в разные сезоны года представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эффективность побегообразования сортов смородины черной при пассировании в культуру *in vitro* в разные сезоны года

Сорт	Число введенных эксплантов в разные сезоны года, шт.		Коэффициент мультипликации побегов (среднее значение для всех вариантов опыта в разные сезоны)	
	осень–зима	весна	осень–зима	весна
Сеянец Голубки	30	140	2,0	2,0
Караидель	40	140	1,8	2,1
Чишма	30	140	1,9	2,5

При осеннем введении доля эксплантов с мультипликацией побегов и показавших активный рост составила в зависимости от сорта от 20 до 75 %. Через 6 недель после введения в культуру *in vitro* мультипликация побегов у сорта Сеянец Голубки была незначительной. В основном наблюдался активный стеблевой рост эксплантов без образования пазушных побегов. У единичных экземпляров (16,7 % от общей доли введенных эксплантов) образовывались пазушные побеги. Коэффициент мультипликации побегов у сорта Сеянец Голубки при осеннем введении в культуру *in vitro* составил в среднем 2,0. На эксплантах сорта Караидель (71,4 % от общей доли введенных эксплантов) наблюдали ак-

тивный рост и образование пазушных побегов, кмп составил в среднем 1,8. У сорта Чишма также отмечено активное развитие эксплантов (41,6 % от общего числа введенных эксплантов) с образованием дополнительных побегов. Коэффициент мультипликации побегов при этом составил в среднем 1,9.

В зимний период кмп у сорта Сеянец Голубки составил в среднем 1,8–2, сорта Караидель – 1,8, сорта Чишма – 1,9.

При введении в весенний период доля эксплантов, мультиплицировавших побеги, была выше, чем при введении в осеннее-зимний период. Во втором пассаже в весенний период кмп составил у сорта Караидель 1-3 (в среднем – 2,1), у сорта Чишма – 1-4 (в среднем – 2,5), у сорта Сеянец Голубки – 1-3,2 (в среднем – 2,0) (табл. 2).

При введении эксплантов *in vitro* в летний период времени активацию существующих меристем на эксплантах не наблюдали.

Влияние состава питательной среды на показатели морфогенеза, роста и развития. Всего в опыте использовано более 50 вариантов питательной среды МС, содержащей различные концентрации и комбинации регуляторов роста. В табл. 3 представлены некоторые варианты исследования.

Таблица 3

Влияние гормонального состава питательной среды Мурасиге-Скуга на ростовые показатели *in vitro* сортов черной смородины

Сорт	Концентрация гормональных факторов питательной среды культивирования, мг/л	Коэффициент мультипликации побегов	Высота побегов, см	Число листьев на побеге, шт.
Сеянец Голубки	0,1БАП+0,1ИУК	1,0 ± 0	2,20 ± 0,1	7,5 ± 1,3
	0,1БАП+0,25ИУК	1,0 ± 0	1,60 ± 0,2	7,5 ± 1,3
	0,1БАП+0,5ИУК	1,0 ± 0	2,60 ± 0,1	4,5 ± 0,8
	0,5 БАП+0,5 ИУК	3,2 ± 0,4	2,66 ± 0,3	9,2 ± 0,9
	0,75 БАП+0,5 ИУК	2,8 ± 0,3	2,72 ± 0,3	8,4 ± 0,9
	1,0 БАП+0,5 ИУК	2,6 ± 0,3	2,38 ± 0,1	10,2 ± 0,9
	1,25 БАП +0,5 ИУК	3,0 ± 0,4	2,26 ± 0,1	8,4 ± 0,9
	1,5 БАП+0,5 ИУК	2,6 ± 0,1	2,06 ± 0,1	8,4 ± 0,7
Караидель	0,1 БАП+0,1ИУК	3,0 ± 0,4	1,90 ± 0,1	5,6 ± 0,7
	0,1 БАП+0,25ИУК	2,0 ± 0,1	1,80 ± 0,1	2,0 ± 0,3
	0,1 БАП+0,5ИУК	2,0 ± 0,4	1,40 ± 0,1	3,3 ± 2,8
	0,5 БАП+0,5 ИУК	2,6 ± 0,5	2,48 ± 0,1	6,8 ± 0,2
	0,75 БАП+0,5 ИУК	3,0 ± 0,2	2,82 ± 0,1	7,6 ± 0,3
	1,0 БАП+0,5 ИУК	2,6 ± 0,3	3,24 ± 0,1	9,0 ± 0,6
	1,25 БАП+0,5 ИУК	2,4 ± 0,1	2,64 ± 0,1	8,0 ± 0,4
	1,5 БАП+0,5 ИУК	2,8 ± 0,1	3,26 ± 0,1	5,6 ± 0,3
Чишма	0,1БАП+0,1ИУК	3,0 ± 0,3	2,20 ± 0,2	3,3 ± 0,2
	0,1БАП+0,25ИУК	2,5 ± 0,2	1,60 ± 0,8	1,5 ± 0,5
	0,1БАП+0,5ИУК	2,0 ± 0,8	1,80 ± 0,1	2,0 ± 1,0
	0,5 БАП+0,5 ИУК	3,2 ± 0,6	2,54 ± 0,1	7,2 ± 0,4
	0,75 БАП+ 0,5 ИУК	3,2 ± 0,2	2,96 ± 0,1	8,8 ± 0,5
	1,0 БАП+0,5 ИУК	4,1 ± 0,4	2,74 ± 0,1	8,6 ± 0,9
	1,25 БАП+0,5 ИУК	3,6 ± 0,3	2,62 ± 0,2	7,6 ± 0,8
	1,5 БАП+0,5 ИУК	3,6 ± 0,3	2,76 ± 0,1	8,0 ± 0,4

Из данных табл. 3 следует, что исследуемые сорта по-разному реагируют на соотношение регуляторов роста в питательной среде культивирования. Размер побегов и их число варьировали в зависимости от сорта. Сорт Сеянец Голубки лучшие результаты (соотношение кмп, высота побега и число листьев на побеге) демонстрировал на относительно низких концентрациях гормональных факторов в питательной среде, чем сорта Караидель и Чишма. Однако низкие концентрации цитокининов (0,1мг/л БАП в сочетании с ИУК) не способствовали стимуляции геммогенеза у сорта Сеянец Голубки, в отличие от сортов Караидель и Чишма. На этих концентрациях у сорта Сеянец Голубки наблюдали лишь стеблевой морфогенез. Сорта Караидель и Чишма оптимальное соотношение кмп, высоты

побегов и число листьев на побеге демонстрировали на питательных средах, содержащих относительно высокие концентрации регуляторов роста в питательной среде (0,75 и 1,0 мг/л БАП соответственно в сочетании с ИУК).

Максимальные значения таких признаков, как высота побега и число листьев на побеге в отдельности у исследованных видов наблюдали на питательных средах с иными концентрациями регуляторов роста (табл. 3). Размер побегов и их число варьировали в зависимости от сорта. В пробирочной культуре высота побегов у растений сорта Сеянец Голубки варьировала от 1,6 до 2,72 см, число листьев на них – от 4,5 до 10,2 шт. Высота побегов у пробирочных растений сорта Караидель варьировала в пределах 1,4–3,26 см, число листьев на них – 2,0–9,0 шт., у сорта Чишма соответственно – 1,6–2,96 см, число листьев на них – 1,5–8,6 шт.

Из литературных данных известно [7; 8 и др.], что такие показатели роста, как высота побега и число узлов являются ключевыми признаками на этапе укоренения растений *in vitro*. Лучший результат при укоренении демонстрируют растения, высота побегов которых была выше 2 см. Результаты наших исследований по укоренению побегов *in vitro* соответствуют литературным.

У всех исследованных сортов смородины черной кмп становится ниже при увеличении концентрации 6-БАП в питательной среде культивирования.

Результаты наших исследований по клональному микроразмножению сорта Сеянец Голубки соответствуют литературным данным, опубликованным ранее [8] для этого сорта. Сорт Сеянец Голубки в наших экспериментах выбран в качестве контрольного. Эффективность мультипликации побегов (по показателям кмп) у сорта Чишма выше, чем у сортов Караидель и Сеянец Голубки (контроль), у двух последних сортов показатели кмп близки. Коэффициент размножения (кмп $4,1 \pm 0,4$) у сорта Чишма выше аналогичных показателей, указанных в литературе [7] для других сортов смородины черной (кмп $1,9 \pm 0,1 - 3,3 \pm 0,6$).

При культивировании *in vitro* сортов смородины черной в питательную среду выделяются фенольные соединения. Во избежание негативного влияния на ростовые характеристики растений, выделяющихся *in vitro* фенольные соединения, пассирование проводили каждые 2-3 недели. Кратковременное пассирование способствует лучшему развитию эксплантов. Длительное культивирование (4–5 недель) приводит к снижению ростовой активности эксплантов.

Таким образом, оптимальным соотношением регуляторов роста в питательной среде для эффективного геммогенеза являются для сорта Сеянец Голубки - 0,5 мг/л БАП + 0,5 мг/л ИУК, для сорта Караидель – 0,75 мг/л БАП + 0,5 мг/л ИУК, для сорта Чишма – 1,0 мг/л БАП + 0,5 мг/л ИУК.

Укоренение мультиплицированных побегов и получение растений-регенерантов. Для укоренения побегов черной смородины сортов Караидель, Чишма и Сеянец Голубки использовали безгормональную питательную среду Мурасиге и Скуга, содержащую различные концентрации (стандартная и разбавленные) минеральных солей, а также питательную среду Мурасиге и Скуга, с добавлением ИУК и ИМК. При этом концентрации регуляторов роста в питательной среде варьировали от 0,1 до 1,0 мг/л. Ризогенез у исследованных сортов отмечали через 10 дней после перевода мультиплицированных побегов на среду для укоренения. Эффективными на этапе укоренения оказались низкие (0,1–0,5 мг/л) концентрации ИУК, индивидуальные для каждого исследованного сорта. Укоренение побегов наблюдали и на безгормональных питательных средах.

Растения-регенеранты сортов смородины черной переводили в стерильные почвенные субстраты для адаптации к условиям *ex vitro*. Приживаемость растений-регенерантов составила 80–90 %.

Заключение

Перспективным способом размножения высокопродуктивных сортов отечественной селекции смородины черной Караидель и Чишма является метод культуры *in vitro* с приемом размножения – активация существующих меристем, который позволяет получить генетически однородный посадочный материал. Подобрана эффективная схема дробной стерилизации эксплантов смородины черной. Относительно низкой зараженностью бактериальной и грибковой инфекцией характеризуется сорт Караидель. В условиях РБ введение в культуру *in vitro* смородины черной возможно в осенний и весенний периоды. Оптимальным сроком для введения в культуру *in vitro* является весенний период. Подобраны оптимальные соотношения и концентрации гормональных факторов питательной среды культивирования на этапах мультипликации побегов и их укоренения. Высоким коэффициентом мультипликации побегов характеризуется сорт Чишма. Протоколы культивирования *in vitro* и получение растений-регенерантов разработаны индивидуально для каждого сорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдеева М.Г., Демина Т.Г., Шафиков Р.А., Фазлиахметов Х.Н., Майстренко Н.В., Зарипова В.М. Садоводство в Башкортостане. Уфа: Мир печати, 2006. 140 с.
2. Абдеева М.Г., Демина Т.Г., Старцева Н.Ю. Создание экологически устойчивых сортов плодово-ягодных культур и винограда для РБ // Экологические проблемы Южного Урала и пути их решения: сб. тр. науч.-практ. конф. Сибай: Сибай. город. типогр. – филиал ГУП РБ Изд. дом «Республика Башкортостан», 2017. С. 3-6.
3. Атрощенко Г.П. Научные основы ускоренного оздоровления и размножения смородины при производстве элиты: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Мичуринск, 1995. 57 с.
4. Титаренко Т.Е. Оптимизация методов введения в культуру *in vitro* некоторых ягодных культур – смородины черной (*Ribes nigrum* L.), смородины красной (*Ribes rubrum* L.) и крыжовника (*Ribes uvacrispa* L.): сб. тр. науч.-практ. конф. Днепропетровськ: Наука; Освіта, 2008. С. 174-175.
5. Брюхина С.А., Муратова С.А., Янковская М.Б., Папихин Р.В. Оптимизация условий культивирования *in vitro* ягодных и декоративных культур // Вест. ТГУ. Т. 15. Вып. 2. 2010. С. 640-645.
6. Сковородников Д.Н., Сазонов Ф.Ф. Особенности клонального микроразмножения смородины черной // Плодоводство и ягодоводство России. М.: ВСТИСП., 2011. Т. XXVI. С. 395-400.
7. Сковородников Д.Н. Клональное микроразмножение в ускорении селекционного процесса смородины черной // Научные ведомости. Сер. Естественные науки. 2012. № 21 (140). Вып. 21/1. С. 58-61.
8. Оразбаева Г.К., Хасанов В.Т., Исаков А.Р., Швидченко В.К. Клональное размножение растений черной смородины (*Ribes nigrum* L.) *in vitro* // Вестн. науки КазАТУ им. С. Сейфуллина. 2012. № 1. С. 115-124.
9. Skovorodnikov D.N., Kazakov I.V., Evdokimenko S.N., Sazonov F.F. Application of diphenylurea derivatives in clonal micropropagation of primocane fruiting raspberry and black currants // Acta Hort. ISHS. 2012. 946. P. 135-138.
10. Pluta S., Zurawicz E. Black currant (*Ribes nigrum* L.) breeding programme in Poland // VI International Symposium on Rubus and Ribes 352. 1993. С. 447-454.
11. Байбурина Р.К., Ишмуратова М.М., Салимгареева А.Ш., Садыкова А.Ф., Жерновкова Т.В., Зарипова А.А. Клональное микроразмножение смородины // IV междунар. конф. по медицинской ботанике. Киев: Изд-во Междунар. ин-та клеточных культур, 1997. С. 316-318.
12. Байбурина Р.К., Ишмуратова М.М., Салимгареева А.Ш., Садыкова А.Ф., Жерновкова Т.В., Зарипова А.А., Абдеева М.Г. Размножение смородины *in vitro* // Проблемы селекции и интенсификации земледелия в Башкортостане. Уфа: Изд-во БГАУ, 1997. С. 97-98.
13. Головина Л.А., Ишмуратова М.М. Введение в культуру *in vitro* смородины // Биологические аспекты расширения, адаптации и устойчивости растений: сб. тр. науч. конф. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. С. 91-94.
14. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. 1962. Vol. 15, № 13. P. 473-497.

Поступила в редакцию 06.10.17

M.M. Ishmuratova, L.A. Golovina

IN VITRO PROPAGATION OF BLACKCURRANT (*RIBES NIGRUM* L.) CULTIVARS OF BASHKIR BREEDING

The main reason for the slow introduction of high-yield blackcurrant cultivars of regional selection into production is a lack of planting material. The aim of the research is the development of *in vitro* clonal micropropagation protocols and the production of regenerating plants of blackcurrant cultivars of Bashkir breeding. The objects of study were the cultivars Karaidel and Chishma, bred in the Bashkir Research Institute of Agriculture. As a control, the cultivar Sejanets Golubki was used. The protocols of clonal micropropagation in culture *in vitro* using the activation of existing meristems were developed. The scheme of sterilization of explants is optimized. It is established that the fractional scheme of sterilization of explants is the most effective. The Karaidel cultivar is relatively low in bacterial and fungal infection (the share of uninfected explants in the trial variants is 71.4-100.0 %). The introduction of blackcurrant into an *in vitro* culture is possible in the autumn and spring periods, the optimal period is spring. High growth rates (shoot multiplication factor, shoot length, number of leaves) in Bashkir cultivars were observed on the nutrient medium MS, supplemented with 0.75-1.0 mg /l BAP in combination with 0.5 mg /l IAA. In the cultivar Sejanets Golubki, these indicators are high at relatively low concentrations of growth regulators. The Chishma cultivar is characterized by a high shoot multiplication factor. Rooting of multiplied shoots was carried out on nutrient media with low IAA concentrations. The variety-specificity of plant reactions at all stages of clonal micropropagation was revealed.

Keywords: fruit and berry crops, *Ribes nigrum* L. cultivars, *in vitro* culture, micropropagation, explant, growth regulators, regenerative plants.

REFERENCE

1. Abdeeva M.G., Demina T.G., Shafikov R.A., Fazliahmetov H.N., Majstrenko N.V. and Zaripova V.M. Sadovodstvo v Bashkortostane [Gardener in Bashkortostan], Ufa: Mir pechati, 2006, 140 p. (in Russ.).
2. Abdeeva M.G., Demina T.G. and Starceva N.Ju. [Creation of ecologically sustainable varieties of fruit and berry crops and grapes for the Republic of Belarus], in *Sb. tr. nauchn.-prakt. konf. «Ekologicheskie problemy Juzhnogo Urala i puti ih reshenija»*, Sibaj: Sibajskaja gorodskaja tipografija – filial GUP RB Izdatel'skij dom “Respublika Bashkortostan”, 2017, pp. 3-6 (in Russ.).
3. Atroschenko G.P. [Scientific foundations of accelerated recovery and reproduction of currant in the production of the elite], Abstract of diss. Dr. Agricultural sci., Michurinsk, 1995, 57 p. (in Russ.).
4. Titarenko T.E. [Optimization of methods for introducing some berry crops into the culture in vitro - black currant (*Ribes nigrum* L.), red currant (*Ribes rubrum* L.) and gooseberry (*Ribes uvacrispa* L.)], in *Sb. tr. nauchn. - prakt. konf. Dnipropetrovs'k: Nauka, Osvita*, 2008, pp. 174-175 (in Russ.).
5. Brjuhina S.A., Muratova S.A., Jankovskaja M.B. and Papihin R.V. [Optimization of the conditions of cultivation in vi-tro berry and ornamental crops], in *Vest. TGU*, vol. 15, iss. 2, 2010, pp. 640-645 (in Russ.).
6. Skovorodnikov D.N. and Sazonov F.F. [Features of clonal micropropagation of currant black], in *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*, M.: VSTISP., 2011, vol. XXVI, pp. 395-400 (in Russ.).
7. Skovorodnikov D.N. [Clonal micropropagation in the acceleration of the black currant breeding process], in *Nauchnye vedomosti. Ser. Estestvennye nauki*, 2012, no. 21 (140), iss. 21/1, pp. 58-61 (in Russ.).
8. Orazbaeva G.K., Hasanov V.T., Iskakov A.R. and Shvidchenko V.K. [Clonal reproduction of black currant plants (*Ribes nigrum* L.) in vitro], in *Vest. nauki KazATU im. S. Sejfullina*, 2012, no. 1, pp. 115-124 (in Russ.).
9. Skovorodnikov D.N., Kazakov I.V., Evdokimenko S.N. and Sazonov F.F. Application of diphenylurea derivatives in clonal micropropagation of primocane fruiting raspberry and black currants, in *Acta Hort. ISHS*, 2012, 946, pp. 135-138.
10. Pluta S. and Zurawicz E. Black currant (*Ribes nigrum* L.) breeding programme in Poland, in *VI International Symposium on Rubus and Ribes* 352, 1993, pp. 447-454.
11. Bajburina R.K., Ishmuratova M.M., Salimgareeva A.Sh., Sadykova A.F., Zhernovkova T.V. and Zaripova A.A. [Clonal microculture of the currant], in *Chetvertaja mezhdunarodnaja konferencija po medicinskoj botanike*, Kiev: Izd-vo Mezhdunar. Instituta kletocnyh kul'tur, 1997, pp. 316-318 (in Russ.).
12. Bajburina R.K., Ishmuratova M.M., Salimgareeva A.Sh., Sadykova A.F., Zhernovkova T.V., Zaripova A.A. and Abdeeva M.G. [Currant reproduction in vitro], in *Problemy selekcii i intensivizacii zemledelija v Bashkortostane*, Ufa: Izd-vo BGAU, 1997, pp. 97-98 (in Russ.).
13. Golovina L.A. and Ishmuratova M.M. [Introduction to culture in vitro currant], in *Sb. tr. nauchn. konf. «Biologicheskie aspekty rasprostraneniya, adaptacii i ustojchivosti rastenij»*, Saransk: Izd-vo Mordov. Un-ta, 2016, pp. 91-94 (in Russ.).
14. Murashige T. and Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures, in *Physiol. Plant*, 1962, vol. 15, no. 13, pp. 473-497.

Ишмуратова Майя Мунировна,
доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры физиологии и общей биологии
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
420076, Россия, г. Уфа, ул. З. Валиди, 32
E-mail: ishmuratova@mail.ru

Ishmuratova M.M.,
Doctor of Biology, Professor at Department
of Physiology and General Biology
Bashkir State University
ul. Z. Validi, 32, Ufa, Russia, 420076
E-mail: ishmuratova@mail.ru

Головина Людмила Андреевна, научный сотрудник
ФГБНУ «Башкирский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»
Кушнаренковский селекционный центр по плодово-
ягодным культурам и винограду
452230, Россия, Республика Башкортостан,
с. Кушнаренково, ул. Садовая аллея 2, корп. А, кв. 2
E-mail: ludmilab_2010@mail.ru

Golovina L.A., Researcher
Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture;
Kushnarenkovsky breeding center for fruit
and berry crops and grapes
Garden alley st., 2/2,
vil. Kushnarenkovo, Republic of Bashkortostan,
Russia, 452230
E-mail: ludmilab_2010@mail.ru