

УДК 581.143.6 : 634.222:632.3

КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ *IN VITRO*

Бунцевич Л.Л., канд. биол. наук, Костюк М.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»
(Краснодар)

Реферат. Показаны результаты клонального микроразмножения сливы на различных по составу питательных средах. Результативность этапов мультипликации и ризогенеза эксплантов сливы сортов Стенлей и Кабардинская ранняя оценивалась по таким показателям, как коэффициент размножения, общее состояние растений, длина микропобегов, количество листьев, подверженность хлорозу тканей.

Ключевые слова: клональное микроразмножение, культура *in vitro*, слива, питательная среда, экспланты, коэффициент размножения

Summary. The results of plums clonal micropropagation on nutrient mediums, various on structure, are shown. Efficiency of propagation stages and a rooting of plum explants of Stanley and Kabardinskaya Rannya varieties, was estimated on such indicators as the propagation coefficient, the general condition of plants, the length of microshoots, quantity of leaves, susceptibility to a tissue chlorosis.

Key words: clonal micropropagation, *in vitro* culture, plum, nutrient medium, plantlets, propagation coefficient

Введение. Особенность работы с культурой *in vitro* заключается в том, что не только для каждой культуры, но и для каждого сорта требуется индивидуальный подбор компонентов среды (макро- и микроэлементов, стимуляторов роста и пр.) [1, 2]. В микроклональном размножении сливы применяют различные питательные среды: жидкую среду WPM с полным или половинным составом минеральных солей [3], среду Лепуавра и В5 [4, 5], среду Розенберга, модифицированную для плодовых культур [6], среду Нича [7]. Наиболее подходящей для многих пород и сортов, в том числе для сливы, считается питательная среда Мурасиге-Скуга (МС) [2, 5, 6, 8-12]. Кроме того, развитие растений в культуре *in vitro* будет зависеть не только от состава питательной среды, но и от состояния растения в целом.

Общеизвестно, что вирусные инфекции существенно меняют параметры жизнедеятельности растений на всех уровнях – от состояния и функциональной активности фотосинтетического аппарата, активности ферментных систем, потребления и накопления минеральных элементов до скорости прохождения фенофаз [13].

Целью нашей работы стала оценка эффективности питательных сред, ранее не применявшихся для клонального микроразмножения сливы или испытанных для других сортов, в сравнении со средой Мурасиге-Скуга, а также установить влияние вируса шарки сливы на эффективность микроразмножения.

Объекты и методы исследований. В работе использованы биотехнологические методы размножения плодовых культур [1, 8]. В ходе исследований выполнены следующие этапы клонального микроразмножения экспериментальных растений: регенерация микропобегов, мультипликация микропобегов, ризогенез. Укоренённые микрорастения доращивались *in vitro*.

Для регенерации микропобегов сортов сливы в культуре *in vitro* была использована среда, приготовленная по прописи Мурасиге и Скуга (1962) в модификации Корнацкого С.А. (1991), в которую на этапе ввода в культуру добавляли БАП 0,2 мг/л среды. Для этапов мультипликации и ризогенеза микропобегов *in vitro* были выбраны среды Гамборга (B5), Уайта и Мурасиге-Скуга (табл. 1). На этапе мультипликации микропобегов в питательную среду добавляли БАП – 1,0 мг/л.

Таблица 1 – Состав питательных сред для мультипликации и ризогенеза микропобегов сливы *in vitro* (без ростовых веществ).

Элементы среды	Среда		
	Мурасиге-Скуга (мг/л)	B5 (Гамборга) (мг/л)	Уайта (мг/л)
Макроэлементы	H ₄ NO ₃ – 1650	(NH ₄) ₂ SO ₄ - 134	Na ₂ SO ₄ - 200
	KNO ₃ – 1900	KNO ₃ – 2500	KNO ₃ – 80
	MgSO ₄ 7H ₂ O – 370	MgSO ₄ 7H ₂ O – 250	MgNSO ₄ – 360
	KH ₂ PO ₄ H ₂ O – 170	NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O – 150	NaH ₂ PO ₄ – 16,5
	CaCl ₂ – 440	CaCl ₂ – 150	KCl – 65;
		Ca(NO ₃) ₂ - 200	
Микроэлементы	H ₃ BO ₃ – 6,2	H ₃ BO ₃ – 3,0	H ₃ BO ₃ – 1,5
	MnSO ₄ · 4H ₂ O – 24,1	MnSO ₄ · 7H ₂ O – 10,0	MnSO ₄ - 4,5
	ZnSO ₄ · 7 H ₂ O – 8,6	ZnSO ₄ · 7 H ₂ O – 2,0	ZnSO ₄ – 1,5
	KJ - 0,83	KJ - 0,75	KJ - 0,75
	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O – 0,25	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O – 0,25	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O – 0,0025
	CuSO ₄ 5H ₂ O – 0,025	CuSO ₄ 5H ₂ O – 0,025	CuSO ₄ 5H ₂ O – 0,02
	CoCl ₂ 6H ₂ O – 0,025	CoCl ₂ 6H ₂ O – 0,025	Fe(SO ₄) ₃ – 2,5
Хелат железа	FeSO ₄ 7H ₂ O – 27,8; Na ₂ – ЭДТА – 37,3		
Витамины	B ₁ – 0,1; B ₆ , PP – 0,5; глицин – 2,0; мезоинозит – 100	B ₁ – 10,0; B ₆ , PP – 1,0; мезоинозит – 100	B ₁ – 0,1; B ₆ – 0,1; PP – 0,5; глицин – 3,0
Сахара	сахароза – 30 г/л	сахароза – 20 г/л	
Агар-агар	8 г/л		

Экспланты культивировали на стеллажах при верхне-боковом освещении. Источник освещения – люминесцентные лампы типа ЛДЦ-80. Культивирование эксплантов сливы вели при 16-часовом световом дне, освещенности 3,5-5 тыс. лк, температуре 23-26 °С и относительной влажности воздуха в помещении 70-75 %.

Обсуждение результатов. Результаты мультипликации микропобегов экспериментальных сортов сливы *in vitro* на различных питательных средах представлены в табл. 2.

Из таблицы следует, что по таким показателям, как коэффициент размножения, общее состояние растений, длина микропобегов, количество листьев, подверженность хлорозу тканей, у сорта Стенлей выделяется вариант со средой Мурасиге-Скуга (МС). Внеш-

ний вид мультиплицированных на изучаемых питательных средах микропобегов сливы сорта Стенлей показан на рис. 1.

Коэффициент размножения сорта Стенлей на среде МС составил 1:5,8 у здоровых эксплантов и 1:4,3 у инфицированных вирусом шарки (PPV), длина микропобегов – 19,8 мм у здоровых эксплантов и 19,5 у заражённых PPV. В варианте «среда МС» отмечается отсутствие такого явления, как витрификация, низкий уровень хлороза микрорастений (в пределах 4-8 %), хорошее общее состояние растений (от 4,4 до 4,8 баллов по 5-балльной шкале). По количеству листьев, кроме варианта МС (7 шт. на микропобег у здоровых эксплантов и 6,3 листа у заражённых PPV), высокий уровень облиственности микропобегов отмечен на среде Гамборга – в среднем 7,1 листьев у здоровых и 6,0 шт. у инфицированных (см. табл. 2, рис. 1).

Таблица 2 – Качественный анализ микропобегов сливы на этапе мультипликации *in vitro*

Питательная среда	Статус	Коэффициент размножения, ед.	Наличие стволика, % от общего числа	Хлороз, %	Число листьев, шт.	Витрификация, %	Общее состояние, балл	Длина микропобегов (высота), мм
Сорт Стенлей								
1. МС (st)	Здоровые	1:5,8	100	4	7,0	0	4,8	19,8
	PPV	1:4,3	100	8	6,3	0	4,4	19,5
2. В5 (среда Гамборга)	Здоровые	1:3,7	100	5	7,1	5	4,0	14,0
	PPV	1:3,8	100	12	6,0	8	3,8	12,3
3. Среда Уайта	Здоровые	1:2,5	100	16	5,4	7	3,9	9,2
	PPV	1:2,2	100	20	5,2	0	3,2	7,8
Кабардинская ранняя								
1. МС (st)	Здоровые	1:3,6	100	3	7,3	0	4,0	15,5
	PPV	1:3,1	100	8	6,3	3	3,5	12,7
2. В5 (среда Гамборга)	Здоровые	1:2,9	100	9	7,0	7	3,7	10,3
	PPV	1:2,2	100	7	6,1	10	3,3	11,3
3. Среда Уайта	Здоровые	1:2,0	100	11	4,2	0	3,6	6,6
	PPV	1:1,5	100	16	4,8	4	3,2	5,0

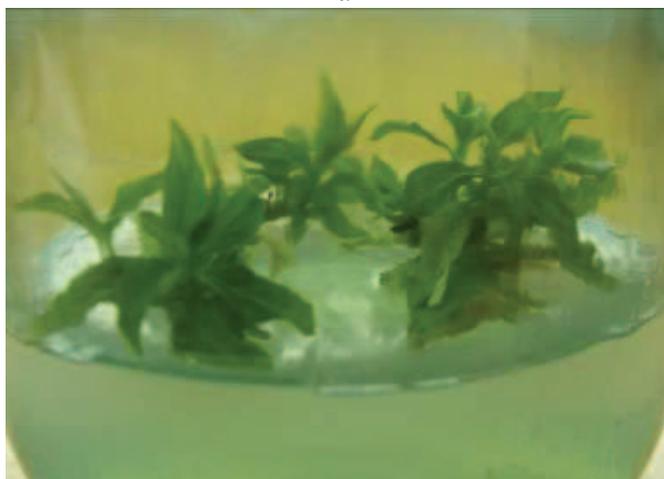
Коэффициент размножения микропобегов у сливы сорта Стенлей на среде В5 (Гамборга) ниже, чем на среде МС и составляет 1:3,7 у здоровых эксплантов и 1:3,8 у инфицированных PPV. Средняя длина микропобегов на среде Гамборга достигает 14,0 (у здоровых) и 12,3 мм (PPV), что меньше, чем на среде МС. Наблюдается витрификация побегов в пределах 5 % (у здоровых) и 8 % (PPV), не выявленная на среде МС. Общее состояние микропобегов хуже и составляет 4,0 и 3,8 баллов, соответственно. Сильнее развивается хлороз микропобегов: 5 % у здоровых и 12 % у заражённых PPV.

На среде Уайта показатели развития микропобегов сливы самые низкие: коэффициент размножения 1:2,5 у здоровых эксплантов и 1:2,2 у заражённых PPV; средняя длина микропобегов – 9,2 мм и 7,8 мм; число листьев – 5,4 и 5,2 шт., соответственно. Отмечено

увеличение доли хлоротичных микрорастений: до 16 % у здоровых и до 20 % у заражённых эксплантов.



а



б



в

Рис. 1. Образцы микропобегов сливы сорта Стенлей на этапе мультипликации на средах: а – Мурасиге-Скуга, б – В5 (Гамборга), в – Уайта

Общее состояние микропобегов – наихудшее в эксперименте и оценивается в 3,9 баллов у здоровых эксплантов и 3,2 балла у эксплантов, инфицированных РРV. Особенностью микропобегов сливы, размножаемых на среде Уайта, является высокая доля витрификации здоровых эксплантов и отсутствие витрификации у эксплантов, заражённых РРV (табл. 2, рис. 1).

У сорта Кабардинская ранняя, в целом, прослеживается такая же зависимость: по коэффициенту размножения, общему состоянию растений, длине микропобегов, количеству листьев, подверженности хлорозу тканей у этого сорта в лучшую сторону выделяется вариант со средой Мурасиге-Скуга (МС). Коэффициент размножения на среде МС составил 1:3,6 у здоровых эксплантов и 1:3,1 у инфицированных вирусом шарки; длина микропобегов – 15,5 мм у здоровых и 12,7 у заражённых.

На среде МС отмечен низкий уровень витрификации: 3 % у эксплантов, заражённых РРV, и отсутствие витрификации у здоровых; низкий уровень хлороза микрорастений (3-8 %) и хорошее общее состояние (от 3,5 баллов у инфицированных до 4,0 баллов у здоровых эксплантов). Число листьев – 7,3 шт., в среднем, у здоровых и 6,3 шт. у инфицированных микропобегов (см. табл. 2).

На среде В5 (Гамборга) у эксплантов сливы сорта Кабардинская ранняя все показатели ниже, чем на среде МС. Коэффициент размножения составляет 1:2,9 у здоровых эксплантов и 1:2,2 у инфицированных РРV, число листьев – 7,0 шт. у здоровых и 6,1 шт. у инфицированных. Средняя длина микропобегов достигает 10,3 (у здоровых) и 11,3 мм (РРV), что меньше, чем на среде МС. Проявилась витрификация побегов на уровне 7 % у здоровых и 10 % у заражённых. Общее состояние микропобегов хуже, чем на среде МС, и составляет 3,7 и 3,3 баллов, соответственно. Сильнее развивается хлороз микропобегов: 9 % у здоровых и 7 % у заражённых РРV (см. табл. 2).

На среде Уайта показатели развития микропобегов сливы сорта Кабардинская ранняя самые низкие: коэффициент размножения 1:2,0 у здоровых эксплантов и 1:1,5 у заражённых РРV, средняя длина микропобегов 6,6 и 5,0 мм, число листьев 4,2 и 4,8 шт., соответственно. Увеличилась доля хлоротичных микрорастений: до 11 % у здоровых и 16 % у заражённых. Общее состояние микропобегов сливы сорта Кабардинская ранняя худшее в эксперименте: 3,6 баллов у здоровых эксплантов и 3,2 балла у инфицированных. Уровень витрификации микропобегов на среде Уайта невысокий: 0 % у здоровых эксплантов и 4 % у заражённых РРV (см. табл. 2). Таким образом, лучшей средой для мультипликации *in vitro* сортов Стенлей и Кабардинская ранняя является среда Мурасиге – Скуга с добавлением БАП – 1,0 мг/л. На всех питательных средах по большинству показателей наблюдается преимущество у здоровых эксплантов.

Конгломераты мультиплицированных побегов делили и пассировали на питательные среды для укоренения (ризогенеза). С целью индукции корнеобразования в среду добавляли ИМК в количестве 1 мг/л. Результаты укоренения микропобегов сливы представлены в табл. 3 (сорт Стенлей) и табл. 4 (сорт Кабардинская ранняя).

Из данных табл. 3 видно, что при введении в среду ауксина ИМК (1 мг/л) у сорта Стенлей процесс корнеобразования успешнее прошёл на среде МС – 94 % микропобегов укоренились, что является максимальной величиной в эксперименте. При этом образовалось наибольшее число корней – в среднем 2,3 шт. на растение, и наибольшую величину составила суммарная длина корней – 8,9 см. Кроме того, на питательной среде Мурасиге-Скуга развилось максимальное число листьев – 6,6 шт. на микрорастение, отмечено лучшее состояние эксплантов – 4,6 балла (см. табл. 3).

На среде В5 (Гамборга) укоренение микропобегов сорта Стенлей прошло менее эффективно. Корешки развились у 79 % эксплантов, число корней у одного микрорастения составило, в среднем, 1,7 шт., суммарная длина корней – 8,1 см. Однако общее состояние растений удовлетворительное и оценивается в 4,5 баллов, что близко к показателю состояния микрорастений на среде МС. По числу листьев экспланты сливы Стенлей на среде В5 (Гамборга) также мало отличаются от эксплантов на среде МС: 6,5 шт. в среднем. Отличительной особенностью варианта «среда В5 (Гамборга)» является высокий уровень

хлороза (9 %), что может свидетельствовать о неблагоприятных условиях развития для микрорастений на этой среде (см. табл. 3).

Таблица 3 – Качественный анализ микрорастений сливы сорта Стенлей на этапе ризогенеза

Питательная среда	Статус	Хлороз, %	Число листьев, шт.	Общее состояние, балл	Наличие корней, % от общего числа растений	Количество корней, шт.	Суммарная длина корней, см / одно микрорастение
МС (st)	Здоровые	0	7,0	4,7	97	2,4	9,5
	PPV	0	6,1	4,5	91	2,1	8,3
	Среднее	0	6,6	4,6	94	2,3	8,9
B5 (среда Гамборга)	Здоровые	8	6,2	4,6	82	1,5	7,7
	PPV	10	6,8	4,3	76	1,9	8,4
	Среднее	9	6,5	4,5	79	1,7	8,1
Среда Уайта	Здоровые	12	6,7	4,0	31	1,3	7,1
	PPV	7	5,2	3,8	29	1,9	6,4
	Среднее	9	5,9	3,9	30	1,6	6,8

На среде Уайта укоренение микропобегов сорта сливы Стенлей прошло наименее эффективно. Корешки развились у 30 % эксплантов, число корней у одного микрорастения составило 1,4 шт., суммарная длина корней – 6 см. Общее состояние растений неудовлетворительное и оценивается в 3,9 балла, что значительно ниже показателей состояния микрорастений на средах МС и B5 (Гамборга).

По числу листьев экспланты сорта Стенлей на среде Уайта также слабее эксплантов на средах М-С и B5 (Гамборга): 5,9 шт. в среднем. Как и в варианте «среда B5 (Гамборга)» на среде Уайта у эксплантов наблюдается высокий уровень хлороза – 9 %, что также может свидетельствовать о неблагоприятных условиях развития микрорастений (см. табл. 3). Внешний вид укоренённых микрорастений сливы сорта Стенлей показан на рис. 2.

При введении в среду ИМК (1 мг/л) у сорта Кабардинская ранняя процесс корнеобразования успешнее прошёл на среде МС – 90 % микропобегов от общего количества, пассированных на среду для ризогенеза, укоренились, что является максимальным результатом для сорта (табл. 4). При этом образовалось наибольшее количество корней – 1,7 шт. на растение, и наибольшую величину составила суммарная длина корней – 6,9 см. Кроме того, на питательной среде Мурасиге-Скуга у эксплантов Кабардинской ранней развилось максимальное число листьев – в среднем 6,0 шт. на микрорастение, общее состояние экс-

плантов лучшее – 4,7 балла. Несмотря на высокую оценку общего состояния микрорастений на среде МС следует отметить заметный уровень хлороза – 6 % .



Рис. 2. Укоренённое микрорастение сливы сорта Стенлей на среде Мурасиге-Скуга+ИМК (1 мг/л)

Таблица 4 – Качественный анализ микрорастений сливы сорта Кабардинская ранняя на этапе ризогенеза

Питательная среда	Статус	Хлороз, %	Число листьев, шт.	Общ. состояние в баллах по 5 б. шкале	Наличие корней, % от общего числа растений	Количество корней, шт.	Суммарная длина корней, см / микрорастение
МС (st)	Здоровые	5	6,1	4,8	89	1,9	7,6
	PPV	7	5,8	4,6	91	1,4	6,1
	Среднее	6	6,0	4,7	90	1,7	6,9
B5 (среда Гамборга)	Здоровые	15	6,7	4,5	86	1,6	6,5
	PPV	8	5,2	4,5	80	1,2	5,6
	Среднее	11	6,0	4,5	83	1,4	6,1
Среда Уайта	Здоровые	12	5,3	3,9	24	1,3	5,7
	PPV	4	4,8	3,3	26	1,5	6,1
	Среднее	8	5,1	3,6	25	1,4	5,9

На среде В5 (Гамборга) укоренение микропобегов сорта Кабардинская ранняя прошло менее эффективно. Корешки развились у 83 % эксплантов, число корней у одного микрорастения – 1,4 шт., их суммарная длина – 6,1 см. Однако общее состояние эксплантов удовлетворительное и оценивается в 4,5 баллов, что близко к данному показателю на среде МС (4,7 баллов). Число листьев у эксплантов Кабардинской ранней на среде В5 (Гамборга) такое же, как на среде МС: 6,0 шт. в среднем. Отличительная особенность варианта «среда В5 (Гамборга)» – высокий уровень хлороза – 11 % (на среде МС – 6 %), что свидетельствует о менее благоприятных условиях для развития микрорастений.

На среде Уайта укоренение микропобегов сорта Кабардинская ранняя наименее эффективно. Корешки развились у 25 % эксплантов, число корней одного микрорастения – 1,4 шт., суммарная длина корней – 5,9 см. Общее состояние растений неудовлетворительное (3,6 балла), значительно ниже показателей состояния микрорастений на средах МС и В5. Количество листьев на микропобегах Кабардинской ранней на среде Уайта также меньше, чем на средах МС и В5 – 5,1 шт. в среднем. На среде Уайта уровень хлороза эксплантов – 9 % в среднем, что близко к показателю на среде М-С (см. табл. 4).

Внешний вид укоренённых микрорастений сливы сорта Кабардинская ранняя показан на рис. 3.



Рис. 3. Укоренённое микрорастение сливы сорта Кабардинская ранняя на среде Мурасиге-Скуга с добавлением ИМК (1 мг/л)

На этапе укоренения преимущество здоровых эксплантов перед заражёнными вирусом шарки сливы (PPV) менее выражено, что, вероятно, связано со снижением активности вируса в процессе культивирования *in vitro*.

Выводы. Наибольшая результативность мультипликации и ризогенеза эксплантов сливы сортов Стенлей и Кабардинская ранняя установлена на среде Мурасиге-Скуга: максимальный коэффициент размножения эксплантов, высший балл общего состояния микропобегов, нулевой или низкий уровень хлороза, максимальное развитие листьев и корней у растений.

Эффективность мультипликации сливы экспериментальных сортов на питательной среде В5 (Гамборга) ниже, чем на среде МС: меньше коэффициент размножения, слабее, хотя и незначительно, развиваются листья и корни, сильнее выражен хлороз. Однако общее состояние микрорастений изучаемых сортов сливы на среде Гамборга практически на уровне среды Мурасиге-Скуга.

В сравнении со средами МС и В5 питательная среда Уайта показала неудовлетворительные результаты в размножении и укоренении эксплантов. На среде Уайта у микропопелов сливы сортов Стенлей и Кабардинская ранняя наименьший коэффициент размножения, худшее развитие листьев и корней, низкая оценка общего состояния растений.

На всех питательных средах у здоровых эксплантов наблюдается преимущество по большинству изученных показателей на этапе мультипликации. На этапе укоренения преимущество здоровых эксплантов перед заражёнными вирусом шарки сливы (PPV) менее выражено, что, вероятно, связано со снижением активности вируса в процессе культивирования *in vitro*.

Литература

1. Корнацкий, С.А. Микроразмножение сортов сливы / С.А. Корнацкий // Проблемы интенсификации современного садоводства. – Мичуринск: ВНИИС, 1990. – С. 164-165.
2. Трушечкин, В. Г. Клональное микроразмножение косточковых культур в системе производства оздоровленного посадочного материала / В.Г. Трушечкин, В.А. Высоцкий, С.А. Корнацкий // Биология культивируемых клеток и биотехнология: тезисы докл. междунар. конф. (2-6 авг. 1988 г.), часть 2. – Новосибирск, 1988. – С. 319-320.
3. Пугачёв, Р.М. Особенности размножения растений рода *Prunus* L. в культуре *in vitro*: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Роман Михайлович Пугачёв. – Горки, 2003. – 23 с.
4. Бунцевич, Л.Л. Производство безвирусного посадочного материала и создание базовых маточных насаждений / Бунцевич, М.А. Костюк, Е.Н. Палецкая // [Плодоводство и виноградарство Юга России](#) [Электронный ресурс]. – 2012. – № 13 (01). – С. 31-50. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/12/01/05.pdf>
5. Шипунова, А. А. Клональное микроразмножение плодовых растений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Анна Аркадьевна Шипунова. – М., 2003. – 24 с.
6. Луговской, А.П. Технология комбинаторной и клоновой селекции сортов плодовых культур / А.П. Луговской, С.Н. Артюх, Е.М. Алехина [и др.] // [Интенсивные технологии возделывания плодовых культур](#). – Краснодар, СКЗНИИСиВ, 2004. – С. 127-203.
7. Ланская, Л.Е. Роль экспланта сливы при введении в культуру *in vitro* / Л.Е. Ланская // Интродукция нетрадиционных и редких растений: материалы междунар. науч.-метод. конф. (8-12 июня 2008 г. Мичуринск). – Мичуринск, 2008. – С. 211-213.
8. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами / под ред. Джигадло Е.Н. – Орёл: ГНУ ВНИИСПК, 2005. – 50 с.
9. Корнацкий, С.А. Проблемы клонального микроразмножения косточковых культур / С.А. Корнацкий, В.А.Высоцкий, В.Г. Трушечкин // Достижения в плововодстве в Нечерноземной зоне РСФСР. – М., 1991. – С. 104-116.
10. Индукция морфогенеза и тканевая селекция плодовых и ягодных культур: методические рекомендации; под ред. Перфильева В.Е. – Мичуринск, 1996. – 74 с.
11. Свитайло, А. М. Клональное микроразмножение подвоев и сортов плодовых культур / А.М. Свитайло, П.Е. Бондаренко, Н.С. Шевчук // Биология культивируемых клеток и биотехнология: тезисы докл. междунар. конф. (2-6 авг. 1988 г.). – Новосибирск: ИЦИГ, 1988. – С. 346.
12. Корнацкий, С.А. Особенности клонального микроразмножения сливы в системе производства оздоровленного посадочного материала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.08 / Сергей Аркадьевич Корнацкий. – Москва, 1991. – 24 с.
13. Розанов, В.В. Фотосинтетическая деятельность инфицированного и свободного от вирусной инфекции картофеля: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / Владимир Владимирович Розанов. – Москва, 1991. – 26 с.