

АДАПТАЦИЯ К НЕСТЕРИЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ РАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА
УКОРЕНЕННЫХ *IN VITRO* НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ОБОГАЩЕННОЙ
КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИС.В. АКимова, А.К. РАДЖАБОВ, Д.А. БУХТИН, В.В. КИРКАЧ,
О.Н. АЛАДИНА, В.И. ДЕМЕНКО, О.О. БЕЛОШАПКИНА

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Статья посвящена совершенствованию элементов технологии клонального микроразмножения сортов винограда межвидового происхождения Хасанский и Агат Донской, направленных на повышение приживаемости растений регенерантов *in vitro* в нестерильных условиях *ex vitro*. В задачи исследований входило выявление последствий введения в состав питательной среды на этапе ризогенеза кремнийорганических соединений крезацин и черказ в качестве стимуляторов корнеобразования на приживаемость и развитие *ex vitro* растений винограда на этапе адаптации.

Крезацин (крезоксиацетат или триэтаноламинная соль крезоксиуксусной кислоты) характеризуется широким спектром биологической активности. Выявлено, что антистрессовое, мембрано-стабилизирующее действие крезацина осуществляется через торможение перекисного окисления липидов мембран. Черказ (этилсилатран) – это препарат, не содержащий хлора и являющийся эффективным стимулятором роста на первых этапах развития растений; препарат способствует повышению энергии прорастания и всхожести семян. Свойство черказа повышать устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям внешней среды может быть обусловлено стабилизацией клеточных мембран. Поэтому он рекомендован как криопротектор на винограде.

В настоящее время при совершенствовании технологии клонального микроразмножения винограда большое внимание уделяют изучению влияния новых биологически активных веществ на пролиферацию и ризогенез *in vitro*, в том числе биологически активных препаратов кремнийорганической природы, но практически отсутствуют исследования по последствию данных приемов на этапе адаптации. Данная работа посвящена исследованию последствия подобных приемов и влиянию их на механизм адаптации *ex vitro*.

Было выявлено, что при клональном микроразмножении винограда сорта Хасанский на этапе ризогенеза наиболее эффективно в состав питательной среды в качестве стимуляторов корнеобразования добавлять (мг/л): крезацин 2,0; крезацин 0,5 + ИМК 0,5; крезацин 1,5 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5; черказ 2,0 + ИМК 0,5.

При клональном микроразмножении винограда сорта Агат Донской наиболее эффективно на этапе ризогенеза в состав питательной среды в качестве стимуляторов корнеобразования добавлять (мг/л): крезацин 0,2 + ИМК 0,5; черказ 0,1 + ИМК 0,5; черказ 0,3 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5.

Ключевые слова: клональное микроразмножение, виноград межвидового происхождения, субкультивирование, укоренение, адаптация, крезацин, черказ

Сортимент современных сортов винограда для зоны рискованного земледелия в основном представлен межвидовыми гибридами на основе *Vitis amurensis* Rupr.,

Vitis Riparia Michx., *Vitis Labrusca* L., что влечет за собой проблемы, связанные с их вегетативным размножением [4, 9]. Корнеобразовательная способность сортов межвидового происхождения невысока и в среднем составляет не более 50% и, кроме того, укорененные зеленые черенки винограда плохо переносят пересадку в открытый грунт и в массе своей гибнут при перезимовке.

Клональное микроразмножение – современный интенсивный способ массового бесполого размножения растений в культуре тканей и клеток [16]. Заключительным и наиболее ответственным его этапом является адаптация микрорастений к нестерильным условиям, так как потери при этом могут превышать более 90% [2, 12]. Термин адаптация означает способность организма приспособиться к условиям обитания. Во время роста *in vitro* растения развиваются при высокой влажности воздуха, низкой освещенности, с низким водным потенциалом среды, гетеротрофным питанием, строго контролируемым температурным режимом. Поэтому после переноса микрорастений в нестерильные условия они подвергаются различным физиологическим стрессам. Гетеротрофное питание приводит к полной или частичной потере способности листового аппарата к активному фотосинтезу. Также при пересадке на адаптацию возникают проблемы из-за недостаточного функционирования корневой системы микрорастений, так как она не в состоянии поглотить необходимое количество воды и элементов питания из субстрата, чтобы компенсировать транспирацию и обеспечить дальнейшее развитие *ex vitro* растений [7]. Приживаемость регенератов при адаптации зависит от комплекса факторов: развития корневой системы, типа субстрата, освещенности, температуры и влажности воздуха, инфекционной нагрузки, деятельности устьичного аппарата, транспирации, баланса между листовым аппаратом и корневой системой [2, 10, 12, 19].

Для индукции ризогенеза традиционно используют ауксины – индолилмасляную (ИМК), индолилуксусную (ИУК) и нафтилуксусную (НУК) кислоты [22, 23]. Длительное воздействие ауксина при этом стимулирует формирование корневых зачатков, но впоследствии ингибирует рост корней и способствует развитию каллуса. Отсутствие корневых волосков при культивировании *in vitro* также связано с недостатком кислорода, что ухудшает поглощение воды и минеральных солей и впоследствии негативно сказывается на адаптации микрорастений к нестерильным условиям [11, 20].

Одно из направлений совершенствования технологии клонального микроразмножения является выявление эффективных экологически безопасных соединений с широким спектром действия, их оптимальных концентраций, сроков и способов применения. В этой связи перспективно изучение эффективности и разработка методики введения в состав питательной среды кремнийорганических соединений в качестве индукторов ризогенеза [14].

Крезацин (трис – (2 – оксиэтил) аммоний – о – крезоксиацетат или триэтианолааминовая соль крезоксиуксусной кислоты) характеризуется широким спектром биологической активности. Выявлено, что антистрессовое, мембрано-стабилизирующее действие крезацина осуществляется через торможение перекисного окисления липидов мембран [5, 13, 14].

Черказ (этилсилатран) – это препарат, не содержащий хлора и являющийся эффективным стимулятором роста на первых этапах развития растений; способствует повышению энергии прорастания и всхожести семян [3, 18]. Его свойство повышать устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям внешней среды может быть обусловлено стабилизацией клеточных мембран, поэтому он рекомендован как криопротектор на винограде [21].

В настоящее время большое внимание при совершенствовании технологии клонального микроразмножения винограда уделяют изучению влияния новых биологически

активных веществ на ризогенез *in vitro*, в том числе биологически активных препаратов кремнийорганической природы, но практически нет исследований по последствию данных приемов на этапе адаптации. Данная работа посвящена исследованию последствия кремнийорганических соединений на адаптационном этапе *ex vitro*.

Цель исследований: выявить последствие введения в состав питательной среды на этапе ризогенеза кремнийорганических соединений крезацин и черказ в качестве стимуляторов корнеобразования на приживаемость и развитие *ex vitro* растений винограда на этапе адаптации.

Методика исследований

Опыты проводили в лаборатории клонального микроразмножения РГАУ МСХА в 2017–2018 гг.

Объектами исследований служили сорта винограда межвидового происхождения: Хасанский и Агат Донской.

На этапе ризогенеза питательная среда по прописи Мурасиге и Скуга (МС) содержала минеральные микро- и ½ макросоли и следующие органические вещества (мг/л): витамины тиамин (В1), пиридоксин (В6), никотиновую кислоту (РР) – по 0,5; сахарозу – 15000; агар-агар – 7000.

В опытных вариантах в питательную среду добавляли препараты крезацин и черказ, а также производили совмещение данных препаратов с ИМК (табл. 1). рН питательной среды доводили до 5,8. Питательная среда, предварительно разлитая по стеклянным культуральным сосудам, подвергалась стерилизации в автоклаве при температуре 120°C и давлении 0,1 мПа в течение 20 мин. В ламинарном боксе в каждый сосуд помещали по 10 микрочеренков длиной в 1–2 узла. Далее культуры инкубировали в световой комнате при интенсивности освещения 2500 люкс, 16-и часовом фотопериоде и температуре 20–22°C.

Таблица 1

Схема опыта

Крезацин, мг/л	Черказ, мг/л	Крезацин + ИМК, мг/л		Черказ + ИМК, мг/л	
0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,5
0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,5
0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5
0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5
1,5	1,5	1,5	0,5	1,5	0,5
2,0	2,0	2,0	0,5	2,0	0,5

Пересадку укорененных микрорастений в нестерильные условия по вариантам опыта осуществляли через 45 дней после пассажа на укоренение. В качестве субстрата использовали смесь переходного обогащенного торфа «Пельгорское-М»

и перлита в соотношении 3:1, посадку осуществляли в пластиковые кассеты (49 ячеек, 4×4см). Субстрат обрабатывали фунгицидом «Максим» 20мл/10л. Учет динамики роста и развития растений на этапе адаптации производили через 30 дней после высадки каждого варианта.

Повторность опыта – двукратная, по 7 регенерантов в каждой повторности. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. (1985).

Результаты исследований и их обсуждение

В предыдущих исследованиях [1] выявлено, что на этапе ризогенеза винограда сорта Хасанский в состав питательной среды на основе минеральных солей ½ Му-расига и Скуга в качестве стимуляторов корнеобразования микрочеренков винограда является эффективным добавление препаратов кремнийорганической природы, как отдельно, так и в сочетании с ИМК (мг/л): крезацин 0,2; крезацин 1,5; крезацин 1,5 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5; черказ 1,5 + ИМК 0,5; черказ 2,0 + ИМК 0,5.

При пересадке микрорастений на этапе адаптации к нестерильным условиям в целом по вариантам приживаемость колебалась в пределах 53–100%. Для лучшей наглядности результатов опыта при учете приживаемости и развития растений винограда *in vivo* мы ввели группировку по долям (%) с различным развитием: сильным, средним и слабым (табл. 2).

Таблица 2

Распределение показателей роста и развития растений винограда сорта Хасанский по условным группам

Вариант группировки	Суммарная длина побегов, см	Площадь листовой поверхности, см ²	Суммарная длина корней, см
сильные	20,0–23,8	6,1–16,5	5,1–8,3
средние	10,0–19,9	2,6–6,0	3,8–5,0
слабые	2,0–9,9	1,0–2,5	1,8–3,7

При учете через 30 дней после высадки микрорастений на адаптацию и для изучения последствий добавления в питательную среду препарата крезацин, сохранилось преимущество вариантов крезацин 0,2 мг/л; крезацин 1,5 мг/л, где приживаемость микрорастений составила 93,3%, а доля адаптированных растений с сильным и средним развитием – 70–71,4%.

Следует также особо отметить варианты: крезацин 2,0 мг/л; крезацин 0,5 мг/л + ИМК 0,5 мг/л, приживаемость в которых также составила 93,3%, а доля адаптированных растений с сильным и средним развитием – 92,9%.

В контрольном варианте с ИМК 0,5 мг/л приживаемость микрорастений также составляла 93,3%, но доля адаптированных растений с сильным и средним развитием составила всего 42,9% (табл. 3, рис. 1).

При изучении последствий добавления в питательную среду препарата черказ, сохранилось преимущество ранее выделенных на этапе ризогенеза вариантов (мг/л): черказ 0,4 + ИМК 0,5; черказ 1,5 + ИМК 0,5; черказ 2,0 + ИМК 0,5, где приживаемость микрорастений составила 93,3%, а доля адаптированных растений с сильным и средним развитием – 78,6–100%.

**Приживаемость в нестерильных условиях
микрорастений винограда (сорт Хасанский) после введения в состав
питательной среды на этапе ризогенеза препарата крезацин
в качестве стимулятора корнеобразования (30 день адаптации)**

Концентрация препаратов, мг/л	Приживаемость, %	Доля адаптированных растений с сильным и средним развитием, %	Средняя длина побегов, см	Средняя длина корней, см	Средняя суммарная площадь листовой поверхности, см ²
Контроль ИМК 0,5	93,3	42,9	22,6	20,4	18,1
Крезацин 0,1	73,3	72,7*	14,3	19,5	25,0*
Крезацин 0,2	93,3	71,4*	17,9	28,4*	43,4*
Крезацин 0,3	66,7	70,0*	15,4	18,9	26,4*
Крезацин 0,4	86,7	84,6*	18,5	28,6*	47,3*
Крезацин 0,5	80,0	50,0	11,9	19,9	23,4
Крезацин 1,0	73,3	90,9*	20,0	25,6*	44,5*
Крезацин 1,5	93,3	71,4*	15,9	26,3*	36,6*
Крезацин 2,0	93,3	92,9*	20,9	31,8*	53,9*
НСР ₀₅	12,55	10,78	2,62	3,66	5,31
Контроль ИМК 0,5	93,3	42,9	22,6	20,4	18,1
Крезацин 0,1 + ИМК 0,5	53,3	75,0*	15,3	13,8	16,8
Крезацин 0,2 + ИМК 0,5	80,0	83,3*	18,1	24,8*	38,4*
Крезацин 0,3 + ИМК 0,5	80,0	66,7*	14,2	21,8	29,2*
Крезацин 0,4 + ИМК 0,5	53,3	75,0*	15,9	14,8	20,3
Крезацин 0,5 + ИМК 0,5	93,3	92,9*	20,1	30,7*	50,4*
Крезацин 1,0 + ИМК 0,5	66,7	80,0*	18,9	21,4	34,5*
Крезацин 1,5 + ИМК 0,5	73,3	90,9*	23,6	26,7*	48,0*
Крезацин 2,0 + ИМК 0,5	80,0	83,3*	18,8	25,9*	41,9*
НСР ₀₅	11,22	11,50	2,79	3,34	4,96

Примечание. *Различия с контролем достоверны.

Также выделился вариант с концентрацией препарата черказ 1,0 мг/л, где приживаемость составила 100%, а доля растений с сильным и средним развитием – 80% (табл. 4, рис. 1).

Таблица 4

**Приживаемость в нестерильных условиях
микрорастений винограда (сорт Хасанский) после введения в состав
питательной среды на этапе ризогенеза препарата черказ
в качестве стимулятора корнеобразования (30 день адаптации)**

Концентрация препаратов, мг/л	Приживаемость, %	Доля адаптированных растений с сильным и средним развитием, %	Средняя длина побегов, см	Средняя длина корней, см	Средняя суммарная площадь листовой поверхности, см ²
Контроль ИМК 0,5	93,3	42,9	22,6	20,4	18,1
Черказ 0,1	86,7	61,5*	13,7	25,2*	36,8*
Черказ 0,2	86,7	84,6*	17,6	27,5*	43,8*
Черказ 0,3	60,0	66,7*	16,6	17,2	24,5*
Черказ 0,4	73,3	54,5*	14,1	20,8	29,4*
Черказ 0,5	60,0	55,6*	14,9	17,8	26,7*
Черказ 1,0	100,0	80,0*	18,7	31,6*	50,0*
Черказ 1,5	80,0	75,0*	12,0	20,1	23,5*
Черказ 2,0	86,7	53,8*	12,3	21,6	25,3*
НСР ₀₅	12,11	9,58	2,37	3,37	4,64
Контроль ИМК 0,5	93,3	42,9	22,6	20,4	18,1
Черказ 0,1 + ИМК 0,5	40,0	100,0*	20,8	12,3	18,7
Черказ 0,2 + ИМК 0,5	80,0	75,0*	19,8	24,4*	37,2*
Черказ 0,3 + ИМК 0,5	53,3	75,0*	17,6	17,0	27,1*
Черказ 0,4 + ИМК 0,5	93,3	100,0*	26,7*	35,4*	65,4*
Черказ 0,5 + ИМК 0,5	53,3	100,0*	26,6*	21,0	39,8*
Черказ 1,0 + ИМК 0,5	60,0	77,8*	16,3	16,5	22,2
Черказ 1,5 + ИМК 0,5	93,3	78,6*	19,1	29,9*	48,0*
Черказ 2,0 + ИМК 0,5	93,3	85,7*	20,3	31,4*	52,7*
НСР ₀₅	11,00	12,25	3,16	3,47	5,49

Примечание. *Различия с контролем достоверны.

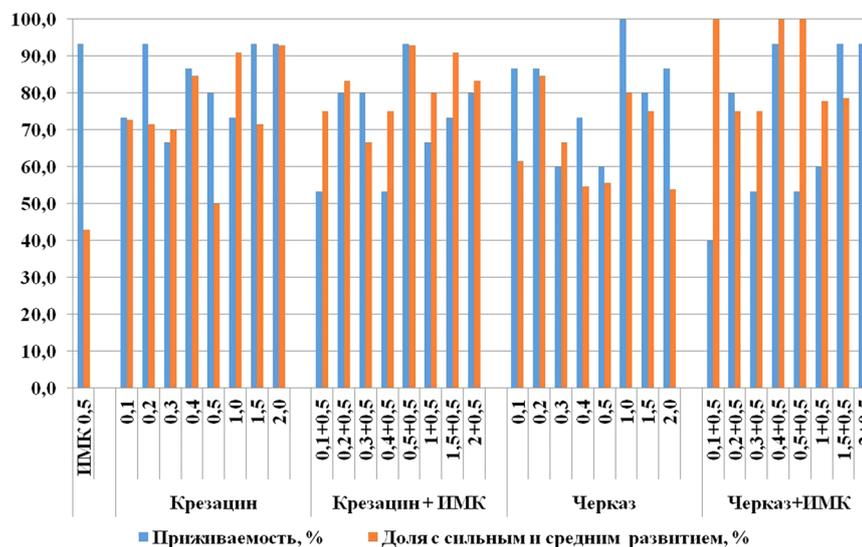


Рис. 1. Приживаемость на 30 день адаптации и доля микрорастений винограда с сильным и средним развитием, укорененных на питательной среде, обогащенной препаратами черказ и крезацин (сорт Хасанский)

Так как в опытных вариантах были отмечены резкие колебания по укореняемости на этапе ризогенеза, приживаемости на этапе адаптации и доле хорошо развитых *ex vitro* растений, было решено по каждому варианту сделать перерасчет и определить итоговое количество растений с сильным и средним развитием от числа 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза (табл. 5, рис. 2).

Таблица 5

Итоговое количество растений винограда (сорт Хасанский) с сильным и средним развитием из расчета 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза (30 день адаптации)

Концентрация препаратов, мг/л	Укореняемость <i>in vitro</i> на 7 неделе субкультивирования, %	Укореняемость <i>in vitro</i> на 7 неделе субкультивирования, шт.	Приживаемость на 30 день адаптации, %	Приживаемость на 30 день адаптации, шт.	Доля растений с сильным и средним развитием на 30 день адаптации, %	Количество растений с сильным и средним развитием на 30 день адаптации, шт.
1	2	3	4	5	6	7
ИМК 0,5	100	100	93,3	93	42,9	40
Крезацин						
0,1	86,7	87	73,3	64	72,7	46
0,2	100	100	93,3	93	71,4	67
0,3	60	60	66,7	40	70,0	28
0,4	93,3	93	86,7	81	84,6	68
0,5	93,3	93	80,0	74	50,0	37
1,0	66,7	67	73,3	49	90,9	45

1	2	3	4	5	6	7
1,5	100	100	93,3	93	71,4	67
2,0	93,3	93	93,3	87	92,9	81
	Крезацин + ИМК					
0,1+0,5	73,3	73	53,3	39	75,0	29
0,2+0,5	86,7	87	80,0	72	83,3	60
0,3+0,5	86,7	87	80,0	58	66,7	39
0,4+0,5	93,3	93	53,3	70	75,0	52
0,5+0,5	93,3	93	93,3	87	92,9	80
1,0+0,5	80	80	66,7	64	80,0	51
1,5+0,5	100	100	73,3	91	90,9	83
2,0+0,5	93,3	93	80,0	78	83,3	65
	Черказ					
0,1	80	80	86,7	69	61,5	43
0,2	86,7	87	86,7	75	84,6	64
0,3	46,7	47	60,0	28	66,7	19
0,4	73,3	73	73,3	54	54,5	29
0,5	60	60	60,0	36	55,6	20
1,0	86,7	87	100,0	87	80,0	69
1,5	80	80	80,0	64	75,0	48
2,0	80	80	86,7	69	53,8	37
	Черказ + ИМК					
0,1+0,5	86,7	87	40,0	35	100,0	35
0,2+0,5	80	80	80,0	64	75,0	48
0,3+0,5	66,7	67	53,3	36	75,0	27
0,4+0,5	100	100	93,3	93	100,0	93
0,5+0,5	66,7	67	53,3	36	100,0	36
1,0+0,5	93,3	93	60,0	56	77,8	44
1,5+0,5	100	100	93,3	93	78,6	73
2,0+0,5	100	100	93,3	93	85,7	80

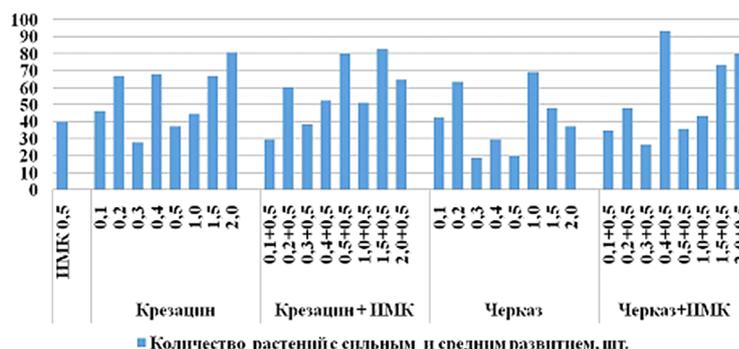


Рис. 2. Итоговое количество растений винограда (сорт Хасанский) с сильным и средним развитием из расчета 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза (30 день адаптации)

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при клональном микро-размножении винограда сорта Хасанский наиболее эффективно на этапе ризогенеза в состав питательной среды в качестве стимуляторов корнеобразования добавлять (мг/л): крезацин 2,0; крезацин 0,5 + ИМК 0,5; крезацин 1,5 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5; черказ 2,0 + ИМК 0,5. Так как через 30 дней после высадки на адаптацию в данных вариантах количество растений с сильным и средним развитием составило 80–93 шт. против 40 шт. в контроле от числа 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза (табл. 5, рис. 2).

В предыдущих исследованиях [1] выявлено, что на этапе ризогенеза винограда сорта Агат Донской в состав питательной среды в качестве стимуляторов корнеобразования эффективно добавлять препараты кремнийорганической природы в сочетании с ИМК (мг/л): крезацин 0,2 + ИМК 0,5; черказ 0,1 + ИМК 0,5; черказ 0,2 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5; черказ 0,5 + ИМК 0,5.

Для лучшей наглядности результатов опыта при учете приживаемости и развития растений винограда *in vivo* была введена группировка по долям (%) с различным развитием: сильным, средним и слабым (табл. 6).

Таблица 6

Распределение показателей роста и развития растений винограда сорта Агат Донской по условным группам

Вариант группировки	Суммарная длина побегов, см	Площадь листовой поверхности, см ²	Суммарная длина корней, см
сильные	17,0–21,5	9,0–23,0	7,0–8,5
средние	9,0–16,9	2,5–8,9	4,5–6,9
слабые	2,0–8,9	0,5–2,4	1,5–4,4

При учетах через 30 дней после высадки микрорастений сорта Агат Донской на адаптацию и изучении последствий добавления в питательную среду препарата крезацин, сохранилось преимущество варианта «крезацин 0,2 мг/л + ИМК 0,5 мг/л» и выделился также вариант «крезацин 0,5 мг/л + ИМК 0,5 мг/л», где приживаемость микрорастений составила 73,3% против 53,3% в контроле, а доля адаптированных растений с сильным и средним развитием – 72,7% против 62,5% в контроле (табл. 7, рис. 3).

**Приживаемость в нестерильных условиях
микрорастений винограда (сорт Агат Донской) после введения в состав
питательной среды на этапе ризогенеза препарата крезацин
в качестве стимулятора корнеобразования (30 день адаптации)**

Концентрация препаратов, мг/л	Приживаемость, %	Доля адаптированных растений с сильным и средним развитием, %	Средняя длина побегов, см	Средняя длина корней, см	Средняя суммарная площадь листовых поверхностей, см ²
Контроль ИМК 0,5	53,3	62,5	15,3	16,7	16,7
Крезацин 0,1	40,0	50,0	11,6	11,8	10,9
Крезацин 0,2	46,7	42,9	8,3	13,3	11,6
Крезацин 0,3	53,3	50,0	10,0	16,3	23,8*
Крезацин 0,4	26,7	75,0*	13,5	8,8	9,4
Крезацин 0,5	40,0	50,0	10,7	11,8	10,9
Крезацин 1,0	66,7*	60,0	11,9	20,9*	25,0*
Крезацин 1,5	53,3	75,0*	13,4	17,7	18,8
Крезацин 2,0	26,7	75,0*	14,7	8,8	9,4
НСР ₀₅	6,78	9,01	1,82	2,10	2,28
Контроль ИМК 0,5	53,3	62,5	15,3	16,7	16,7
Крезацин 0,1 + ИМК 0,5	33,3	60,0	12,4	10,3	10,1
Крезацин 0,2 + ИМК 0,5	73,3*	72,7	14,4	24,6*	34,7*
Крезацин 0,3 + ИМК 0,5	53,3	37,5	11,1	14,8	12,3
Крезацин 0,4 + ИМК 0,5	66,7*	60,0	11,6	20,9*	25,0*
Крезацин 0,5 + ИМК 0,5	73,3*	72,7*	14,5	24,6*	34,7*
Крезацин 1,0 + ИМК 0,5	73,3*	45,5	11,9	21,5*	23,5*
Крезацин 1,5 + ИМК 0,5	60,0	66,7	12,6	19,4	24,2*
Крезацин 2,0 + ИМК 0,5	40,0	83,3*	16,0	13,7	15,2
НСР ₀₅	8,78	9,35	2,00	2,78	3,27

Примечание. *Различия с контролем достоверны.

При изучении последствий добавления в питательную среду препарата черказ, сохранилось преимущество ранее выделенных на этапе ризогенеза вариантов (мг/л): черказ

0,1 + ИМК 0,5 и черказ 0,4 + ИМК 0,5, где приживаемость микрорастений составила 73,3–80%, а доля адаптированных растений с сильным и средним развитием – 66,7–81,8%.

Также выделился вариант (мг/л): черказ 0,3 + ИМК 0,5, где приживаемость составила 80%, а доля растений с сильным и средним развитием – 83,3% (табл. 8, рис. 3).

Таблица 8

**Приживаемость в нестерильных условиях
микрорастений винограда (сорт Агат Донской) после введения в состав
питательной среды на этапе ризогенеза препарата черказ
в качестве стимулятора корнеобразования (30 день адаптации)**

Концентрация препаратов, мг/л	Приживаемость, %	Доля адаптированных растений с сильным и средним развитием, %	Средняя длина побегов, см	Средняя длина корней, см	Средняя суммарная площадь листовой поверхности, см ²
Контроль ИМК 0,5	53,3	62,5	15,3	16,7	16,7
черказ 0,1	13,3	50,0	12,0	3,9	3,6
черказ 0,2	26,7	50,0	10,5	7,9	7,2
черказ 0,3	33,3	40,0	11,2	9,4	7,9
черказ 0,4	33,3	40,0	9,7	9,4	7,9
черказ 0,5	60,0*	33,3	10,2	16,3	13,0
черказ 1,0	26,7	25,0	8,2	6,9	5,0
черказ 1,5	33,3	20,0	9,8	8,4	5,8
черказ 2,0	33,3	40,0	8,3	9,4	7,9
НСР ₀₅	5,22	6,01	1,59	1,47	1,25
Контроль ИМК 0,5	53,3	62,5	15,3	16,7	16,7
черказ 0,1 + ИМК 0,5	73,3*	81,8*	16,3	25,5*	36,9*
черказ 0,2 + ИМК 0,5	66,7*	60,0	17,0	21,7*	39,0*
черказ 0,3 + ИМК 0,5	80,0*	83,3*	16,3	28,0*	39,8*
черказ 0,4 + ИМК 0,5	80,0*	66,7	11,6	25,8*	30,8*
черказ 0,5 + ИМК 0,5	46,7	57,1	16,0	14,5	18,4
черказ 1,0 + ИМК 0,5	40,0	83,3*	19,3*	14,2	24,6*
черказ 1,5 + ИМК 0,5	40,0	100,0*	22,8*	15,7	36,2*
черказ 2,0 + ИМК 0,5	33,3	80,0*	16,3	11,5	17,0
НСР ₀₅	8,56	11,25	2,52	2,89	4,32

Примечание. *Различия с контролем достоверны

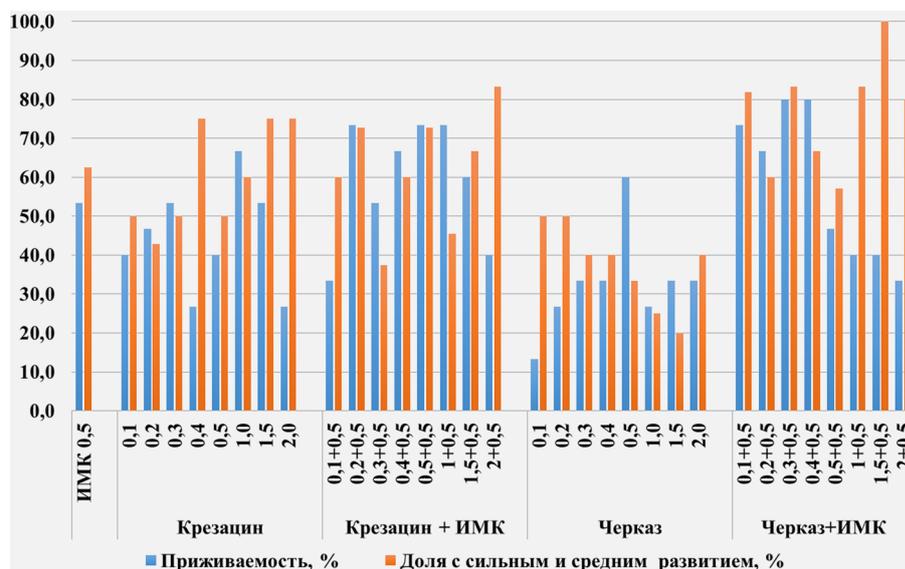


Рис. 3. Приживаемость на 30 день адаптации и доля микрорастений винограда с сильным и средним развитием, укорененных на питательной среде, обогащенной препаратами черказ и крезацин (сорт Агат Донской)

Перерасчёт и определение итогового количества растений с сильным и средним развитием от числа 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза показал, что при клональном микроразмножении винограда сорта Агат Донской наиболее эффективно на этапе ризогенеза в состав питательной среды в качестве стимуляторов корнеобразования добавлять (мг/л): крезацин 0,2 + ИМК 0,5; черказ 0,1 + ИМК 0,5; черказ 0,3 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5. Так как через 30 дней после высадки на адаптацию в данных вариантах количество растений с сильным и средним развитием составило 53–62 шт., против 31 шт. в контроле от числа 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза (табл. 9, рис. 4).

Наши исследования показали, что исследуемые сорта имеют разную способность к корнеобразованию. Сорт Хасанский можно отнести к группе среднеукореняемых, а сорт Агат Донской к группе трудноукореняемых растений. Вероятно, это связано с тем, данные сорта имеют различное соотношение инициаторов и ингибиторов корнеобразования, что объясняет их неодинаковую способность к активизации потенциала растительного организма к размножению, что не могло не повлиять на укореняемость *in vitro* и последующую приживаемость микрорастений в нестерильных условиях.

Известно, что у легкоразмножаемых растений инициаторов регенерации значительно больше, чем ингибиторов, у среднеукореняемых это соотношение находится в равновесии, у трудноукореняемых сортов преобладают ингибиторы [17, 15]. В случае обоих сортов более эффективно применять исследуемые препараты в сочетании с ИМК. Добавление в питательную среду ауксинов стимулирует образование придаточных корней у растений-регенерантов, однако для заложения корневых зачатков у микрочеренков необходим не только ауксин, но и иные факторы, которыми могут выступать кремнийорганические соединения, имеющие способность облегчать транспорт ауксинов через биомембраны и стимулировать корнеобразование микрорастений.

**Итоговое количество растений винограда (сорт Агат Донской)
с сильным и средним развитием из расчета 100 микрорастений,
взятых для укоренения на этапе ризогенеза (30 день адаптации)**

Концентрация препаратов, мг/л	Укореняемость <i>in vitro</i> на 7 неделе субкультивирования, %	Укореняемость <i>in vitro</i> на 7 неделе субкультивирования, шт.	Приживаемость на 30 день адаптации, %	Приживаемость на 30 день адаптации, шт.	Доля растений с сильным и средним развитием на 30 день адаптации, %	Доля растений с сильным и средним развитием на 30 день адаптации, шт.
1	2	3	4	5	6	7
ИМК 0,5	93,3	93	53,3	50	62,5	31
Крезацин						
0,1	53,3	53	40,0	21	50,0	11
0,2	66,7	67	46,7	31	42,9	13
0,3	53,3	53	53,3	28	50,0	14
0,4	40,0	40	26,7	11	75,0	8
0,5	80,0	80	40,0	32	50,0	16
1,0	66,7	67	66,7	44	60,0	27
1,5	80,0	80	53,3	43	75,0	32
2,0	66,7	67	26,7	18	75,0	13
Крезацин + ИМК						
0,1+0,5	80,0	80	33,3	27	60,0	16
0,2+0,5	100,0	100	73,3	73	72,7	53
0,3+0,5	86,7	87	53,3	46	37,5	17
0,4+0,5	80,0	80	66,7	53	60,0	32
0,5+0,5	86,7	87	73,3	64	72,7	46
1,0+0,5	93,3	93	73,3	68	45,5	31
1,5+0,5	86,7	87	60,0	52	66,7	35
2,0+0,5	93,3	93	40,0	37	83,3	31
Черказ						
0,1	53,3	53	13,3	7	50,0	4
0,2	66,7	67	26,7	18	50,0	9

1	2	3	4	5	6	7
0,3	33,3	33	33,3	11	40,0	4
0,4	53,3	53	33,3	18	40,0	7
0,5	73,3	73	60,0	44	33,3	15
1,0	93,3	93	26,7	25	25,0	6
1,5	73,3	73	33,3	24	20,0	5
2,0	73,3	73	33,3	24	40,0	10
Черказ + ИМК						
0,1+0,5	100	100	73,3	73	81,8	60
0,2+0,5	100	100	66,7	67	60,0	40
0,3+0,5	93,3	93	80,0	75	83,3	62
0,4+0,5	100	100	80,0	80	66,7	53
0,5+0,5	100	100	46,7	47	57,1	27
1,0+0,5	66,7	67	40,0	27	83,3	22
1,5+0,5	66,7	67	40,0	27	100,0	27
2,0+0,5	73,3	73	33,3	24	80,0	20

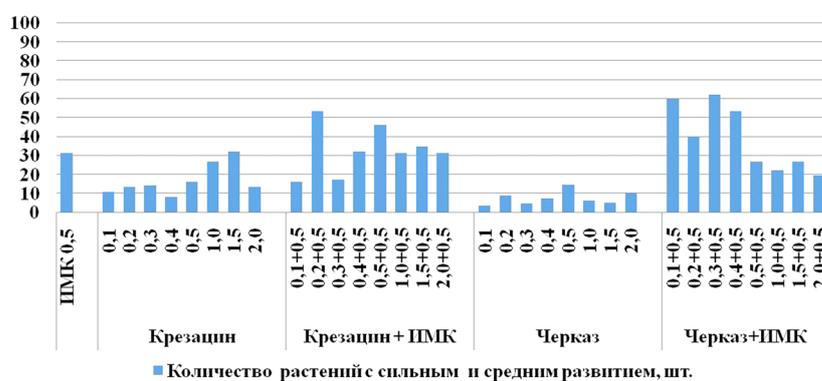


Рис. 4. Итоговое количество растений винограда (сорт Агат Донской) с сильным и средним развитием из расчета 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза (30 день адаптации)

Помимо этого известно, что у растений винограда под воздействием кремнийорганических соединений стабилизируется содержание белка, аминокислот, усиливается активность ферментов, улучшается накопление крахмала и сахаров, фосфорорганических соединений, фосфолипидов и ненасыщенных жирных кислот, увеличивается

водоудерживающая способность тканей, что благоприятно сказывается на устойчивости растений к неблагоприятным внешним факторам [6, 8], и, вероятно, приводит к лучшей приживаемости растений-регенерантов в нестерильных условиях.

Также выявлено преимущество препарата черказ, что, скорее всего, связано с тем, что он быстро гидролизуется в водных растворах с образованием этилового спирта и поликремниевой кислоты, которая в виде пористой пленки оседает на поверхности растений и характеризуется стабильным действием на растения в различных условиях. В то время как препарат крезацин плохо растворяется в водных растворах и его эффект может зависеть от многих скрытых факторов и быть нестабильным.

Выводы

1. При клональном микроразмножении винограда сорта Хасанский на этапе ризогенеза наиболее эффективно в состав питательной среды в качестве стимуляторов корнеобразования добавлять (мг/л): крезацин 2,0; крезацин 0,5 + ИМК 0,5; крезацин 1,5 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5; черказ 2,0 + ИМК 0,5. Так как через 30 дней после высадки на адаптацию в данных вариантах количество растений с сильным и средним развитием составило 80–93 шт., против 40 шт. в контроле от числа 100 микрорастений, взятых для укоренения.

2. При клональном микроразмножении винограда сорта Агат Донской наиболее эффективно на этапе ризогенеза в состав питательной среды в качестве стимуляторов корнеобразования добавлять (мг/л): крезацин 0,2 + ИМК 0,5; черказ 0,1 + ИМК 0,5; черказ 0,3 + ИМК 0,5; черказ 0,4 + ИМК 0,5. Так как через 30 дней после высадки на адаптацию в данных вариантах количество растений с сильным и средним развитием составило 53–62 шт., против 31 шт. в контроле от числа 100 микрорастений, взятых для укоренения на этапе ризогенеза.

3. Для двух исследуемых сортов среди лучших выявлен вариант черказ 0,4 мг/л + ИМК 0,5 мг/л, который рекомендован для массового применения на этапе ризогенеза при ускоренном размножении винограда межвидового происхождения *in vitro*.

Библиографический список

1. Акимова С.В., Раджабов А.К., Бухтин Д.А., Куркач В.В. Применение биологически активных препаратов кремнийорганической природы для укоренения винограда межвидового происхождения в культуре *in vitro* // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 5. – С. 43–54.

2. Аладина О.Н., Акимова С.В., Ковалева И.С., Дубровская С.О., Батрак Е.Р., Аладин С.А. Адаптация микрорастений малины (*Rubus L.*) и сирени (*Syringa L.*) к нестерильным условиям // Известия ТСХА. – 2009. – вып. 3. – С. 98–110.

3. Байданова Е.А., Соколова Е.А. Последствие обработок вегетирующих растений росторегулирующими препаратами нарцисс и черказ // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. – 2001. – С. 211–212.

4. Батукаев А.А. Совершенствование технологии ускоренного размножения и оздоровления посадочного материала винограда методом *in-vitro*. // Москва. – 1998. – 223 с.

5. Воронков М.Г., Дьяков В.М., Бондарев В.П. Способ защиты виноградных растений от морозов // А. с. № 904639. – 1981.

6. Воронков М.Г., Барышок В.П., Семенова Н.В., Овчинникова З.А., Левит Т.Х., Кирилов А.Ф., Скуртул А.М., Козьмик Р.А., Гротова В.М., Эрлихман Я.В. Использование кремний- и германийорганических эфиров триэтаноламина

и его ортокрезоксиацетата для повышения устойчивости винограда к низким температурам. // Рабочее совещание по программе «Регуляторы роста и развития растений» Москва 16–18 июля 1991года. – М., 1991. – С. 94.

7. Деменко В.И., Лебедев В.Г., Шестибратов К.А. Адаптация растений, полученных *in vitro*, к нестерильным условиям // М.: Известия ТСХА. – 2010. – Вып.:1. – С. 73–85.

8. Грозова В.М., Левит Т.Х., Скуртул А.М., Кириллов А.Ф., Козьмик Р.А., Эрлихман Я.В., Воронков М.Г. Влияние веществ с криопротекторными свойствами на водоудерживающую способность виноградной лозы в условиях закаливания. // Вод. режим с.-х. растений. – Кишинев, 1989. – С. 66–69.

9. Деменко В.И. Проблемы и возможности микроклонального размножения садовых растений. Введение в культуру // Известия ТСХА. – 2005. – № 2. – С. 48–58.

10. Деменко В.И., Лебедев В.Г. Адаптация растений, полученных *in-vitro*, к нестерильным условиям // Известия ТСХА. – 2010. – вып.:1. – С. 73–85.

11. Деменко В.И., Лебедев В.Г., Шестибратов К.А. Адаптация растений, полученных *in vitro*, к нестерильным условиям // Известия ТСХА. – 2010. – Вып. 1. – С. 73–85.

12. Деменко В.И., Шестибратов К.А., Лебедев В.Г. Укоренение – ключевой этап размножения растений *in-vitro* // Известия ТСХА. – 2011. – вып.:1. – С. 60–71.

13. Дьяков В.М. Средства защиты растений на основе органического кремния // «Регуляторы роста и развития растений» Тез. докл. 5 Международной конференции 29 июня-1 июля 1999 г. – Москва, 1999. – С. 179.

14. Дьяков В.М., Корзинников Ю.С., Матыченков В.В. Экологически безвредные регуляторы роста мивал и крезацин. // Регуляторы роста растений. – М., 1990. – С. 52–61.

15. Иванова З.Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / Иванова З.Я. // Киев: Наукова думка, 1982. – С. 288.

16. Катаева Н.В. Клональное микроразмножение растений. // Москва: Наука. – 1983. – 96 с.

17. Кефели В.И. Рост растений и природные регуляторы. / Кефели В.И. // Физиология растений. – 1978. – Т. 25, В.5. – С. 975–981.

18. Кирсанова Е.В. Экологически чистый препарат Черказ как фактор повышения продуктивности агроценоза // Природные Ресурсы – основа экономической стратегии. – Орел. – 2002. – С. 223–227.

19. Корнацкий С.А. Научно-практический анализ технологичности конечных этапов микроразмножения // Мат. международной научно-практической конференции. «Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири». – Барнаул. – 2003. – С. 296–300.

20. Корнацкий С.А. Комплекс факторов, влияющих на жизнеспособность, рост и развитие микрорастений после культуры *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство России. – Москва – 1999. – С. 64–68.

21. Романенко Е.С., Брыкалов А.В. Перспективы исследования биорегуляторов роста нового поколения в виноградарстве (обработка черенков винограда водным экстрактом биогумуса и растворами лигногуматов) // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве. Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь. – 2004. – С. 15–17.

22. Упадышев М.Т. Клональное микроразмножение некоторых нетрадиционных культур рода *Rubus* // Ягодоводство в Нечерноземье. Москва: ВСТИСП. – 1993. – С. 10–18.

23. Упадышев М.Т., Высоцкий В.А. Размножение ежевики и малины чёрной методом культуры тканей // Садоводство и виноградарство. – 1991. – № 6. – С. 24–27.

ADAPTATION TO NON-STERILE CONDITIONS OF GRAPE PLANTS ROOTED *IN VITRO* IN A NUTRIENT MEDIA ENRICHED BY ORGANOSILICON COMPOUNDS

S.V. AKIMOVA, A.K. RADZHABOV, D.A. BUKHTIN, V.V. KIRKACH,
O.N. ALADINA, V.I. DEMENKO, O.O. BELOSHAPKINA

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

The paper is devoted to the improvement of elements of the technology of clonal micropropagation of grape varieties of interspecific origin "Hasanskiy" and "Agat Donskoy", aimed at increasing the survival of regenerated plants in vitro under non-sterile ex vitro conditions. The research tasks included the identification of the aftereffect of introducing "Krezatsin" and "Cherkaz" organosilicon compounds into the composition of the nutrient media increase in-vitro rooting rate as stimulants of root formation on the survival rate and development of ex vitro grape plants at the adaptation stage.

Krezatsin (cresoxyacetate or cresoxyacetate acid trietanolamin salt) has a wide spectrum of biological activity. It was revealed that antistress and membrane-stabilizing Krezatsin effect is caused by membrane lipids peroxidation inhibition. Cherkaz (ethylsilatrane) has no chlorine in its composition and has intensive growth regulator effect on the first plant development phase. The application of Cherkaz increase germinative energy and germinating power of seeds. Cherkaz increases plant steadiness to difficult environments due to cell membrane stabilization. Therefore, it was recommended as a grape cryoprotectant.

Currently, while improving the technology of clonal micropropagation of grapes, much attention is paid to studying the effect of new biologically active substances on proliferation and rhizogenesis in vitro, including biologically active preparations of organosilicon nature, but there are practically no studies on the consequences of these techniques at the adaptation stage (considered in the present work).

It was revealed that during the clonal micropropagation of Khasanskiy grapes at the rhizogenesis stage, it is most effective to add the following products as root stimulants to the composition of the root formation (mg / l): Crezatsin 2,0; Crezatsin 0,5 + JBA 0,5; Crezatsin 1,5 + JBA 0,5; Cherkaz 0,4 + JBA 0,5; Cherkaz 2,0 + JBA 0,5.

When clonal micropropagation of Agat Donskoy grapes is most effective at the stage of rhizogenesis, it is recommended to add the following products as root stimulants to the composition of the root medium (mg / l): Crezatsin 0,2 + JBA 0,5; Cherkaz 0,1 + JBA 0,5; Cherkaz 0,3 + JBA 0,5; Cherkaz 0,4 + JBA 0,5.

Key words: *clonal micropropagation, grape interspecific hybrid varieties, subculturing, rooting, adaptation to non-sterile conditions, Crezatsin, Cherkaz.*

References

1. Akimova S.V., Radzhabov A.K., Bukhtin D.A., Kirkach V.V. *Primeneniye biologicheski aktivnykh preparatov kremniyorganicheskoy prirody dlya ukoreneniya vinograda mezhhvidovogo proiskhozhdeniya v kul'ture in vitro* [Use of biologically active preparations of organosilicon nature for rooting grapes of interspecific origin in an *in vitro* culture] // *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. – 2018. – N5. – Pp. 43–54. (In Russian)
2. Aladina O.N., Akimova S.V., Kovaleva I.S., Dubrovskaya S.O., Batrak Ye.R., Aladin S.A. *Adaptatsiya mikrorasteniy maliny (Rubus L.) i sireni (Syringa L.) k nesteril'nym usloviyam* [Adaptation of microplants of raspberries (Rubus L.) and lilac (Syringa L.) to non-sterile conditions] // *Izvestiya TSKHA*. – 2009. – Issue 3. – Pp. 98–110. (In Russian)

3. *Baydanova Ye.A., Sokolova Ye.A.* Posledeystviye obrabotok vegetiruyushchikh rasteniy rostoreguliruyushchimi preparatami nartsiss i cherkaz [Aftereffect of treating vegetative plants with growth-regulating Nartsiss and Cherkaz drugs] // *Regulatory rosta i razvitiya rasteniy v biotekhnologiyakh.* – 2001. – Pp. 211–212. (In Russian)
4. *Batukayev A.A.* Sovershenstvovaniye tekhnologii uskorennoy razmnozheniya i ozdorovleniya posadochnogo materiala vinograda metodom in-vitro [Improving the technology of accelerated propagation and improvement of planting material of grapes with an in-vitro method] // Moskva. – 1998. – 223 p. (In Russian)
5. *Voronkov M.G., D'yakov V.M., Bondarev V.P.* Sposob zashchity vinogradnykh rasteniy ot morozov [Method to protect vineyards from frost] // A. c. N904639. – 1981. (In Russian)
6. *Voronkov M.G., Baryshok V.P., Semenova N.V., Ovchinnikova Z.A., Levit T.Kh., Kirilov A.F., Skurtul A.M., Koz'mik R.A., Grozova V.M., Erlikhman YA.V* Ispol'zovaniye kremniy- i germaniyorganicheskikh efirov trietanolamina i yego ortokrezoksiatsetata dlya povysheniya ustoychivosti vinograda k nizkim temperaturam [Use of organosilicon and germanium esters of triethanolamine and its orthocresoxyacetate to increase the resistance of grapes to low temperatures] // Rabocheye soveshchaniye po programme "Regulatory rosta i razvitiya rasteniy" Moskva 16–18 iyulya 1991goda. – M., 1991. – P. 94. (In Russian)
7. *Demenko V.I., Lebedev V.G., Shestibratov K.A.* Adaptatsiya rasteniy, poluchennykh *in vitro*, k nesteril'nym usloviyam [Adaptation of plants obtained *in vitro* to non-sterile conditions] // M.: *Izvestiya TSKHA.* – 2010. – Issue 1. – Pp. 73–85. (In Russian)
8. *Grozova V.M., Levit T.Kh., Skurtul A.M., Kirillov A.F., Koz'mik R.A., Erlikhman Ya.V., Voronkov M.G.* Vliyaniye veshchestv s krioprotektnymi svoystvami na vodoudержivayushchuyu sposobnost' vinogradnoy lozy v usloviyakh zakalivaniya [Effect of substances with cryoprotective properties on the water-holding ability of the vine under hardening conditions]. // *Vod. režhim s.-kh. rasteniy.* – Kishinev, 1989. – Pp. 66–69. (In Russian)
9. *Demenko V.I.* Problemy i vozmozhnosti mikroklonal'nogo razmnozheniya sadovykh rasteniy. Vvedeniye v kul'turu [Problems and possibilities of microclonal propagation of garden plants. Introduction to culturing] // *Izvestiya TSKHA.* – 2005. – N2. – Pp. 48–58. (In Russian)
10. *Demenko V.I., Lebedev V.G.* Adaptatsiya rasteniy, poluchennykh in-vitro, k nesteril'nym usloviyam [Adaptation of plants obtained *in-vitro* to non-sterile conditions] // *Izvestiya TSKHA.* – 2010. – Issue 1. – Pp. 73–85. (In Russian)
11. *Demenko V.I., Lebedev V.G., Shestibratov K.A.* Adaptatsiya rasteniy, poluchennykh *in vitro*, k nesteril'nym usloviyam [Adaptation of plants obtained *in vitro* to non-sterile conditions] // *Izvestiya TSKHA.* – 2010. – Issue 1. – Pp. 73–85. (In Russian)
12. *Demenko V.I., Shestibratov K.A., Lebedev V.G.* Ukoreneniye – klyuchevoy etap razmnozheniya rasteniy in-vitro [Rooting is a key stage of in-vitro plant propagation] // *Izvestiya TSKHA.* – 2011. – Issue 1. – Pp. 60–71. (In Russian)
13. *D'yakov V.M.* Sredstva zashchity rasteniy na osnove organicheskogo kremniya // "Regulatory rosta i razvitiya rasteniy" [Plant protection products based on organic silicon] // *Tez. dokl. 5 Mezhdunarodnoy konferentsii 29 iyunya-1 iyulya 1999 g.* – Moskva, 1999. – Pp. 179. (In Russian)
14. *D'yakov V.M., Korzinnikov Yu.S., Matychenkov V.V.* Ekologicheski bezvrednyye regulatory rosta mival i krezatsin [Environmentally friendly growth regulators – Mival and Crezatsin] // *Regulatory rosta rasteniy.* – M., 1990. – Pp. 52–61. (In Russian)
15. *Ivanova Z.Ya.* Biologicheskiye osnovy i priyemy vegetativnogo razmnozheniya drevesnykh rasteniy steblevymi cherenkami [Biological foundations and methods

of vegetative propagation of woody plants with stem cuttings] / Ivanova Z.Ya. // Kiyev: Naukova dumka, 1982. – Pp. 288. (In Russian)

16. *Katayeva N.V.* Klonal'noye mikrorazmnozheniye rasteniy [Clonal micropropagation of plants] // Moskva: Nauka. – 1983. – 96 p. (In Russian)

17. *Kefeli V.I.* Rost rasteniy i prirodnyye regulatory [Plant growth and its natural regulators] / Kefeli V.I. // Fiziologiya rasteniy. – 1978. – Vol. 25, V.5. – Pp. 975–981. (In Russian)

18. *Kirsanova Ye.V.* Ekologicheski chisty preparat Cherkaz kak faktor povysheniya produktivnosti agrotsenoza [Environmentally friendly drug Cherkaz as a factor in increasing the productivity of agrocenosis] // Prirodnyye Resursy – osnova ekonomicheskoy strategii. – Orel. – 2002. – Pp. 223–227. (In Russian)

19. *Kornatskiy S.A.* Nauchno-prakticheskiy analiz tekhnologichnosti konechnykh etapov mikrorazmnozheniya [Scientific and practical analysis of the processibility of the final stages of micropropagation] // Mat. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. “Problemy ustoychivogo razvitiya sadovodstva Sibiri”. – Barnaul. – 2003. – Pp. 296–300. (In Russian)

20. *Kornatskiy S.A.* Kompleks faktorov, vliyayushchikh na zhiznesposobnost', rost i razvitiye mikrorasteniy posle kul'tury *in vitro* [A complex of factors affecting the viability, growth and development of microplants after *in vitro* culture] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – Moskva – 1999. – Pp. 64–68. (In Russian)

21. *Romanenko Ye.S., Brykalov A.V.* Perspektivy issledovaniya bioregulyatorov rosta novogo pokoleniya v vinogradarstve (obrabotka cherenkov vinograda vodnym ekstrakтом biogumusa i rastvorami lignogumatov) [Prospects for the study of new generation of growth bioregulators in viticulture (treatment of grape cuttings with an aqueous extract of vermicompost and solutions of lignohumates)] // Problemy ekologii i zashchity rasteniy v sel'skom khozyaystve. Stavropol'skiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. – Stavropol'. – 2004. – Pp. 15–17. (In Russian)

22. *Upadyshev M.T.* Klonal'noye mikrorazmnozheniye nekotorykh netraditsionnykh kul'tur roda *Rubus* [Clonal micropropagation of some non-traditional crops of the *Rubus* genus] // Yagodovodstvo v Nechernozem'ye. Moskva: VSTISP. – 1993. – Pp. 10–18. (In Russian)

23. *Upadyshev M.T., Vysotskiy V.A.* Razmnozheniye yezheviki i maliny chornoy metodom kul'tury tkaney [Propagation of blackberries and black caps by the method of tissue culture] // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 1991. – N6. – Pp. 24–27. (In Russian)

Акимова Светлана Владимировна, доцент кафедры плодородства, виноградарства и виноделия, ведущий научный сотрудник лаборатории плодородства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49, asvl1@yandex.ru.

Раджабов Агамагомед Курбанович, декан факультета Садоводства и ландшафтной архитектуры, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49, plod@timacad.ru.

Бухтин Дмитрий Александрович, аспирант кафедры плодородства, виноградарства и виноделия факультета Садоводства и ландшафтной архитектуры. Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49, dbukhtin@mail.ru.

Киркач Вадим Валерьевич, младший научный сотрудник лаборатории плодородия, соискатель кафедры виноградарства и виноделия факультета Садоводства и ландшафтной архитектуры. Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49, kirkach93@mail.ru.

Аладина Ольга Николаевна, консультант диссертационных советов РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49, alberry7@yandex.ru.

Деменко Василий Иванович, профессор кафедры плодородия, виноградарства и виноделия факультета Садоводства и ландшафтной архитектуры, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, asv11@yandex.ru.

Белешапкина Ольга Олеговна, профессор кафедры защиты растений, факультета агрономии и биотехнологии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, beloshapkina@rgau-msha.ru.

Svetlana V. Akimova, PhD (Ag), Associate Professor, the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Key Research Associate, the Laboratory of Fruit Growing, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, asv11@yandex.ru

Agamagomed K. Radzhabov, DSc (Ag), Professor, Dean of the Faculty of Horticulture and Landscape Architecture, Head of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking. Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, plod@timacad.ru

Dmytriy A. Bukhtin, postgraduate student of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, the Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, dbukhtin@mail.ru

Vadim V. Kirkach, Junior Research Associate, the Laboratory of Fruit Growing, Research Associate of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, the Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, kirkach93@mail.ru

Olga N. Aladina, consulting expert at the Dissertation Councils, DSc (Ag), Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, alberry7@yandex.ru

Vasily I. Demenko, DSc (Ag), Professor, the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, asv11@yandex.ru

Olga O. Beloshapkina, DSc (Ag), Professor, the Department of Plant Protection, Faculty of Agronomy and Biotechnology, Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, beloshapkina@rgau-msha.ru.