

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РИЗОГЕНЕЗА *IN VITRO* И АДАПТАЦИИ *EX VITRO* СОРТОВ ВИНОГРАДА ТАДЖИКСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Х. И. БОБОДЖАНОВА

Центр биотехнологии Таджикского национального университета,
г. Душанбе, Таджикистан, 734025; e-mail: hobojankh_7@bk.ru

Н. В. КУХАРЧИК

РУП «Институт плодоводства»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013; e-mail: nkykhartchuk@gmail.com

(Поступила в редакцию 07.04.2022)

В статье приводятся результаты исследований ризогенеза *in vitro* и адаптации *ex vitro* растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции, выполненных в 2014–2019 гг. на базе лабораторий Центра биотехнологии Таджикского национального университета. Дана оценка эффективности ризогенеза *in vitro* сортов винограда таджикской селекции, произрастающих на территории Таджикистана. Показано, что все исследованные сорта винограда характеризуются достаточно высокой степенью ризогенеза *in vitro*. Эффективность ризогенеза микропобегов винограда в культуре *in vitro* варьирует от 60,0 до 98,1 % в зависимости от сорта. Среднее значение эффективности ризогенеза микропобегов для исследованных девятнадцати сортов винограда составило 85,4 %. Растения-регенеранты показали хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу. Высота побегов и длина корня растений-регенерантов исследованных объектов варьирует от 8,47 до 14,06 см и 2,38 до 5,03 см соответственно. Число листьев на один побег варьирует в диапазоне от 7,96 до 12,24. Среднее значение числа корней на одно растение от 2,52 до 3,88 штук.

Показано, что в среднем по всем типам субстратов для исследованных сортов винограда таджикской селекции эффективность адаптации варьирует от 47,9 до 100 %. Установлено, что среднее значение эффективности адаптации для группы сортов винограда таджикской селекции составило 93,6 %. Среднее значение эффективности адаптации исследованных сортов винограда высокое и варьирует от 90,0 до 95,3 % на ТП и БТП соответственно. На субстрате БИОНА и БП среднее значение эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции составило 94,8 и 94,4 соответственно. Показано, что адаптированные растения-регенеранты исследуемых сортов винограда таджикской селекции на адаптационных субстратах имеют хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу.

Ключевые слова: Таджикистан, виноград, микропобег, растение-регенерант, эффективность, ризогенез, *in vitro*, адаптация, *ex vitro*.

The article presents the results of studies of *in vitro* rhizogenesis and *ex vitro* adaptation of regenerated plants of Tajik grape varieties, carried out in 2014–2019 on the basis of laboratories of Biotechnology Center of the Tajik National University. An assessment of effectiveness of *in vitro* rhizogenesis of Tajik grape varieties growing in the territory of Tajikistan is given. It is shown that all studied grape varieties are characterized by a rather high degree of rhizogenesis *in vitro*. The efficiency of rhizogenesis of grape micro shoots *in vitro* culture varies from 60.0 to 98.1 % depending on the variety. The average value of the efficiency of rhizogenesis of micro shoots for the studied nineteen varieties of grapes was 85.4 %. The regenerated plants showed a well-developed root system, shoots and leaf mass. The height of shoots and the length of root of regenerated plants of the studied objects varies from 8.47 to 14.06 cm and 2.38 to 5.03 cm, respectively. The number of leaves per shoot varies from 7.96 to 12.24. The average value of the number of roots per plant is from 2.52 to 3.88 pieces.

It is shown that, on average, for all types of substrates for the studied grape varieties of Tajik selection, the adaptation efficiency varies from 47.9 to 100 %. It has been established that the average value of adaptation efficiency for a group of grape varieties of Tajik selection was 93.6 %. The average value of the adaptation efficiency of the studied grape varieties is high and varies from 90.0 to 95.3 % for substrates bio-ground + sand and bio-ground + peat + sand, respectively. On the substrate BIONA and bio-ground + sand, the average value of the efficiency of adaptation of regenerated plants of Tajik grape varieties was 94.8 and 94.4, respectively. It is shown that adapted regenerated plants of the studied Tajik grape varieties on adaptive substrates have a well-developed root system, shoots and leaf mass.

Key words: Tajikistan, grapes, micro shoots, regenerated plant, efficiency, rhizogenesis, *in vitro*, adaptation, *ex vitro*.

Введение

Известно, что ключевым моментом технологии является регенерация целого нормального жизнеспособного растения. Успех культивирования *in vitro* и получение нормальных растений непосредственно связано с оптимизацией условий на каждом этапе технологии. Как правило, даже небольшие отклонения от оптимума приводят к резкому снижению скорости роста и размножения, а также к ухудшению физиологического состояния растений-регенерантов [1].

Авторы считают успешное укоренение побегов *in vitro* ключевым этапом микроклонального размножения [2, 3]. Ф. Скуга и С. О. Миллер отмечают, что формирование корней определяется отношением ауксинов к цитокининам, содержание которых в зоне укоренения изменяется в процессе корнеобразования [3, 4]. Другие авторы отмечают резкое уменьшение содержания цитокининов в первые

24 часа и сохранение их на низком уровне в течение 3–4 дней, а также повышение уровня цитокининов в момент растяжения корневых зачатков [5].

По мнению Л. П. Трошина и коллег на этапе укоренения пробирочных растений в условиях *in vitro* в качестве индуктора ризогенеза у регенерантов оздоравливаемых 16 сортообразцов винограда в питательную среду следует добавлять ауксины: α -нафтилуксусную кислоту или β -индолилуксусную кислоту в концентрации 0,2 мг/л [6]. Эта же группа авторов [7] предлагает при ризогенезе *in vitro* использовать жидкую среду и высаживать регенеранты на бумажные мостики. При этом рекомендуется использование среды, в которой содержится половинное количество макро- и микроэлементов, концентрация сахарозы – 10 г/л, и полный набор витаминов.

Л. А. Бугаенко и Л. В. Ивановой-Ханиной выявлено, что для укоренения микрочеренков винограда сортов Фрумоаса албэ, Сурученский белый и Каберне Совиньон оптимальная концентрация ИУК составляет 0,5 мг/л, а для сортов Молдова и Шевченко – 1,0 мг/л [8].

Другие исследователи считают, что ризогенез асептических растений винограда *in vitro* целесообразно проводить на агаризованной среде МС, содержащей $\frac{1}{2}$ концентрации макро- и микроэлементов, полный набор витаминов по 0,5 мг/л и ауксин – 1,0 мг/л ИМК [9].

Н. П. Дорошенко показано, что добавление сахарозы в питательную среду в концентрациях 40–60 г/л способствовало улучшению ризогенеза и роста растений винограда, при минимальной концентрации (5 г/л) наблюдалось торможение этих процессов [10].

Питательная среда для укоренения по рецептуре В. А. Зленко с соавторами [11], по мнению Т. Г. Леконцевой и А. В. Федорова [12] способствует лучшему развитию микрорастений винограда.

К наиболее распространенным субстратам, применяемым для адаптации растений-регенерантов к нестерильным условиям, относятся следующие – верховой торф, низинный торф, торфосмеси, сфагновый мох, агроперлит, керамзит, песок. Кроме того, широко используются и синтетические субстраты, такие как БИОНА [13]. Для каждого вида растений требуется подобрать определенные условия и субстраты для развития регенерантов, при которых потери пробирочных растений от переноса в почву будут минимальными [7, 14, 15].

Определение способа адаптации оздоровленных пробирочных растений винограда к нестерильным условиям включает выбор субстрата, отбор растений определенных размеров, различные виды обработки растений и субстратов, установление физических параметров культивирования [8, 16].

Утвержденных стандартов на сорта и субстраты не разработано, поэтому в исследованиях использовали метод сравнения вариантов между собой. Также нет универсальной методики адаптации растений-регенерантов, в связи с чем испытания проводили на имеющихся в стране субстратах.

Цель исследования заключалась в оценке эффективности ризогенеза *in vitro* некоторых сортов винограда таджикской селекции, произрастающих на территории страны, а также выбор оптимального субстрата для пересадки растений.

Основная часть

Исследования проводили в период 2014–2019 гг. в Центре биотехнологии Таджикского национального университета.

В качестве объектов исследований выбраны 19 сортов винограда таджикской селекции, характеризующиеся высокими вкусовыми качествами и хозяйственно-ценными признаками [17, 18]. Работы проводили в условиях ламинар-бокса БАВнп-01-«Ламинар-С»-1,2 (Lamsystems, Россия) с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10 и специального набора инструментов (игла, скальпель, пинцет). Стерилизацию эксплантов проводили 70%-ным этанолом и 33%-ной перекисью водорода [19]. Для культуры *in vitro* использовали меристемы, верхушечные и боковые почки, щитки. Экспланты вводили на питательную среду Мурасига–Скуга [20], дополненную НУК– 0,09 мг/л. После получения достаточного количества микропобегов, их отделяли и высаживали на питательную среду для укоренения. В питательную среду для индукции корнеобразования добавляли ИМК в концентрации 0,5 мг/л [21]. Для улучшения процесса укоренения брали побеги длиной не менее 1–1,5 см. Культивирование растений *in vitro* проводили в культуральных комнатах при освещении 4 тыс. люкс, температуре 24 ± 1 °С, фотопериоде 16/8 часов, относительной влажности 70–80 %. При оценке результатов этапа укоренения микрорастений винограда учитывали: процент укоренения (процент получения полноценного растения, %), число корней (шт) и их длину (см), длину побегов (см), число листьев (шт) на побегах, число микрочеренков (шт) на один побег. При определении оптимального субстрата для пересадки растений использованы четыре субстратные смеси, состоящие из биогрунта универсального, торфа, песка и ионно-обменного субстрата БИОНА-111 в разных соотношениях [21].

Краткая характеристика использованных в работе субстратов.

1. Биогрунт ЭкоФлора универсальный, торф и песок (в соотношении 1:1:1) (**БТП**). Биогрунт ЭкоФлора универсальный. Состав: смесь торфов различной степени разложения, сапропель, удобрение «ФлорГумат», вермикулит/агроперлит, песок, мука известняковая (доломитовая). Массовая доля питательных веществ: Азот (N) – не менее 300 мг/л, Фосфор (P₂O₅) – не менее 300 мг/л, Калий (K₂O) – не менее 350 мг/л, Микроэлементы (присутствие): бор, молибден, цинк, марганец, медь, кобальт, железо. рН=5,5–7,0 [22].

2. БИОНА-111 – ионообменный субстрат [13, 23]. Субстрат БИОНА-111 был разработан и получен в Институте физико-органической химии НАН Беларуси и представляет собой ионообменный субстрат в виде гранул оранжевого и желтого цвета размером 0,5 – 2,5 мм. Основа субстратов БИОНА – синтетические (КУ-2, ЭДЭ-10П, АН-2Ф, волокнистые иониты ФИБАН и др.) и природные (клиноптилолит) иониты, насыщенные биогенными макроэлементами: K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺, Fe³⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, H₂PO₄⁻, и микроэлементами: Mn²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, MoO₄²⁻, V₄O₇²⁻, Co²⁺, Na⁺, Cl⁻, рН водной взвеси 6,0 –7,0 (**БИОНА**).

3. Биогрунт ЭкоФлора универсальный и песок (в соотношении 2:1) (**БП**).

4. Смесь торфа и песка (в соотношении 2:1) (**ТП**).

Торф АГРОБАЛТ-Н нейтрализованный изготовлен на основе верхового торфа низкой степени разложения. Состав: верховой сфагновый торф низкой степени разложения; известняковая (доломитовая) мука. Агротехнические характеристики: степень разложения – не более 20 %; содержание органического вещества – 95–99 %; влажность – не более 60 %; зольность 1–5 %; рН (H₂O) 5,5–6,6; рН (КСl) 5,0–6,2; влагоемкость – 6 % [24].

Всего на ризогенез *in vitro* было высажено 5505 микропобегов девятнадцати сортов винограда таджикской селекции. Из высаженных микропобегов, хорошую корневую систему дали 4715 микропобегов, что составило в среднем 85,4 % укоренения.

Процент ризогенеза по изученным сортам в целом варьировал от 60,0 % для сорта Хушадарози сафед до 98,1 % для Шохона (табл. 1.).

Таблица 1. Эффективность укоренения микропобегов винограда на этапе ризогенеза *in vitro*

Сорт	Посажено		Укоренившихся	
	шт		шт	%
Чиляки черный	290		260	89,6
Зариф	230		200	87,0
Бабатаг	200		170	85,0
Чиляки белый ленинабадский	340		280	82,3
Регарский ранний	290		250	86,2
Аушон ранний	260		245	94,4
Гиссарский ранний	260		220	84,6
Шохона	432		424	98,1
Чиляки белый	240		210	87,5
Мухчалони	467		329	70,4
Сангвор	340		280	82,4
Хусайне сиёх	203		168	82,8
Анзоб	274		244	89,0
Нимранг	183		171	93,4
Зебо	260		220	84,6
Миёна	466		376	80,7
Сарвар	300		270	90,0
Шахритузский черный	340		320	94,1
Хушадарози сафед	130		78	60,0
Сумма/среднее	5505		4715	85,4

Микропобеги всех исследуемых сортов винограда показали образование хорошей корневой системы. В то же время сорта винограда по эффективности укоренения микропобегов можно разделить на четыре группы.

Первая группа включает сорта винограда, эффективность укоренения которых очень высокая ($\geq 95\%$) и представлена сортом Шохона. Во второй группе с высокой эффективностью укоренения ($95\% > \text{высокая} \geq 90\%$), объединены сорта винограда Аушон ранний, Нимранг, Сарвар и Шахритузский черный. Самая многочисленная группа, характеризующаяся средней эффективностью ($90\% > \text{средняя} \geq 80\%$) ризогенеза растений-регенерантов включает 12 из 19 исследованных сортов винограда это Чиляки черный, Зариф, Бабатаг, Чиляки белый ленинабадский, Регарский ранний, Гиссарский ранний, Чиляки белый, Сангвор, Хусайне сиёх, Зебо, Миёна. Низкая ($< 80\%$) эффективность ризогенеза наблюдается для растений-регенерантов сортов винограда Мухчалони и Хушадарози сафед, которые составили четвертую группу.

Качество полученных укорененных микропобегов различных сортов винограда оценивали по следующим параметрам: длина корня, длина побега, число корней, число листьев и число микрочеренков на одно растение (табл. 2).

Таблица 2. Морфологические показатели развития растений – регенерантов на этапе ризогенеза *in vitro* (n=25)

Название сортов	Длина (см)		Число (шт)		
	корня	побега	корней	листьев	микрочеренков
Чиляки чёрный	3,03±0,39	14,28±0,54	3,32±0,25	12,72±0,61	—*
Зариф	3,62±0,31	7,64±0,37	4,24±0,30	8,20±0,33	4,52±0,20
Чиляки белый ленинабадский	1,47±0,13	5,55±0,44	5,40±0,38	5,04±0,36	3,24±0,20
Регарский ранний	3,77±0,27	11,07±0,57	4,44±0,40	11,52±0,40	5,20±0,15
Аушон ранний	5,03±0,30	11,64±0,55	4,16±0,30	10,16±0,48	5,12±0,13
Гиссарский ранний	3,10±0,17	15,79±0,31	4,64±0,36	10,64±0,36	5,00±0,13
Шохона	5,52±0,53	14,47±0,38	—*	12,52±0,44	10,92±0,39
Мухчалони	3,85±0,22	12,92±0,31	—*	14,32±0,36	12,52±0,37
Сангвор	3,64±0,26	11,56±0,42	4,80±0,42	9,76±0,28	5,24±0,13
Анзоб	2,64±0,24	7,21±0,45	—*	8,24±0,47	6,88±0,43
Нимранг	3,72±0,51	9,97±0,51	—*	9,76±0,47	7,88±0,39
Зебо	3,00±0,30	9,13±0,39	4,32±0,35	8,92±0,36	4,64±0,17
Миёна	9,66±0,88	9,98±0,48	—*	11,44±0,37	10,28±0,39
Сарвар	2,63±0,21	9,01±0,46	4,16±0,46	8,32±0,30	4,52±0,18
Шахритузский чёрный	5,07±0,32	11,80±0,55	4,72±0,51	10,64±0,45	5,48±0,27
Хушадарози сафед	5,64±0,35	9,27±0,40	2,60±0,21	8,68±0,25	7,36±0,27

* – замеры не производились

Для растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции наблюдается значительное варьирование длины корня. Минимальная длина корня отмечена для сорта Чиляки белый ленинабадский и равна 1,47 см. В то время как максимальная длина корня отмечена для растений-регенерантов сорта Миёна – 9,66 см.

Значительное варьирование по длине побега наблюдается для укоренившихся растений винограда сорта Чиляки белый ленинабадский (5,55 см) и для сорта Гиссарский ранний (15,79 см).

Что касается таких показателей, как число корней и число листьев, то здесь также наблюдается варьирование. Наименьшее число корней отмечено для укоренившихся микрорастений винограда сорта Хушадарози сафед (2,60), а наибольшее – 5,40 для сорта Чиляки белый ленинабадский. Наименьшее количество листьев отмечено для сорта винограда Чиляки белый ленинабадский – 5,04, а наибольшее для сорта Мухчалони – 14,32.

Высота побега полноценных растений-регенерантов винограда сорта Шохона достигла 14,47±0,38 см, длина корня составила 5,52±0,53 см. Среднее число листьев на растение составило 12,52±0,44 шт. Среднее число микропобегов полученное с одного растения составило 10,92±0,39 шт. Высота побега сорта Гиссарский ранний составила 15,79, а длина корней 3,10 см, соответственно.

Среднее значение длины корней у исследованных сортов составило: Анзоб – 5,04 см, Нимранг – 5,57 см, Мухчалони – 5,73 см и Думи рубох – 6,08 см. Длина стебля также отличалась и составляла 13,7 см, 12,50 см, 13,80 см и 13,10 см у сортов Анзоб, Нимранг, Мухчалони и Думи рубох, соответственно. Среднее число листьев у сортов отличается незначительно и составляет у сорта Анзоб – 11,7 шт, Нимранг – 12,2, Мухчалони – 11,20 и Думи рубох – 12,0 шт. Средняя длина корней и побегов для исследованных сортов отличается незначительно и варьирует у корней от 5,04 до 6,08 см, а у побегов – от 12,50 до 13,80 см. Число листьев также отличается по сортам и варьирует от 11,2 до 12,0 шт на один побег.

Среднее значение длины корня колеблется от 3,85 см для сорта Зариф до 5,54 см для сорта Аушон ранний. Этот показатель для сорта Бабатаг и Чиляки белый составляет 5,06 и 3,92 см соответственно.

Среднее значение длины побега для исследованных сортов винограда варьирует от 5,71 до 10,00 см и составляет для Аушон ранний – 10,0 см, Бабатаг – 8,69 см, Зариф – 5,71 см и Чиляки белый – 7,64 см.

Проведено исследование эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции на разных адаптационных субстратах. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности адаптации (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность адаптации растений-регенерантов на стерильных субстратах (%)

Сорт	Количество адаптированных растений-регенерантов, %				Среднее значение по субстратам
	субстрат				
	БТП	БИОНА	БП	ТП	
Чилияки чёрный	100	100	100	100	100
Зариф	91,7	95,6	89,6	72,9	87,5
Бабатаг	62,5	58,3	41,7	29,2	47,9
Чилияки белый ленинабадский	95,8	100	100	100	99,0
Регарский ранний	95,8	98,8	100	100	99,0
Аушон ранний	91,7	87,5	87,5	62,5	82,3
Гиссарский ранний	100	98,8	98,8	100	99,4
Шохона	95,9	97,9	98,6	95,9	97,1
Чилияки белый	91,7	95,8	83,3	54,2	81,3
Мухчалони	97,9	100	100	100	99,5
Сангвор	100	100	100	95,8	99,0
Хусайне сиёх	100	100	100	100	100
Анзоб	100	99,3	98,6	100	99,5
Нимранг	100	97,9	100	100	99,5
Зебо	87,5	87,5	100	100	93,8
Миёна	100	97,9	95,8	97,9	97,9
Сарвар	100	100	100	100	100
Шахритузский чёрный	100	87,5	100	100	96,9
Хушадарози сафед	100	97,9	100	100	99,5
Сумма/среднее	95,3	94,8	94,4	90,0	93,6

По эффективности адаптации исследованные сорта винограда разделили на четыре группы: очень высокая ($\geq 95\%$), высокая $95\% >$ высокая $\geq 90\%$, средняя $90\% >$ средняя $\geq 80\%$, низкая ($< 80\%$).

Очень высокое ($\geq 95\%$) среднее значение эффективности адаптации на всех четырех исследованных субстратах наблюдается у 14 сортов винограда Чилияки чёрный, Чилияки белый ленинабадский, Регарский ранний, Гиссарский ранний, Шохона, Мухчалони, Сангвор, Хусайне сиёх, Анзоб, Нимранг, Миёна, Сарвар, Шахритузский чёрный, Хушадарози сафед. Для растений винограда сорта Зебо эффективность адаптации высокая ($95\% >$ высокая $\geq 90\%$). Средняя эффективность адаптации ($90\% >$ средняя $\geq 80\%$) отмечена для трех сортов винограда Зариф, Аушон ранний и Чилияки белый. Значительно низкое ($< 80\%$) значение эффективности адаптации ($47,9\%$) на всех четырех субстратах отмечено для сорта Бабатаг. Минимальное количество адаптированных растений винограда сорта Бабатаг, равное 29,3; 41,7; 58,3 и 62,5 приходится на субстраты ТП, БП, БИОНА и БТП соответственно.

Максимальная эффективность адаптации (100%) на всех четырех исследованных субстратах отмечена для сортов винограда Чилияки чёрный, Хусайне сиёх и Сарвар. Показано, что в среднем по всем типам субстратов для исследованных сортов винограда таджикской селекции эффективность адаптации варьирует от 47,9 до 100% .

Установлено, что среднее значение эффективности адаптации для группы сортов таджикской селекции составило $93,6\%$. Среднее значение эффективности адаптации исследованных сортов винограда высокое и варьирует от $90,0$ до $95,3\%$ на ТП и БТП соответственно. На субстрате БИОНА и БП среднее значение эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции составило $94,8$ и $94,4$ соответственно.

Таким образом, все четыре варианта субстратов, исследованных в данной работе, могут быть использованы для адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции.

Показано, что адаптированные растения-регенеранты исследуемых сортов винограда таджикской селекции на адаптационных субстратах имеют хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу. Отмечено варьирование морфологических показателей развития адаптированных растений исследованных сортов винограда таджикской селекции (рисунок). Адаптированные растения-регенеранты сортов винограда таджикской селекции на ионнообменном субстрате БИОНА характеризуются длиной корня от 2,35 см (Хусайне сиёх) до 8,12 см (Сарвар). Число корней на этом же субстрате варьирует от 2,65 (Мухчалони) до 6,5 (Анзоб). Максимальная длина корня, равная 9,04 см, отмечена на смеси БП для сорта Регарский ранний, в то время как максимальное число корней наблюдается у растений, адаптированных на БИОНЕ (6,50 – сорт Анзоб). Для этой же группы адаптированных сортов винограда показано, что максимальная длина побега (12 см) и максимальное число листьев (8,62) приходится для сорта Гиссарский ранний, адаптированного на смеси БТП. Показано разное развитие корневой системы (длина корня и число корней) и наземной части (длина побега и число листьев) для растений-регенерантов изученных сортов винограда на исследованных субстратах.

Так, растения-регенеранты винограда сорта Чилияки черный и Чилияки белый лучше развивались на смеси ТП, сорта Зебо и Хушадарози сафед – на БП.

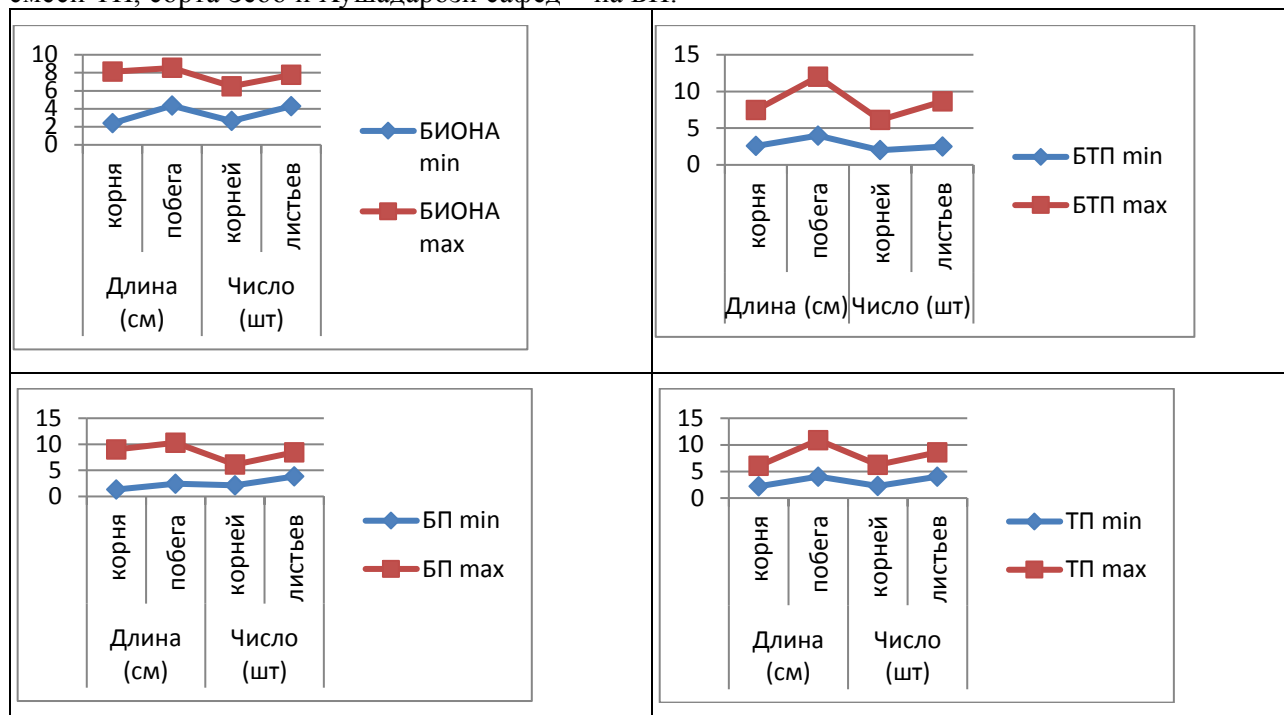


Рис. Минимальные и максимальные значения морфологических показателей развития растений-регенерантов *ex vitro* сортов винограда

Максимальная длина корня на БИОНе относительно других субстратов отмечена для растений-регенерантов винограда сорта Чилияки белый ленинабадский и Анзоб. Этот же показатель максимальный на БТП (Зариф, Шохона, Сангвор и Нимранг), БП (Бабатаг, Регарский ранний, Аушон ранний, Гиссарский ранний, Зебо, Миёна, Сарвар, Шахритузский черный, Хушадарози сафед) и ТП (Чилияки черный, чилияки белый, Мухчалони и Хусайне сиёх).

Максимальная длина побега растений-регенерантов, адаптированных на разных субстратах, также отличается. Для сортов винограда Зариф, Мухчалони и Сарвар максимальная длина побега отмечена на БИОНе в отличие от других субстратов. Субстрат БТП оптимален для сортов винограда Чилияки белый ленинабадский, Гиссарский ранний, Шохона, Анзоб, Нимранг и Шахритузский черный. Выявлено, что длина побегов растений-регенерантов сортов винограда Бабатаг, Регарский ранний, Хусайне сиёх, Зебо, Миёна и Хушадарози сафед максимальна на субстрате БП. Для растений-регенерантов сортов винограда Чилияки черный, Аушон ранний, Чилияки белый и Санвор максимальная длина побега отмечена на субстрате ТП.

Среднее значение эффективности ризогенеза *in vitro* ниже 85,4 %, а адаптации растений-регенерантов *ex vitro* 93,6 % из исследованных сортов винограда. Кроме того, не наблюдается корреляции между эффективностью ризогенеза и адаптации для всех исследованных сортов винограда.

Для растений-регенерантов сортов винограда Бабатаг, Аушон ранний, Шохона и Чилияки белый эффективность ризогенеза *in vitro* выше среднего значения адаптации растений-регенерантов *ex vitro* на 37,1; 12,1; 1,0 и 5,2 % соответственно.

Увеличение эффективности адаптации в сравнении с ризогенезом варьирует от 0,5 до 30,5 %. Для 9 сортов (Чилияки черный, Чилияки белый ленинабадский, Регарский ранний, Гиссарский ранний, Сангвор, Хусайне сиёх, Анзоб, Миёна, Сарвар) отмечено увеличение эффективности адаптации по сравнению с ризогенезом *in vitro* в диапазоне от 10 до 20 %. До 10 % увеличение данного показателя отмечено для сортов Зариф (0,5 %), Шахритузский черный (2,8 %), Нимранг (5,1 %) и Зебо (9,2 %). Максимально высокая эффективность 29,1 и 30,5 % отмечена для сортов Мухчалони и Хушадарози сафед соответственно.

Заключение

Изучен ризогенез *in vitro* и *ex vitro* девятнадцати сортов винограда таджикской селекции, произрастающих на территории республики Таджикистан.

В серии экспериментов показано, что все девятнадцать изученных сортов винограда характеризуются достаточно высокой степенью ризогенеза *in vitro*. Для сортов Шохона отмечена более высокая частота ризогенеза *in vitro*, которая составила 98,1 %. Низкий процент ризогенеза отмечен для микропобегов винограда сорта Хушадарози сафед – 60,0 %. Установлено, что растения-регенеранты всех исследованных сортов имеют хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу. Длина побегов и длина корня растений-регенерантов исследованных объектов варьирует от 5,55 до 15,79 см и 1,47–9,66 см, соответственно.

Показано, что в среднем по всем типам субстратов для исследованных сортов винограда таджикской селекции эффективность адаптации варьирует от 47,9 до 100 %. Установлено, что среднее значение эффективности адаптации для группы сортов таджикской селекции составило 93,6 %. Среднее значение эффективности адаптации исследованных сортов винограда высокое и варьирует от 90,0 до 95,3 % на ТП и БТП соответственно. На субстрате БИОНА и БП среднее значение эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции составило 94,8 и 94,4 соответственно.

Изучение сортов группы таджикской селекции представляет большой интерес, поскольку ранее они практически не исследовались на пригодность к размножению в культуре *in vitro*, часть из них имеет ограниченный ареал выращивания или находится под угрозой исчезновения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микрклональное размножение винограда, оздоровление от вирусных и микоплазменных болезней. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://selo-delo.ru/vinogradstvo/sistema-intensivnyh-tehnologij-proizvodstva-vinograda-v-severnoj-zone-promyshlennogo-vinogradarstva-rf-mikroklonalnoe-razmnoz>. Дата доступа: 11.11.2021.
2. Hicks G. S. Adventitious rooting of apple micro cuttings in vitro: an anatomy study / Can. J. of Botany. – 1987. – V. 65. – 9. – P. 1913-1920.
3. Батукаев, А. А. Оптимизация основных элементов размножения винограда биотехнологическим методом [Текст]: монография / А. А. Батукаев, Э. А. Собралиева, М. С. Батукаев. – Грозный, 2019. – 151 с.
4. Skoog, F. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro / F. Skoog, C.O. Miller // Symp. Soc. Exр. Biol. – 1957. – Vol. 11. – P. 118–131.
5. Поляков, С. А. Адаптация растений регенерантов земляники к неблагоприятным условиям / С. А. Поляков, С. П. Рас-торгуев, А. В. Верзилин // Повышение эффективности садоводства в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конф. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2003. – Т. 2 – С. 335–339.
6. Трошин, Л. П. Особенности микрклонального размножения интродуцентов и клонов винограда / Л. П. Трошин, Н. И. Медведева, Н. В. Поливарава // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – № 40. – С. 188–205.
7. Медведева, Н. В. Методические рекомендации по микрклональному размножению винограда *in vitro*. / Н. В. Медведева, Л. П. Трошин // Научный журнал КубГАУ, №62(08), 2010г. [Электронный ресурс]. <http://cj.kubagro.ru/2010/08-/pdf/31/pdf>. – Дата доступа: 27.03.2017.
8. Бугаенко, Л. А. Морфогенез винограда в культуре *in vitro*. / Л. А. Бугаенко, Л. В. Иванова-Ханина // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Серия «Биология, химия». – Том 24 (63). – 2011. – № 2. – С. 73–82.
9. Турдиев, Т. Т. Оптимизация минерального и гормонального состава питательных сред для культивирования винограда *in vitro*. / Т. Т. Турдиев, И. Ю. Ковальчук, С. Н. Фролов // Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/293783157>. – Дата доступа: 15.11.2021.
10. Дорошенко, Н. П. Некоторые аспекты создания коллекции генофонда винограда *in vitro* // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика / Н. П. Дорошенко, В. Г. Пузырнова // III Всеросс. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы биологического земледелия» Изд. ЮФУ. Ростов н/Д. – Таганрог, 2019. – С. 120–127.
11. Зеленко, В. А. Размножение оздоровленного посадочного материала винограда в культуре *in vitro* / В. А. Зеленко, И. В. Котиков, Л. П. Трошин // Садоводство и виноградарство. – 2005. – № 1. – С. 21–23.
12. Леконцева, Т. Г. Совершенствование технологии размножения винограда *in vitro* / Т. Г. Леконцева, А. В. Федотова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 09 (200). – С. 55–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-200-9-55-62.
13. Размножение плодовых и ягодных растений в культуре *in vitro* / Кухарчик, Н. В. [и др.]. – Минск, 2016. – 208 с.
14. Батукаев, А. А. Биотехнологические методы ускоренного размножения винограда / А. А. батукаев, Х. Эдиева, М. С. Батукаев // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. 2013. – Т. 1. – С. 271–275.
15. Пат. № 2264706. Способ оптимизации клонального микроразмножения винограда *in vitro* / Н. П. Дорошенко, Г. В. Соколова // Патентообладатель: ГНУ Всероссийский НИИ виноградарства и виноделия им. Я. И. Потапенко (ВНИИВиВ). [Электронный ресурс]. Режим доступа: Bankpatentov.ru/node/411033. Дата доступа: 19.02.2021.
16. Браткова, Л. Г. Приемы адаптации мериклонов винограда к условиям *in vivo*. / Л. Г. Браткова, А. Н. Малыхина, Н. Н. Паценко // Плодоводство и виноградарство Юра России. – № 34(04). – 2015. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/04/03.pdf> – Дата доступа: 30.04.2017.
17. Сорта винограда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vinograd.info/sorta/sorta-vinograda/>. – Дата доступа: 27.03.2013.
18. Виноградарство Таджикистана / И. Ф. Кириллов [и др.]. – Душанбе, 1969. – 244 с.
19. Ясаулова, Ш. К. Эффективность введения в культуру *in vitro* винограда таджикского сортифта. / Ш. К. Ясаулова, Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плододства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2015. – Т. 27. – С. 271–278.
20. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15, N 3. – P. 473–497.
21. Бободжанова, Х. И. Микрклональное размножение винограда / Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик – Душанбе, 2017. – 36 с.
22. Биогрунт Универсальный – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gazonov.com/item/611-biogrun-t-universalnyj-101-ehkoflora> – Дата доступа: 8.12.2020.
23. Методика адаптации регенерантов *ex vitro* / Н. В. Кухарчик [и др.]; РУП «Институт плододства НАН Беларуси». – Самохваловичи, 2005. – 16 с.
24. Торф Агробалт-Н (нейтрализованный). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sadovod-yasenevo.ru/catalog/posadka_i_ukhod/torf/torf_agrobalt_n_neytralnyy_60_1/. – Дата доступа: 13.07.2020.