

УДК 634.8:57.085.2

UDC 634.8634.8:57.085.2

DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-190-209

DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-190-209

**ВЛИЯНИЕ ОСМОТИКА СОРБИТ
НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ
ВИНОГРАДА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

**EFFECT OF SORBITOL
ON GRAPEVINE'S GROWTH
*IN VITRO***

Дорошенко Наталья Петровна
д-р с.-х. наук
главный научный сотрудник
лаборатории биотехнологии
e-mail: n.doroschenko2013@yandex.ru

Dorochenko Natalia Petrovna
Dr. Sci. Agr.
Chief Research Associate
of Biotechnology Laboratory
e-mail: n.doroschenko2013@yandex.ru

Пузырнова Валентина Георгиевна
младший научный сотрудник
лаборатории биотехнологии
e-mail: ruswinebooks@yandex.ru

Puzirnova Valentina Georgievna
Junior Research Associate
of Biotechnology Laboratory
e-mail: ruswinebooks@yandex.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский Аграрный научный центр», Новочеркасск, Россия

All-Russian Research Institute named after Ya.I. Potapenko for Viticulture and Winemaking – Branch of Federal State Budget scientific Institution «Federal Rostov Agricultural Research Center», Novocherkassk, Russia

В работе изложены результаты экспериментальных исследований, касающиеся влияния различных концентраций сорбита на скорость роста растений винограда сортов Агат донской, Восторг, Каберне Совиньон на этапе микрочеренкования в культуре *in vitro*. У сорта Агат донской под действием сорбита отмечено снижение интенсивности ростовых процессов на начальном этапе и их возрастание при дальнейшем культивировании. На протяжении всего периода культивирования у растений сорта винограда Восторг отмечено стимулирование ростовых процессов при концентрациях сорбита 5,0 г/л и 7,5 г/л и их угнетение при концентрациях 10,0-30,0 г/л. Все показатели развития растений в этих вариантах были ниже контрольных. Доказана возможность более продолжительного беспересадочного

The paper presents the results of experimental studies concerning the effect of different concentrations of sorbitol on the growth rate of the Agat Donskoy, Vostorg and Cabernet Sauvignon grape varieties at the stage of micro propagation *in vitro*. Agat Donskoy variety under the influence of sorbitol showed a decrease in the intensity of growth processes at the initial stage and an increase in further cultivation. During the entire period of cultivation, plants of Vostorg variety showed stimulation of growth processes at sorbitol's concentrations of 5,0 g/l and 7,5 g/l and suppression of growth at concentrations of 10,0-30,0 g/l. All indicators of plant development in these variants were lower than the control ones. The possibility of long non-stop cultivation

культивирования (до 4-х месяцев) растений винограда сорта Восторг при добавлении в питательную среду сорбита.

Причём лучше сохранялись растения в твердой питательной среде на свету, уменьшение ростовых процессов было более значительным в жидкой питательной среде. При культивировании в темноте происходит торможение роста, но наряду с этим и большая гибель растений.

Исследования продолжены на растениях винограда сорта Каберне Совиньон на твердой питательной среде в диапазоне концентраций сорбита 5,0-60,0 г/л.

Интенсивность ростовых процессов в вариантах с сорбитом на протяжении всего периода культивирования замедлена.

Помимо ингибирующей роли сорбита при концентрациях 10,0; 20,0; 30,0 г/л выявлено стимулирование ростовых процессов растений винограда

при минимальных концентрациях препарата: 5,0 и, особенно, 7,5 г/л.

Максимальная сохранность жизнеспособных растений отмечена в варианте 7,5 г/л – 92,9%. Выявлена возможность беспересадочного хранения растений в течение 10 и более месяцев.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, КУЛЬТУРА *IN VITRO*, КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ, СОЗДАНИЕ ВЕГЕТИРУЮЩЕЙ КОЛЛЕКЦИИ, СОРБИТ, КОНЦЕНТРАЦИЯ

(up to 4 months) of Vostorg grapevine plants with the addition of sorbitol to the nutrient medium has been proved. Moreover, the plants were better preserved in a solid nutrient medium in the light, and the decrease in growth processes was more significant in a liquid nutrient medium. Cultivation in darkness inhibited the growth but there was also a large loss of plants. Studies were continued on the grapes plants of the Cabernet Sauvignon variety on a solid nutrient medium in the range of sorbitol concentrations 5,0-60,0 g/l. Intensity of growth processes in variants with sorbitol throughout the entire period of cultivation was slowed down. In addition to the inhibitory role of sorbitol at concentrations of 10,0; 20,0; 30,0 g/l the stimulation of grapevine growth processes at the minimum concentrations of the drug: 5,0 and, especially, 7,5 g/l was found out. The best safety of viable plants was noted in the variant of 7,5 g/l – 92,9 %. The possibility of non-stop storage of plants for 10 or more months was revealed.

Key words: GRAPEVINE, *IN VITRO* CULTURE, CLONAL MICRO-PROPAGATION, CREATION OF VEGETATIVE COLLECTION, SORBITOL, CONCENTRATION

Введение. Необходимость сохранения генофонда растений общепризнана, и сегодня во всем мире ведутся работы по формированию растительных коллекций различных видов: заповедники, ботанические сады, коллекции семян, банки каллусных, суспензионных, меристематических культур, культуры семянпочек, пыльников и пыльцы, криосохранение растительных тканей.

В настоящее время развивается новая междисциплинарная наука – биотехнология сохранения растений, основной задачей которой является

дополнение существующих традиционных методов сохранения биоразнообразия *ex situ* и *in situ* современными биотехнологическими инструментами, обеспечивающими возможность устойчивого управления генетическими ресурсами [1]. Возможность создания банка культур *in vitro* для длительного хранения генофонда растений является важнейшим достижением биотехнологии [2-7].

Сохранение генофонда винограда – актуальная и долгосрочная задача, которой посещено немало исследований во многих странах [8-11]. Проблема сбора, сохранения и стабильного использования генетических ресурсов винограда важна для современной науки и успешного развития промышленного виноградарства [12]. Ряд зарубежных исследователей рассматривают сохранение зародышевой плазмы виноградной лозы *in vitro* как альтернативу полевой коллекции и считают, что разработка эффективных и осуществимых способов её хранения *in vitro* может обеспечить сбережение ценного биоразнообразия [13-17].

Культура *in vitro* даёт возможность в малом пространстве поддерживать большое количество материала в среде, свободной от патогенов и влияния неблагоприятных природных факторов, а также в кратчайшие сроки получить большое количество растений при недостатке исходного материала и потомство, генетически идентичное исходному виду или форме [18].

Хранение в условиях замедленного роста позволяет поддерживать биологический материал от нескольких месяцев до 2-3 лет без субкультивирования в зависимости от используемой технологии и вида растения [19]. Замедление роста обычно достигается за счёт модификации сред или условий культивирования. Модификации сред включают разбавление минеральной основы, снижение содержания сахарозы, изменение концентраций или комбинаций регуляторов роста, добавление осмотически активных веществ [20, 21]. Из физических факторов – снижают температуру в комбинации с уменьшением интенсивности освещения, а иногда культуры

хранят в полной темноте. Температуру при среднесрочном хранении обычно поддерживают от 4 °С до комнатной [22]. Также на эффективность хранения в условиях замедленного роста влияют тип эксплантов, их физиологическое состояние, объем культуральных сосудов и др. По окончании периода хранения культуры переносят на свежие среды, стимулируют их рост, а затем переводят в условия следующего цикла хранения [23].

Один из способов замедления роста при хранении зелёной коллекции является применение осмотиков – веществ, имитирующих для растения недостаток влаги. Действие водного стресса на растение выражается в снижении скорости ростовых процессов, угнетении фотосинтеза и дыхания, снижается ферментная активность, изменяется соотношение минеральных веществ [24]. Один из широко известных осмотиков – сорбит, ингибирующее действие которого основано на изменении осмотического давления жидкости в сторону экзосмоса.

Сорбит – органическое соединение, шестиатомный спирт, обладающий сладким вкусом. Получают путём гидрирования глюкозы с восстановлением альдегидной группы до первичной спиртовой. Зарегистрирован в качестве пищевой добавки как E420. Как показал обзор литературы по этому вопросу, ингибирующее действие сорбита в культуре тканей изучалось на многих растениях, например на 6 сортах голубики высокой (Bluecrop, Blueray, Dixi, Herbert, Rancocas, Scammel) и 3 сортах брусники обыкновенной (Koralle, Masovia, Erntedank) [25], при длительном хранении микрорастений березы [26], яблони и груши [27, 28].

Отмечено снижение роста растений при увеличении концентрации сорбита, повышение сохранности после 15 месяцев культивирования. Сорбит используется для моделирования засухи в опытах по получению растений засухоустойчивых регенерантов сахарной свёклы [29]. Выявлена повышенная сохранность жимолости [30] через 26 месяцев культивирования в вариантах с добавлением сорбита, в сравнении с маннитом. Установлено

снижение скорости роста клеток в культуре *in vitro* под действием сорбита у лекарственных растений при определённых концентрациях.

Исследователи отмечали повышение продуктивности биомассы и синтезируемых целевых соединений при низких и снижение при высоких концентрациях осмотика.

В известной нам научной литературе отсутствуют данные о влиянии осмотика сорбит на ростовые процессы растений винограда в культуре *in vitro*, что явилось основанием для включения препарата в разработку способа создания коллекции генофонда.

Цель данной работы – определить концентрации сорбита, влияющие на скорость ростовых процессов растений винограда сортов Агат донской, Восторг, Каберне-Совиньон, для продолжительного беспересадочного хранения и создания вегетирующей коллекции *in vitro*.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования применяли растения вышеуказанных сортов винограда, регенерированные методом активации апикальных меристем. Препарат вносили в твердую и жидкую питательную среду МС на этапе микрочеренкования в диапазоне концентраций 5-60 г/л, при фотопериоде 16 ч, освещенности 4000 лк и температуре 25 °С, а также в темноте с понижением на 2-3 °С. В контрольном варианте сорбит не применяли. В ходе экспериментов ежемесячно проводили учёты, определяли количество и длину корней, рост растений, количество листьев. Начиная с 9-го месяца культивирования, длину корней и их количество не учитывали в связи с трудностью замеров корней на этом этапе роста (корней много, они переплетены).

Обсуждение результатов. Введение осмотика сорбит в состав питательной среды повлияло на замедление скорости роста растений сорта Агат донской на начальных этапах культивирования. Как следует из данных таблицы 1, на 15 день скорость роста растений в вариантах с сорбитом

уменьшилась, по сравнению с контролем в 2-5 раз. Это сопровождалось уменьшением числа корней, уменьшением длины ризогенной зоны и высоты растений. Наиболее значительное ингибирование ростовых процессов произошло при концентрации препарата 10,0 г/л. Через 30 дней культивирования эта разница начала уменьшаться, оставаясь высокой при концентрации 10,0 г/л. Отмечено уменьшение числа жизнеспособных растений при концентрации сорбита 5,0 и 10,0 мг/л.

При культивировании в течение 45 дней скорость роста растений под действием осмотика увеличилась и превосходила в опытных вариантах контрольные показатели: длину ризогенной зоны и высоту растений, за исключением концентрации 10,0 мг/л. При дальнейшем культивировании отмечено незначительное снижение ростовых процессов, которое показало возможность положительного влияния на сохранность жизнеспособных растений.

Проведение эксперимента на сорте Восторг на свету с различными концентрациями сорбита показало несколько иные результаты. На протяжении всего периода культивирования отмечено стимулирование ростовых процессов при концентрациях препарата 5,0 г/л и 7,5 г/л, угнетение при концентрации 10,0 г/л (табл. 2). Положительным фактом является то, что после 105 дней культивирования наибольшее количество жизнеспособных растений сохранилось в вариантах с применением сорбита. Растения находятся в отличном состоянии и имеют потенциал для дальнейшего беспередачного хранения.

Таким образом, введение сорбита в состав питательной среды в количестве 5,0 и 7,5 г/л тормозит скорость роста растений вначале, но затем на протяжении всего периода культивирования стимулирует ростовые процессы, что способствует сохранению большего количества жизнеспособных растений в этих вариантах. При концентрации 10,0 мг/л отмечалось угнетение состояния растений, которое несколько улучшилось к 105 дню культивирования. В связи с этим, нами исследованы более высокие концентрации сорбита 20 и 30 г/л. (табл. 3).

Таблица 1 – Состояние пробирочных растений винограда сорта Агат донской при добавлении в питательную среду сорбита (культивирование на свету)

Концентрация сорбита, г/л	Жизнеспособных растений, %	Корни			Высота растений, мм	Листья, шт.	Скорость роста, мм/сутки
		число, шт.	длина, мм	ризогенная зона, мм			
15 дней культивирования							
Контроль	78,6	4,2	9,1	38,2	10,8	1,8	0,72
5,0	50,0	2,7	9,2	24,8	3,3	0,8	0,22
7,5	95,2	3,7	9,3	34,1	5,3	1,3	0,35
10,0	66,6	2,7	5,5	14,9	2,2	0,3	0,14
НСР _{0,95}		0,5	0,8		0,5	0,4	
30 дней культивирования							
Контроль	73,8	5,0	12,5	62,5	17,8	2,2	0,59
5,0	50,0	3,2	15,9	50,8	14,1	1,5	0,47
7,5	78,6	4,2	13,4	56,2	16,9	3,1	0,56
10,0	45,2	3,7	8,0	29,6	8,6	1,5	0,28
НСР _{0,95}		NS	0,9		2,1	0,6	0,07
45 дней культивирования							
Контроль	50,0	4,8	14,1	67,7	21,0	4,0	0,40
5,0	33,3	3,8	26,3	99,9	35,0	3,3	0,80
7,5	57,1	3,8	18,4	69,9	26,4	4,0	0,59
10,0	30,9	3,8	13,5	51,6	16,2	2,5	0,40
НСР _{0,95}		0,5	1,8		3,5	0,8	0,08
75 дней культивирования							
Контроль	33,3	4,2	19,0	79,8	44,6	5,5	0,58
5,0	33,3	3,4	35,0	119,0	37,2	5,4	0,50
7,5	23,8	2,9	30,2	87,6	50,0	6,9	0,68
10,0	9,5	2,8	15,6	43,6	38,7	3,1	0,49
НСР _{0,95}		0,7	3,7		1,7	0,7	0,02
100 дней культивирования							
Контроль	33,3	4,2	27,7	52,4	38,2	4,5	0,38
5,0	30,9	3,2	42,9	137,3	25,9	4,6	0,35
7,5	23,8	3,0	35,3	105,9	54,9	6,7	0,26
10,0	9,5	3,1	31,2	96,7	33,6	4,7	0,35
НСР _{0,95}		0,6	2,3		5,1	0,6	0,05

Таблица 2 – Состояние пробирочных растений винограда сорта Восторг при добавлении в питательную среду сорбита (культивирование на свету)

Концентрация сорбита, г/л	Жизнеспособных растений, шт./%	Корни			Высота растений, мм	Листья, шт.	Скорость роста, мм/сутки
		число, шт.	длина, мм	ризогенная зона, мм			
15 дней культивирования							
Контроль	39/92,8	2,8	8,5	23.8	7,5	1,4	0,50
5,0	39/92,8	3,1	7,5	23.2	10,7	1,8	0,71
7,5	36/85,7	2,4	8,2	19.7	6,9	1,3	0,46
10,0	36/85,7	2,2	9,5	20.9	6,6	1,2	0,44
НСР _{0,95}		0,3	1,0		0,3	0,4	0,04
30 дней культивирования							
Контроль	26/61,9	3,1	13,0	40.3	22.0	3,3	0.73
5,0	36/85,7	3,4	14,5	49.3	29.0	3,8	0.97
7,5	35/83,3	2,8	13,2	37.0	23.0	3,1	0.77
10,0	25/59,5	2,6	12,6	32.8	16.7	3,1	0.66
НСР _{0,95}		0,4	0,5		1.2	NS	0.03
45 дней культивирования							
Контроль	19/45,2	3.6	17.4	62.6	44.2	5.7	0.98
5,0	35/83,3	3.3	25.0	82.5	56.1	6.1	1.25
7,5	29/69,0	3.3	18.4	60.7	47.5	5.9	1.06
10,0	24/57,1	3.0	23.0	69.0	35.0	5.2	0.73
НСР _{0,95}		20,1	1.7		3.4	NS	0.07
75 дней культивирования							
Контроль	18/42,8	11,8	25.0	87.5	71.0	11.0	0.95
5,0	22/52,3	9,5	38.0	121.6	89.0	8.4	1.19
7,5	28/66,6	2,1	31.2	87.3	75.4	12.7	1.0
10,0	20/47,6	3.8	20.1	76.3	82.1	10.1	0.96
НСР _{0,95}		0.5	3.0	0	7.5	1.3	0.09
105 дней культивирования							
Контроль	18/42,8	3.7	30.6	113.2	90.1	11.4	0.85
5,0	22/52,3	3.3	39.5	130.3	99.9	11.5	0.95
7,5	27/64,2	3.1	69.5	215.4	94.3	11.3	0.90
10,0	20/47,6	3.4	57.3	194.8	95.2	13.3	0.91
НСР _{0,95}		0.4	5.0		4.2	0.8	0.04

Таблица 3 – Состояние пробирочных растений винограда сорта Восторг при добавлении в питательную среду повышенных концентраций сорбита (культивирование на свету)

Концентрация сорбита, г/л	Жизнеспособных растений, шт./%	Корни			Высота растений, мм	Листья, шт.	Скорость роста, мм/сутки
		число, шт.	длина, мм	ризогенная зона, мм			
15 дней культивирования							
Контроль	28/100	3,5	10,1	35,3	4,3	0,8	0,29
10	26/92,9	3,8	7,0	27,0	3,1	0,8	0,21
30	26/92,9	3,4	4,8	16,3	1,1	0,2	0,07
60	25/89,2	2,7	5,2	14,0	1,4	0,3	0,09
НСР _{0,95}			1,4		0,7	0,3	0,08
30 дней культивирования							
Контроль	28/100	3,5	18,7	65,4	20,1	4,0	0,67
10	27/96,4	4,1	17,1	68,4	12,4	2,8	0,41
30	24/85,7	3,8	10,7	40,6	11,8	2,6	0,39
60	25/89,2	4,4	13,3	58,5	9,5	2,3	0,32
НСР _{0,95}			2,0		2,1	0,7	0,06
56 дней культивирования							
Контроль	27/96,4	3,7	38,1	140,97	47,0	7,7	0,84
10	24/85,7	4,2	34,6	145,3	43,0	6,8	0,77
30	21/75,0	3,7	30,3	111,0	33,3	6,9	0,59
60	25/89,2	4,5	28,2	126,0	35,8	6,3	0,64
НСР _{0,95}		20,1	2,1		4,1	1,2	0,06
74 дня культивирования							
Контроль	26/92,9	3,6	49,8	179,2	58,0	9,2	0,78
10	22/78,6	4,4	45,8	201,5	61,3	9,4	0,69
30	21/75,0	3,8	38,1	144,8	49,8	9,0	0,67
60	2175,0	5,1	39,2	199,2	55,1	8,6	0,74
НСР _{0,95}		0,6	2,6		3,3	NS	0,05
90 дней культивирования							
Контроль	25/89,2	3,9	51,0	198,9	68,1	12,6	0,76
10	20/71,4	4,5	45,8	206,1	58,5	10,9	0,65
30	20/71,4	4,1	41,8	171,3	62,3	10,4	0,69
60	9/32,1	6,8	44,3	301,2	62,5	10,3	0,69
НСР _{0,95}		1,0	2,8		3,0	1,6	0,02
120 дней культивирования							
Контроль	8/28,5	3,0	61,6	184,3	52,5	8,5	0,44
10	8/28,5	4,0	77,5	310,0	65,0	8,0	0,54
30	7/25,0	4,0	42,3	169,2	64,1	10,5	0,53
60	4/14,3	5,0	39,1	195,5	55,0	10,0	0,46
НСР _{0,95}		1,0	2,9		4,3	0,7	0,03

Как следует из данных таблицы 3, сорбит в изучаемых концентрациях оказывал отрицательное влияние на ростовые процессы растений винограда сорта Восторг на протяжении 120 дней культивирования.

Все показатели развития растений были ниже контрольных. Некоторое улучшение их состояния отмечено на 120 день при концентрации сорбита 10,0 г/л. Сорбит не оказал положительного влияния на сохранность жизнеспособных растений.

Изучено состояние пробирочных растений сорта Восторг при культивировании их в темноте на твёрдой питательной среде с добавлением сорбита. При культивировании в темноте наблюдается замедление роста растений как в контроле, так и в вариантах с сорбитом, в сравнении с культивированием на свету. Причём при минимальной концентрации (10,0 г/л) отмечалось стимулирование роста побегов, а при средней (30,0 г/л) и максимальной (60,0 г/л) – торможение. Разницы между этими вариантами в высоте растений и скорости роста почти не наблюдалось.

Гибель растений от высыхания отмечена в контроле уже через 56 дней, в то время как в вариантах с сорбитом она была намного меньше. Это наблюдалось и при дальнейшем культивировании. Через 4 месяца сохранились единичные растения в вариантах с минимальной и средней концентрацией сорбита.

На жидкой питательной среде выявлено угнетение ростовых процессов растений сорта Восторг в течение всего периода культивирования при концентрации сорбита 10,0 г/л (табл. 4). В течение 2-х месяцев отставали в росте растения из варианта с концентрацией сорбита 30,0 г/л.

В варианте с максимальной концентрацией сорбита (60,0 г/л) наблюдалось улучшение облиственности растений, уменьшение длины ризогенной зоны. В конечном итоге это способствовало лучшей сохранности жизнеспособных растений.

Таблица 4 – Состояние пробирочных растений сорта винограда Восторг при добавлении в жидкую питательную среду сорбита (культивирование на свету)

Концентрация сорбита, г/л	Жизнеспособных растений, шт./%	Корни			Высота растений, мм	Листья, шт.	Скорость роста, мм/сутки
		число, шт.	длина, мм	ризогенная зона, мм			
15 дней культивирования							
Контроль	28/100	3,3	7,2	23.8	1,7	0,3	0,11
10	28/100	4,2	7,4	31.0	0	0	0
30	28/100	2,9	6,9	20.0	2,5	0,2	0,17
60	28/100	1,9	7,2	13.7	12,7	1,8	0,85
НСР _{0,95}		1,0	0,8		0,8	0,2	0,02
30 дней культивирования							
Контроль	15/53.6	4,2	16.0	67.2	7.0	1.4	0.23
10	28/100	5,3	10.7	56.7	2.8	0.9	0.09
30	28/100	4,0	12.9	51.6	5.8	1.1	0.19
60	27/96.4	3,3	15.1	49.8	13.4	2.9	0.45
НСР _{0,95}		NS	1.5		1.1	0.6	0.01
56 дней культивирования							
Контроль	18/64.2	4.9	26.7	130.8	16.8	3.8	0.30
10	25/89.2	5.6	16.2	252.7	11.3	2.1	0.20
30	22/78.6	5.3	26.2	138.9	11.7	3.0	0.21
60	17/60.7	5.6	30.2	169.1	23.0	3.8	0.43
НСР _{0,95}		NS	1.7		1.2	NS	0.01
75 дней культивирования							
Контроль	9/32.1	3.4	35.3	120.0	28.8	5.1	0.39
10	8/28.6	5.4	22.1	119.3	18.8	3.0	0.25
30	15/53.6	5.1	40.0	204.0	38.0	6.4	0.51
60	10/35.7	4.6	26.1	120.0	22.0	3.6	0.30
НСР _{0,95}		0.5	1.6		2.0	0.7	0.03
90 дней культивирования							
Контроль	4/14.2	3.5	48.2	168.7	34.5	7.2	0.38
10	5/17.8	5.0	53.6	268.0	35.0	7.2	0.39
30	3/10.7	4.3	54.9	236.0	36.6	9.3	0.41
60	8/28.6	2.0	35.0	70.0	20.0	4.0	0.22
НСР _{0,95}		0.3	1.6		1.4	0.8	0.02

Очень жёсткими оказались условия культивирования в жидкой питательной среде в темноте. Отмечено слабое развитие растений в контроле и

при минимальной концентрации, улучшение развития при максимальной и средней концентрации. Это привело к тому, что через 74 дня погибли все растения в контроле и в варианте с концентрацией 10,0 г/л. Сохранились лишь растения в вариантах с концентрацией сорбита 30,0 г/л (4 шт) и 60,0 г/л (5 шт.). Причём эти растения были с хорошо развитой корневой системой, небольшим ростом и небольшим количеством листьев и могли развиваться дальше, если бы не высохла среда.

Таким образом, доказана возможность более продолжительного беспересадочного культивирования (до 4-х месяцев) растений винограда при добавлении в питательную среду сорбита. Причём лучше сохранялись растения в твердой питательной среде на свету, уменьшение ростовых процессов было более значительным в жидкой питательной среде. При культивировании в темноте происходит торможение роста и наряду с этим большая гибель растений.

Исследования продолжены на растениях сорта Каберне Совиньон на твердой питательной среде в диапазоне концентраций сорбита 5,0-60,0 г/л. Особенностью этого опыта явилось то, что маточные растения были оздоровлены от фитоплазменной инфекции при помощи антибиотика цефотаксим. Данные, приведённые в таблице 5, свидетельствуют, что на протяжении десяти месяцев наблюдений в вариантах с сорбитом отсутствует гибель растений от инфекции, которая наблюдается, начиная с четвёртого месяца культивирования, лишь в контрольном варианте.

Интенсивность ростовых процессов в вариантах с сорбитом на протяжении всего периода культивирования замедлена. Особенно явно это видно при повышенных концентрациях сорбита. На протяжении первых трех месяцев отмечалось уменьшение числа корней, длины ризогенной зоны, высоты растений, высокая сохранность жизнеспособных растений винограда во всех вариантах опыта за исключением варианта с содержанием сорбита 60,0 г/л.

Таблица 5 – Влияние препарата сорбит на показатели развития растений винограда сорта Каберне–Совиньон в процессе длительного хранения, 2019-2020 гг.

Концентрация сорбита, г/л	Гибель, %		Число сохранившихся жизнеспособных растений, %	Корни			Высота, см	Число листьев на 1 см побега	Скорость роста, мм/сутки	Коэффициент полярности
	ГИ	ОР		число, шт	длина, см	ризогенная зона, см				
1 месяц (30 суток)										
20 сахараза	0,0	0,0	100	3,6	1,0	3,6	1,5	1,1	0,5	2,4
5	0,0	0,0	100	3,6	0,4	1,4	1,1	1,5	0,4	1,3
7,5	0,0	0,0	100	3,6	0,4	1,4	1,0	1,1	0,3	1,4
10	0,0	0,0	100	2,8	0,6	1,7	0,8	1,6	0,3	2,1
30	0,0	0,0	100	2,4	0,6	1,4	0,2	2,5	0,1	7,2
60	0,0	0,0	100	2,3	0,5	1,2	0,1	1,0	0,0	11,5
(75 суток)										
20 сахараза	0,0	0,0	100	4,2	2,1	8,8	6,4	0,9	0,9	1,4
5	0,0	0,0	100	4,5	0,8	3,6	4,3	1,2	0,6	0,8
7,5	0,0	0,0	100	4,2	0,8	3,4	5,1	1,0	0,7	0,7
10	0,0	0,0	100	3,5	1,1	3,9	3,6	1,2	0,5	1,1
30	0,0	0,0	100	3,2	1,1	3,5	2,0	1,8	0,3	1,8
60	0,0	0,0	100	2,4	1,6	3,8	0,4	2,5	0,1	9,6
(115 суток)										
20 сахараза	14,3	0,0	85,7	4,7	2,1	9,9	8,8	0,9	0,8	1,1
5	0,0	0,0	100	4,9	1,5	7,4	8,6	1,0	0,7	0,9
7,5	0,0	0,0	100	4,4	1,5	6,6	7,9	1,0	0,7	0,8
10	0,0	7,1	92,9	4,3	1,6	6,9	5,3	1,4	0,5	1,3
30	0,0	7,1	92,9	4,1	1,7	7,0	3,5	1,7	0,3	2,0
60	0,0	71,4	28,6	3,0	1,7	5,1	1,8	1,9	0,2	2,8
(155 суток)										
20 сахараза	14,3	0,0	85,7	5,5	2,0	11,0	8,8	0,9	0,6	1,3
5	0,0	0,0	100	5,9	1,6	9,4	8,9	1,2	0,6	1,1
7,5	0,0	0,0	100	5,9	1,6	9,4	9,4	1,1	0,6	1,0
10	0,0	7,1	92,9	5,2	2,0	10,4	6,0	1,4	0,4	1,7
30	0,0	7,1	92,9	5,2	2,1	10,9	3,7	1,9	0,2	3,0
60	0,0	71,4	28,6	3,5	2,3	8,1	2,1	2,4	0,1	3,8
(218 суток)										
20 сахараза	14,3	7,1	78,6	4,9	2,4	11,8	8,8	1,0	0,4	1,3
5	0,0	0,0	100	6,2	2,2	13,6	9,0	1,4	0,4	1,5
7,5	0,0	0,0	100	5,7	2,0	11,4	10,3	1,2	0,5	1,1
10	0,0	7,1	92,9	4,9	2,5	12,3	7,2	1,5	0,3	1,7
30	0,0	21,4	78,6	4,6	3,4	15,6	4,4	1,8	0,2	3,6
60	0,0	71,4	28,6	3,5	2,8	9,8	2,6	2,2	0,1	3,8
(252 суток)										
20 сахараза	14,3	14,3	71,4	5,2	3,0	15,6	8,5	1,0	0,3	1,8
5	0,0	0,0	100	5,6	2,5	14,0	9,3	1,3	0,4	1,5
7,5	0,0	0,0	100	5,4	2,3	12,4	10,3	1,2	0,4	1,2
10	0,0	7,1	92,9	5,0	2,6	13,0	7,7	1,3	0,3	1,7
30	0,0	28,6	71,4	4,9	3,2	15,7	4,9	1,6	0,2	3,2
60	0,0	85,7	14,3	4,0	2,3	9,2	3,4	1,9	0,1	2,7
(286 суток)										
20 сахараза	14,3	14,3	71,4	–	–	0,0	8,5	1,0	0,3	–
5	0,0	0,0	100	–	–	0,0	10,5	1,3	0,4	–
7,5	0,0	0,0	100	–	–	0,0	10,6	1,3	0,4	–
10	0,0	28,6	71,4	–	–	0,0	8,0	1,3	0,3	–
30	0,0	28,6	71,4	–	–	0,0	5,7	1,5	0,2	–
60	0,0	85,7	14,3	–	–	0,0	3,4	1,9	0,1	–
(316 суток) 10 месяцев										
20 сахараза	14,3	21,4	64,3	–	–	0,0	9,0	0,9	0,3	–
5	0,0	21,4	78,6	–	–	–	9,9	1,3	0,3	–
7,5	0,0	0,0	92,9	–	–	0,0	9,7	1,3	0,3	–
10	0,0	28,6	64,3	–	–	0,0	9,0	1,1	0,3	–
30	0,0	42,9	57,1	–	–	0,0	6,2	1,4	0,2	–
60	0,0	92,9	7,1	–	–	0,0	3,5	1,7	0,1	–

При дальнейшем культивировании при концентрациях 5,0 и 7,5 г/л отмечено улучшение роста растений, облиственности, при умеренном развитии ризогенной зоны и умеренном показателе полярности, что способствовало сохранности большего числа жизнеспособных растений.

При концентрациях сорбита 10,0 и 30,0 г/л, начиная с пяти месяцев хранения растений, увеличивалась длина ризогенной зоны, за счёт этого ухудшался рост, происходило подсыхание растений и их гибель. Наибольшее угнетение и гибель растений отмечены при концентрации 60,0 г/л.

Начиная с пятого месяца отмечено увеличение роста растений при концентрации 5 г/л и особенно, при 7,5 г/л (рис. 1). В вариантах с концентрацией 10, 30 и 60 г/л наблюдалось уменьшение ростовых процессов в течение всего периода культивирования. Минимальная высота растений зафиксирована в варианте с наибольшей концентрацией сорбита – 60 г/л.

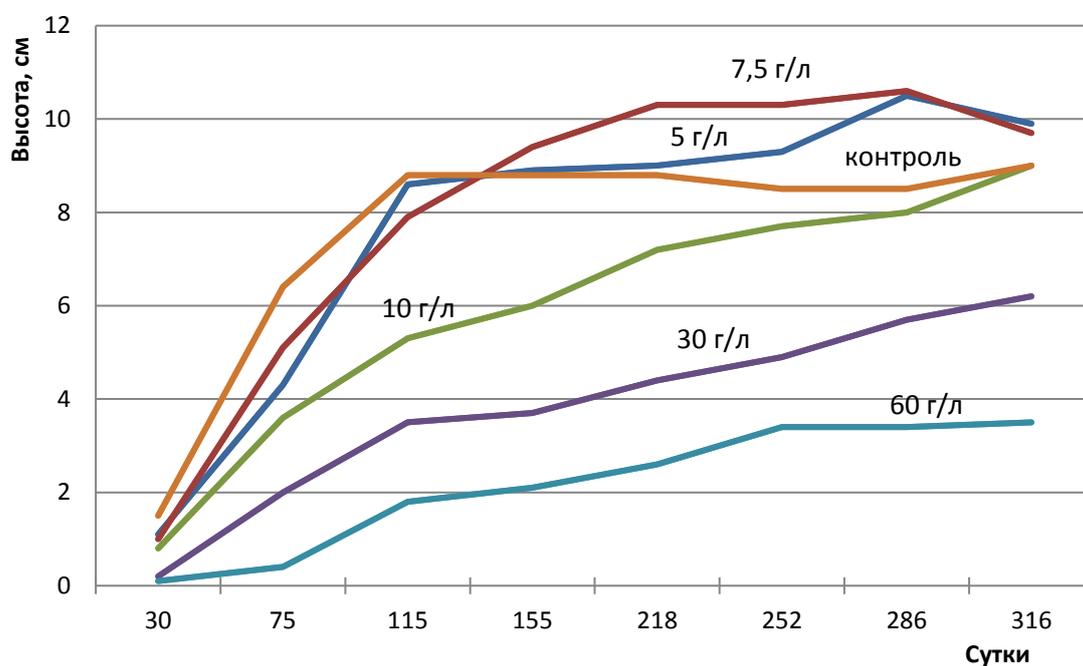


Рис.1. Динамика роста растений винограда сорта Каберне Совиньон в течение 10-месячного беспересадочного хранения в культуре *in vitro*

Выявлено увеличение длины ризогенной зоны, начиная с 5-го месяца культивирования, в вариантах с концентрацией сорбита 10,0 г/л и, особенно, 30,0 г/л, что сопровождалось снижением роста растений, то есть произошёл сдвиг соотношения побег/корень в сторону корней и возрос коэффициент полярности. Положительного влияния на сохранность жизнеспособных растений это не оказало.

При концентрации 60,0 г/л положение усугубилось слабым развитием ризогенной зоны. Сохранность растений в этом варианте после 10 месяцев наблюдений была низкой – 7,1 %, что почти в 10 раз ниже контрольного варианта (рис. 2). Поэтому мы считаем большую концентрацию неприемлемой для использования в целях сохранения растений в вегетирующей коллекции с замедленным ростом.

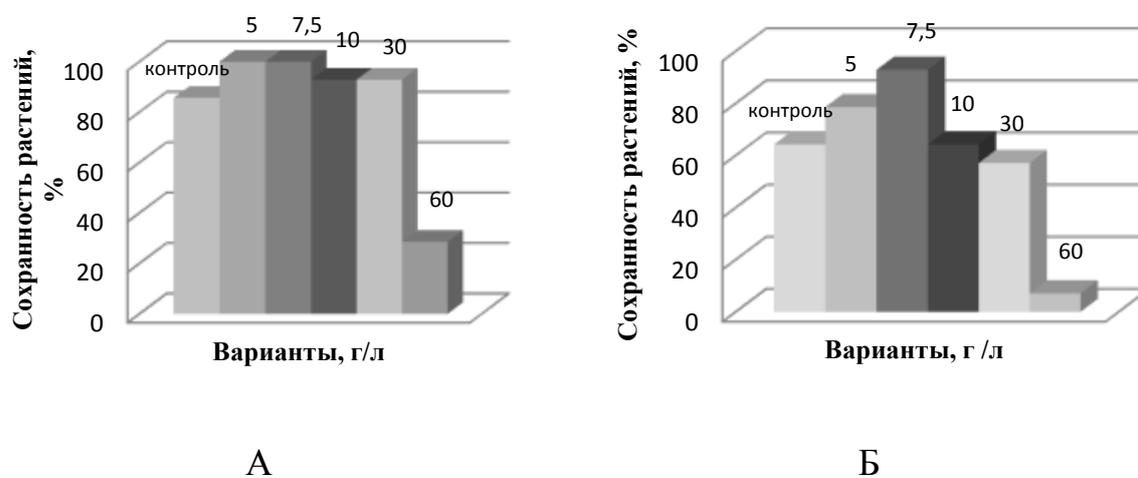


Рис. 2. Сохранность растений винограда сорта Каберне Совиньон: А – 5 месяцев культивирования, Б – 10 месяцев

Стопроцентная сохранность растений отмечена в течение первых трёх месяцев культивирования. Начиная с четвёртого, в вариантах с концентрацией сорбита 10 и 30 г /л происходит незначительная гибель растений из-за усыхания. В варианте с концентрацией сорбита 60 г/л погибло 71,4 % по этой же причине. В дальнейшем при культивировании в течение

7 месяцев увеличилась гибель растений при концентрации сорбита 30 г/л. С увеличением продолжительности хранения гибель растений в этих вариантах увеличивалась.

Максимальная сохранность отмечена в варианте 7,5 г/л – 92,9 % (контроль 64,3) (см. рис. 2 Б). В варианте 10,0 г/л сохранность была на уровне контрольной. Необходимо отметить вариант с концентрацией 30 г/л, где сохранность хоть и была несколько ниже контрольной, но в совокупности с явным торможением ростовых процессов может быть оправдана для применения при хранении растений в коллекции.

Помимо ингибирующей роли сорбита при концентрациях 10,0; 30,0, 60,0 г/л нами выявлено стимулирование ростовых процессов при минимальных концентрациях препарата: 5,0 и, особенно, 7,5 г/л, которое можно рекомендовать при массовом тиражировании мериклонов.

Выводы. При проведении эксперимента на сорте винограда Восторг на свету с различными концентрациями сорбита отмечено стимулирование ростовых процессов при концентрациях 5,0 г/л и 7,5 г/л и угнетение при концентрации 10,0 г/л. После 105 дней культивирования наибольшее количество жизнеспособных растений сохранилось в вариантах с применением сорбита. Растения находились в отличном состоянии и имели потенциал для дальнейшего беспересадочного хранения в коллекции *in vitro*.

Сорбит в концентрациях 10,0-30,0 г/л оказывал отрицательное влияние на ростовые процессы винограда сорта Восторг: все показатели развития растений были ниже контрольных. Некоторое улучшение состояния растений отмечено на 120 день культивирования при концентрации сорбита 10,0 г/л. Сорбит не оказал положительного влияния на сохранность жизнеспособных растений.

Доказана возможность более продолжительного беспересадочного культивирования (до 4-х месяцев) растений винограда сорта Восторг при

добавлении сорбита. Лучше сохранялись растения в твёрдой питательной среде на свету, уменьшение ростовых процессов было более значительным в жидкой среде. При культивировании в темноте происходит торможение роста, но наряду с этим и большая гибель растений.

Выявлена ингибирующая роль сорбита при концентрациях 10,0; 20,0 и 30,0 г/л при культивировании сорта Каберне Совиньон и стимулирование ростовых процессов при концентрациях препарата 5,0 и особенно, 7,5 г/л, которое можно рекомендовать при массовом тиражировании мериклонов. Максимальная сохранность жизнеспособность растений отмечена на варианте с концентрацией сорбита 7,5 г/л – 92,9 %. В варианте 10,0 г/л сохранность была на уровне контрольной. Концентрация 30,0 г/л, где сохранность хоть и была несколько ниже контрольной, но в совокупности с торможением ростовых процессов, может быть принята для применения при хранении растений в коллекции *in vitro*.

Беспересадочное хранение растений сорта Каберне Совиньон в течение 10 месяцев и имеющийся потенциал дальнейшего хранения объясняется тем, что растения перед закладкой опыта были оздоровлены от фитоплазменной инфекции. Этот положительный результат необходимо учитывать при создании коллекций генофонда винограда *in vitro*.

Анализ экспериментального материала даёт основание считать, что сорбит может быть успешно применён в составе питательных сред для регулирования скорости ростовых процессов при культивировании *in vitro* как для массового тиражирования оздоровленного посадочного материала, так и для создания генетической коллекции винограда *in vitro*.

Литература

1. Benson E.E. Plant Conservation Biotechnology. Taylor and Francis. 2002. 309 p.
2. Новикова Т.И., Набиева А.Ю., Полубоярова Т.В. Сохранение редких и полезных растений в коллекции Центрального сибирского ботанического сада // Вестн. ВОГиС. 2008. Т. 12. № 4. С. 564-572.

3. Новикова Т.И., Дорогина О.В. Сохранение редких и исчезающих видов флоры Сибири методами *ex situ* // Труды Том. гос. ун-та. Сер. Биол. 2010. Т. 274. С. 276-278.
4. Fay M.F. Conservation of rare and endangered plants using *in vitro* methods // *In Vitro Cell Dev. Biol.* 1992. V. 28.P. 1–4.
5. Benson E.E., Danaher J.E., Pimbley I.M. et al. *In vitro* micro propagation of *Primula scotica*: a rare Scottish plant // *Biodiversity and Conservation*. 2000. V. 9. P. 711–726.
6. Sarasan V., Cripps R., Ramsay M.M., Atherton C., McMichen M., Prendergast G., Rowntree J.K. Conservation *in vitro* of threatened plants-Progress in the past decade // *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 2006. V. 42. P. 206–214.
7. Новикова Т.И. Использование биотехнологических подходов для сохранения биоразнообразия растений // *Растительный мир Азиатской России*. 2013. № 2(12). С. 119-128.
8. G. Zdunic, E. Maul, J.E. Eiras Dias et c. 2017.: Guiding principles for identification, evaluation and conservation of *Vitis vinifera* L. sbsp. *sylvestris*. *Vitis* 56, No. 1, 127-131.
9. T. Labagnara, C. Bergamini, A. R. Caputo, P. Cirigliano. 2018: *Vitis vinifera* L. germplasm diversity: a genetic and ampelometric study in ancient vineyards in the South of Basilicata region (Italy). *Vitis* 57 No. 1, 1–8.
10. C. Jiménez, R. Peiró, A. Yuste, J. García, F. Martínez-Gil, C. Gisbert. 2019: Looking for old grape vine varieties. *Vitis* Vol. 58 No. 2, 59-60.
11. Jiménez Cantizano, A. García de Luján, R. Arroyo-García. 2018: Molecular characterization of table grape varieties preserved in the Rancho de la Merced Grapevine Germplasm Bank (Spain). *Vitis* Vol. 57 No. 3, 93-101.
12. Xue Jun Pan, Wen E. Zhang, Xia Li. 2014: *In vitro* conservation of native Chinese wild grape (*Vitis heyneana* Roem. & Schult) by slow growth culture. *Vitis* Vol. 53 (4), 207–214.
13. Reed B.M., Engelmann F., Dulloo M.E., Engels J.M.M. Technical guidelines for the management of field and *in vitro* germplasm collections. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 7. Int. Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 2004.
14. Tehrim S., Sajid G.M. *In vitro* establishment, conservation and its implications for grape germplasm biodiversity. *Romanian Biotechnol. Lett.* 2011;16(6):6785-6789.
15. Bosco D., Sinski I., Comachio V., Maia J.D.G., Ritschel P.S., Quecini V. *In vitro* techniques for grapevine germplasm conservation. *Acta Hort.* 2015;1082:201-205.
16. Maghradze D., Ocete R., Garcia J.L., Cantos M. 2015. Micro propagation and *in vitro* germplasm conservation of Georgian wild grapevines. *Vitis*. № 54: 246-248.
17. Дорошенко Н.П., Жукова Т.В. Создание и хранение коллекции винограда *in vitro* // *Русский виноград*. 2016. Т.3. С. 8-14.
18. Cruz-Cruz C.A., González-Arnao M.T., Engelmann F. Biotechnology and Conservation of Plant Biodiversity // *Resources*. 2013. V. 2. P. 73–95.
19. Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity // *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 2011.V. 47. P. 5–16.
20. Engelmann F. Germplasm Collection, Storage and Conservation // *Plant Biotechnol. Agr. Oxford*, 2012. P. 255–268.
21. Tassy C., Feuillet C., Barret P. A method for the medium-term storage of plant tissue samples at room temperature and successive cycles of DNA extraction // *Plant Mol. Biol. Rep.* 2006. V. 24. P. 247–248.
22. Paunescu A. Biotechnology for endangered plant conservation: A critical overview // *Rom. Biotech. Lett.* 2009.V. 14. P. 4095–4103.
23. Гаевский Н.А., Голованова Т.И., Гольд В.М. Избранные главы экологической физиологии растений. Красноярск, 2012. 91 с.

24. Кутас Е.Н., Горецкая А.А. Влияние осмотических ингибиторов на снижение скорости роста и сохранение жизнеспособности стерильных культур // Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. Серыя Біялагічных Навук. 2013. № 4. С 24-29.

25. Концевая И.И. Длительное хранение микрорастений берёзы в культуре тканей // Лесоведение. 2009. № 5. С.50-56.

26. Бьядовский И.А. Влияние различных источников углерода на способность к хранению клоновых подвоев яблони и груши *in vitro* // Плодоводство и Ягодководство России. Т. 39. 2014. С. 44-47.

27. Бьядовский И.А. Влияние различных сахаров и пониженной температуры на способность к хранению клоновых подвоев яблони в культуре *in vitro* // Селекция и сорторазведение садовых культур: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 170-летию ВНИИСПК (Орёл, 02-05 июня 2015 г.). Орёл: ВНИИСПК, 2015. С. 27-29.

28. Черкасова Н.Н. Получение растений-регенерантов сахарной свёклы с устойчивостью к засухе и кислотности среды // Аллея науки. Т. 2. № 7 (23). 2018. С. 456-459.

29. Бьядовский И.А. Влияние различных источников углерода и пониженной температуры на способность к хранению жимолости (*Lonicera*) в культуре *in vitro* // Плодоводство и ягодководство России. Т. 46. С 49-53.

30. Закономерности действия осмотически активных веществ на продуктивность и синтез стероидных сапонинов в каллусных культурах *Trigonella Foenum-Graecum* L. / А.О. Логвина [и др.] // Труды БГУ. 2016. Т. 11, часть 1. С. 245-251.

References

1. Benson E.E. Plant Conservation Biotechnology. Taylor and Francis. 2002. 309 p.
2. Novikova T.I., Nabieva A.Yu., Poluboyarova T.V. Sohranenie redkih i poleznyh rastenij v kollekcii Central'nogo sibirskogo botanicheskogo sada // Vestn. VOGiS. 2008. Т. 12. № 4. S. 564-572.
3. Novikova T.I., Dorogina O.V. Sohranenie redkih i ischezayushchih vidov flory Sibiri metodami *ex situ* // Trudy Tom. gos. un-ta. Ser. Biol. 2010. Т. 274. S. 276-278.
4. Fay M.F. Conservation of rare and endangered plants using *in vitro* methods // *In Vitro Cell Dev. Biol.* 1992. V. 28. P. 1-4.
5. Benson E.E., Danaher J.E., Pimbley I.M. et al. *In vitro* micropropagation of *Primula scotica*: a rare Scottish plant // Biodiversity and Conservation. 2000. V. 9. P. 711-726
6. Sarasan V., Cripps R., Ramsay M.M., Atherton C., McMichen M., Prendergast G., Rowntree J.K. Conservation *in vitro* of threatened plants-Progress in the past decade // *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 2006. V. 42. P. 206-214.
7. Novikova T.I. Ispol'zovanie biotekhnologicheskikh podhodov dlya sohraneniya bioraznoobraziya rastenij // Rastitel'nyj mir Aziatskoj Rossii. 2013. № 2(12). S. 119-128.
8. G. Zdunic, E. Maul, J.E. Eiras Diasetc. 2017.: Guiding principles for identification, evaluation and conservation of *Vitis vinifera* L. sbsp. *sylvestris*. *Vitis* 56, No. 1, 127-131.
9. T. Labagnara, C. Bergamini, A. R. Caputo, P. Cirigliano. 2018: *Vitis vinifera* L. germplasm diversity: a genetic and ampelometric study in ancient vineyards in the South of Basilicata region (Italy). *Vitis* 57 No. 1, 1-8.
10. C. Jiménez, R. Peiró, A. Yuste, J. García, F. Martínez-Gil, C. Gisbert. 2019: Looking for old grape vine varieties. *Vitis* Vol. 58 No. 2, 59-60.
11. Jiménez Cantizano, A. García de Luján, R. Arroyo-García. 2018: Molecular characterization of table grape varieties preserved in the Rancho de la Merced Grapevine Germplasm Bank (Spain). *Vitis* Vol. 57 No. 3, 93-101.
12. Xue Jun Pan, Wen E. Zhang, Xia Li. 2014: *In vitro* conservation of native Chinese wild grape (*Vitis heyneana* Roem. & Schult) by slow growth culture. *Vitis* Vol. 53 (4), 207-214.

13. Reed B.M., Engelmann F., Dulloo M.E., Engels J.M.M. Technical guidelines for the management of field and *in vitro* germplasm collections. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 7. Int. Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 2004.
14. Tehrim S., Sajid G.M. *In vitro* establishment, conservation and its implications for grape germplasm biodiversity. Romanian Biotechnol. Lett. 2011;16(6):6785-6789.
15. Bosco D., Sinski I., Comachio V., Maia J.D.G., Ritschel P.S., Quecini V. *In vitro* techniques for grapevine germplasm conservation. ActaHortic. 2015;1082:201-205.
16. Maghradze D., Ocete R., Garcia J.L., Cantos M. 2015. Micro propagation and *in vitro* germplasm conservation of Georgian wild grapevines. Vitis. № 54:246-248
17. Doroshenko N.P., Zhukova T.V. Sozdanie i hranenie kollekcii vinograda *in vitro* // Russkij vinograd. 2016. T.3. S. 8-14.
18. Cruz-Cruz C.A., González-Arno M.T., Engelmann F. Biotechnology and Conservation of Plant Biodiversity // Resources. 2013. V. 2. P. 73–95.
19. Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity // *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 2011.V. 47. P. 5–16.
20. Engelmann F. Germplasm Collection, Storage and Conservation // Plant Biotechnol. Agr. Oxford, 2012. P. 255–268.
21. Tassy C., Feuillet C., Barret P. A method for the medium-term storage of plant tissue samples at room temperature and successive cycles of DNA extraction // Plant Mol. Biol. Rep. 2006. V. 24. P. 247–248.
22. Paunescu A. Biotechnology for endangered plant conservation: A critical overview // Rom. Biotech. Lett. 2009.V. 14. P. 4095–4103.
23. Gaevskij N.A., Golovanova T.I., Gol'd V.M. Izbrannye glavnyye ekologicheskoj fiziologii rastenij. Krasnoyarsk, 2012. 91 s.
24. Kutas E.N., Goreckaya A.A. Vliyanie osmoticheskikh ingibitorov na snizhenie skorosti rosta i sohranenie zhiznesposobnosti ste ril'nyh kul'tur // Vesci Nacyyanal'naj Akademii Navuk Belarusi. Seryya Bialagichnyh Navuk. 2013. № 4. S 24-29.
25. Koncevaya I.I. Dlitel'noe hranenie mikrorastenij beryozy v kul'ture tkanej // Lesovedenie. 2009. № 5. S.50-56.
26. B'yadovskij I.A. Vliyanie razlichnyh istochnikov ugleroda na sposobnost' k hraneniyu klonovyh podvoev yabloni i grushi *in vitro* // Plodovodstvo i Yagodovodstvo Rossii. T. 39. 2014. S. 44-47.
27. B'yadovskij I.A. Vliyanie razlichnyh saharov i ponizhennoj temperatury na sposobnost' k hraneniyu klonovyh podvoev yabloni v kul'ture *in vitro* // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchyonnoj 170-letiyu VNIISPK (Oryol, 02-05 iyunya 2015 g.). Orel: VNIISPK, 2015. S. 27-29.
28. Cherkasova N.N. Poluchenie rastenij-regenerantov saharnoj svyokly s ustojchivost'yu k zasuhe i kislotnosti sredy // Alleya nauki. T. 2. № 7 (23). 2018. S. 456-459.
29. B'yadovskij I.A. Vliyanie razlichnyh istochnikov ugleroda i ponizhennoj temperatury na sposobnost' k hraneniyu zhimolosti (*Lonicera*) v kul'ture *in vitro* // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. T. 46. S 49-53.
30. Zakonomernosti dejstviya osmoticheski aktivnyh veshchestv na produktivnost' i sintez steroidnyh saponinov v kallusnyh kul'turah *Trigonella Foenum-Graecum* L. / A.O. Logvina [i dr.] // Trudy BGU. 2016. T. 11, chast' 1. S. 245-251.