УДК 634.85:631.524.5/.85:631.811/.816.12:57.086.13

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КРИОПРОТЕКТОРОВ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВИНОГРАДНОГО РАСТЕНИЯ

EFFICIENCY OF CRYOPROTECTORS' APPLICATION AND EVALUATION OF THE IMPACT ON AGROBIOLOGICAL PARAMETERS OF GRAPE PLANT

*М.Р. Бейбулатов, Н.А. Тихомирова,
Н.А. Урденко, Р.А. Буйвал, В.А. Бойко*

*M.R. Beibulatov, N.A. Tikhomirova,
N.A. Urdenko, R.A. Buival, V.A. Boyko*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»

Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS»

Россия, Республика Крым, г. Ялта,
e-mail: agromagarach@mail.ru

Russia, Republic of Crimea, Yalta,
e-mail: agromagarach@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по оценке степени защитных свойств препаратов криопротекторного направления на устойчивость технических сортов винограда к морозам в условиях моделируемого стресса, которые позволили выявить закономерности изменения в обмене веществ под влиянием препаратов адаптогенов. Установлено, что обработка криопротекторами способствует лучшей дифференциации тканей, увеличению массовой концентрации сухих веществ в побегах, изменению соотношения свободной и коллоидно-связанной форм воды. Научно обосновано, что совокупность анатомо-морфологических изменений однолетнего прироста под влиянием обработки криопротекторными препаратами позволяет снизить влияние критической отрицательной температуры на 2 градуса, также некорневыми подкормками криопротекторного направления можно существенно повысить сохранность винограда после зимних стрессов.

Summary. The paper presents the results of the assessment of a degree of protective properties of cryoprotective preparations on frost resistance of technical grapes in the conditions of simulated stress. The patterns of changes in metabolism under the influence of preparations adaptogens were revealed. It was established that adaptation with cryoprotectors promotes better tissue differentiation, an increase in the mass concentration of dry substances in shoots, a change in the ratio of free and colloid-bound forms of water. It is scientifically grounded that the aggregate of anatomical and morphological changes of one-year increment under the influence of cryoprotective preparations makes it possible to reduce the effect of the critical negative temperature by 2 degrees, and also the foliar application of cryoprotective preparations can substantially increase the safety of the grapes after winter stresses

Ключевые слова: виноград, погодные условия в зимний период, морозоустойчивость, криопротекторы, крахмал, формы воды, эмбриональная плодоносность, аг-

Keywords: grapes, weather conditions in winter, frost resistance, cryoprotectants, starch, water forms, embryonic fruitfulness, agrobiological parameters, low-temperature

робиологические показатели, низкотемпературная камера, закаливание, распутившийся глазок. chamber, hardening, central buds

DOI: 10.32904/2412-9836-2018-8-71-81

Введение. Решающая роль в результативности возделывания винограда принадлежит климатическим, почвенно-грунтовым и топографическим факторам. Обладая рядом ценных хозяйственных и биологических признаков, виноград является недостаточно устойчивым к отрицательным зимним температурам. Особенно это проявляется в зонах с неустойчивым температурным режимом осенне-зимнего периода. В отдельные годы в результате неблагоприятных погодных условий перезимовки виноградные растения повреждаются на значительных площадях. Понижение температуры воздуха до критических значений, вызывающее стресс, приводит к глубоким повреждениям жизненно важных органов виноградного куста иногда и к полной гибели растений, наносит ущерб экономике хозяйств, возделывающих виноград.

Части виноградного растения неодинаково повреждаются критическими зимними температурами и степень их повреждения различна. Большим числом ученых установлено, что соцветия повреждаются при 0 °С, молодые побеги и листья – при минус 1...- 3 °С, набухшие почки – при -3...-4 °С, листья и ягоды – при -3...-5 °С. Большие понижение температуры в осенне-зимне-ранневесенний периоды могут причинить значительное повреждение в целом виноградным кустам или его органам, что связано с особенностями сортов, состоянием их тканей, продолжительностью воздействия отрицательной температуры и др.

Критический уровень гибели глазков (свыше 80%) наблюдается при следующих отрицательных температурах: для сортов относительно морозостойких – при температуре -24...-25 °С; для среднеморозостойких – при -22...23 °С; для слабоморозостойких – при -21...-22 °С.

Абсолютные минимальные температуры в Крыму в отдельные годы могут опускаться до -30...-37 °С. Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха опускается до -19...-21 °С.

Предел морозоустойчивости у каждого сорта индивидуальный – это обусловлено генетически. Морозоустойчивость сорта повысить нельзя, но можно в этом поспособствовать кустам, сохраняя генетиче-

ски обусловленный уровень морозоустойчивости, тогда и их зимостойкость повысится [1].

Для повышения адаптивности сортов к неблагоприятным проявлениям погодно-климатических условий, стабильности плодоношения, экономической устойчивости отрасли используют криопротекторы (стимуляторы роста, гуминовые вещества совместно с ПЭГ и др.), которые повышают устойчивость виноградной лозы к низким температурам. Криопротекторы прекрасно зарекомендовали себя и при низких отрицательных значениях температур, а также в ранневесенний и поздне-осенний периоды при выращивании многих сельскохозяйственных культур, в том числе и винограда.

Одним из актуальных направлений исследований является поиск новых криопротекторов и их сравнение с другими биологически активными препаратами. Исследования последних лет показали [2, 3], что криозащитные свойства веществ во многом обусловлены их способностью, связывать воду и изменять структуру растворов таким образом, что они замерзают в аморфном состоянии. Это препятствует избыточной дегидратации, которая является одним из важнейших факторов криоповреждения клеточных мембран.

Препараты, в состав которых входят гуминовые вещества находят все больше применение в сельском хозяйстве, в том числе в виноградарстве. Полученные результаты от применения этих препаратов на виноградниках юга России и Крыма показывают, что при их применении можно сохранить потенциальный урожай, а так же его качество и морозоустойчивость растений [3].

В связи с этим цель наших исследований заключалась в оценке эффективности использования различных препаратов, обладающих криопротекторными свойствами, способных повысить устойчивость виноградного растения в условиях низкотемпературного стресса; оценить влияние криопротекторов на способность виноградного растения восстанавливаться после критических отрицательных температур окружающей среды, установить дозы внесения. Исследования проведены в модулируемых условиях (лабораторный опыт) и в естественных – на винограднике.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились согласно общепринятым методикам в виноградарстве на базе ООО «Инвест Плюс», Западный предгорно-приморский район Предгорной зоны Крыма, на плодоносящих виноградниках технических сортов Темпранильо и Сира. Оценку морозоустойчивости винограда прово-

дили по методике Черноморец М.В. [4,5,6]. Определение количества крахмала производили гистохимическим методом; определение степени дифференциации тканей методом микроскопирования; определение оводнённости тканей – термостатно-весовым методом.

Опыт заключался во внесении жидких форм исследуемых препаратов на плодоносящих виноградниках по листовой поверхности. Обработка виноградных насаждений производилась после сбора урожая, но по зеленому листу (11 октября):

- «КриоМикс» – I вариант (0,5 л/га); II вариант (1,0 л/га); III вариант (1,5 л/га); Гумат калия (2,0 л/га); «Марс-У (0,3 л/га); Контроль (без обработки).

Обсуждение результатов. Погодные условия за период исследовательской работы по данному направлению были благоприятными для роста виноградных растений сортов винограда Темпранильо и Сира. Критических низких температур не наблюдалось. Поэтому условия с низкими отрицательными температурами были смоделированы в лабораторных условиях, в низко температурной камере.

Для решения задачи по выявлению особенностей адаптации к изменяющимся условиям среды у сортов винограда Сира и Темпранильо оценивали морозоустойчивость после обработки их испытываемыми препаратами и криопротектором «КриоМикс» в естественных и моделируемых условиях опыта.

Важными физиологическими процессами, непосредственно связанными с подготовкой виноградного растения к зимовке являются: своевременное завершение всех физиологических процессов. В конце вегетации виноградного растения были проанализированы показатели вегетативной силы виноградных насаждений: прирост, фитосанитарное и агробиологическое состояние лозы и степень ее вызревания.

По результатам обследования установлено, что наибольшей силой роста обладает сорт винограда Темпранильо, средняя длина побега в среднем по вариантам опыта составила 164,3 см, у сорта Сира – 158,1 см. В разрезе одного сорта, при применении испытываемых препаратов, видна четкая разница по вариантам опыта. Так, применение испытываемого препарата «КриоМикс» в дозе от 0,5 до 1,0 л/га на сорте винограда Темпранильо оказало положительное влияние, что выразилось в увеличении средней длины побега от 15,9 до 18% ($НСР_{05} = 6,18$ при $F_{ф} = 2,60 > F_{05} = 2,57$). Обработка препаратами: «Гумат калия» и «Марс-У», увеличение средней длины побега соста-

вило 14,7% и 14,8%. На сорте винограда Сира данной закономерности не наблюдалось, за исключением препарата «Марс-У», превышение над контролем составило 8,8%, (НСР 05 = 17,8 при $F_{ф} = 1,87 < F_{05} = 2,57$).

Анализируя, диаметр однолетней лозы в разрезе двух сортов винограда установлено, что все испытываемые препараты оказали положительное влияние на формирование полноценных побегов. Так, наибольший процент полноценных побегов (диаметр побега больше 6 мм) наблюдался при обработке изучаемых сортов винограда препаратами «Гумат калия» и «Марс-У», значения которых находились в пределах от 82,5% до 85,1% от общего количества побегов.

При исследовании степени вызревания лоз под влиянием испытываемых препаратов установлено, что все опытные препараты оказали положительное влияние на вызревание однолетних побегов (89,2% – 98,1%). Хорошее вызревание растительных тканей у исследуемых сортов (подготовка к физиологическому покою) скажется положительно на прохождении закаливания, на результаты перезимовки растений, на их зимостойкость.

Таким образом, повышение морозостойкости виноградной лозы объясняется воздействием испытываемых препаратов на физиологические процессы в тканях растений.

При анализе влияние криопротекторов на сохранность глазков, получили следующие данные (табл.1). В сортовом разрезе сохранность глазков находится в пределах от 60,7 % до 89,7 % - у сорта Темпранильо и от 70,0 до 96,5 % - у сорта винограда Сира. Наименьшая сохранность глазков по длине лозы отмечена у обоих сортов в контрольном варианте.

Наибольшее значение процента гибели центральных почек глазков по длине лозы наблюдалось у сорта Темпранильо при применении препарата Гумат калия (23,3 %), что на 16 % меньше чем в контрольном варианте. В остальных опытных вариантах значения гибели центральных почек глазков находились в пределах от 10,3 % (препарат – «Марс-У») до 16,4 % (препарат «КриоМикс», доза 1,5 л/га).

По сорту Сира прослеживается аналогичная закономерность. Наименьший процент гибели центральных почек глазков наблюдается при обработке виноградных растений препаратом «Марс-У», значения соответственно 3,5 %, что на 26,5 % меньше чем в контроле.

Таблица 1 – Оценка сохранности глазков по результатам микроскопирования лозы у сортов винограда ООО «Инвест Плюс» (полевые условия), январь 2018 г.

Вариант опыта		Полностью сохранившийся глазок, %	Погибла центральная почка, сохранилась замещающая почка, %	Полностью погибший глазок, %
сорт винограда Темпранильо				
«КриоМикс»	I	85,4	14,6	3,2
	II	83,6	16,4	3,4
	III	84,7	15,3	7,4
Гумат калия		76,7	23,3	6,7
«Марс-У»		89,7	10,3	3,4
Контроль		60,7	39,3	10,7
сорт винограда Сира				
«КриоМикс»	I	83,3	16,7	3,3
	II	83,3	16,7	3,3
	III	76,7	23,3	3,3
Гумат калия		87,5	12,5	2,5
«Марс-У»		96,5	3,5	0,0
Контроль		70,0	30,0	6,7

Наименьший процент полностью погибших глазков по сорту Темпранильо отмечен у варианта I («КриоМикс», доза 0,5 л/га) – 3,2 % и у варианта, где кусты обработали препаратом «Марс-У» - 3,4 %, в сравнении с контролем – 10,7 %. На сорте Сира значения данного показателя были ниже. При обработке кустов препаратом «Марс-У», полной гибели глазков не наблюдалось, значения по остальным вариантам опыта были в пределах от 2,5 % (Гумат калия) до 6,7 % (контроль).

При определении влияние криопротекторов на зимостойкость виноградных кустов, по данным гистохимических анализов (определение сухих веществ и дифференциации тканей) однолетней лозы установлено, что в разрезе двух сортов в опытных вариантах лоза характеризуется меньшей оводненностью (табл. 2). Воздействие низких отрицательных температур приводит к увеличению содержания сухих веществ в лозе за счет вымораживания воды.

Наибольшее содержание сухих веществ отмечено в образцах лозы которых были обработаны препаратами: «Марс-У», Гумат калия и «КриоМикс» в дозе 1,5 л/га.

По данным гистохимических анализов, с наступлением физиологического покоя связано усиление синтетических реакций в тканях почек, лозы, в частности накопление в них крахмала [7].

Таблица 2 – Результаты гистохимических анализов лозы, ООО «Инвест Плюс», декабрь 2017 г.

Варианты опыта		Содержание сухих веществ, %		Дифференциация тканей, балл
		27.11.	15.12.	
сорт винограда Темпранильо				
«КриоМикс»	I	51,7	55,9	2,3
	II	52,5	56,1	2,4
	III	53,0	57,6	2,4
Гумат калия		54,8	59,5	2,5
«Марс-У»		56,4	60,0	3,0
Контроль		50,8	55,3	2,1
сорт винограда Сира				
«КриоМикс»	I	52,5	56,5	2,5
	II	52,8	56,9	2,5
	III	53,0	57,6	2,6
Гумат калия		53,2	58,1	2,8
«Марс-У»		54,6	60,5	3,1
Контроль		49,4	52,4	2,2

В фазе физиологического покоя (сентябрь-октябрь) концентрация крахмала в тканях эмбриональных побегов и лозы приближается к максимуму и оценивается (по 5-бальной шкале) баллами 4,5-4,6 (табл. 3). Под действием температур ниже 5 °С крахмал, накопившийся в побегах винограда, превращается в моносахариды, увеличивающие концентрацию клеточного сока и предотвращающие его замерзание, что повышает устойчивость древесины и почек к низким температурам.

Таблица 3. Результаты гистохимических анализов лозы, ООО «Инвест Плюс», 2017 г.

Варианты опыта		Содержание		
		крахмала, балл	воды	
			связанной, %	свободной, %
сорт Темпранильо				
«КриоМикс»	I	2,9/3,2	21,1	48,0
	II	3,2/3,5	20,8	47,3
	III	3,4/3,7	22,0	44,8
Гумат калия		3,7/4,0	20,9	42,5
«Марс-У»		3,8/4,2	21,2	40,7
Контроль		2,6/2,8	20,3	54,9
сорт Сира				
«КриоМикс»	I	2,9/3,2	23,9	60,1
	II	3,0/3,3	22,1	58,4
	III	3,3/3,6	22,6	55,8
Гумат калия		3,6/4,0	23,4	52,1
«Марс-У»		3,9/4,4	22,8	49,6
Контроль		2,8/3,0	21,5	65,3

Примечание: даты анализов – 3 дек./II; 1 дек./III.

Установлено, что обработка препаратом «Марс-У» способствует накоплению крахмала от 0,4% на сорте Темпранильо и до 0,6% – на сорте Сира. Обработка препаратом гумат калия способствует накоплению крахмала на сорте Темпранильо – от 0,2%, на сорте Сира – до 0,4%. Обработка препаратом «КриоМикс» с дозой 0,5 л/га способствовало увеличению содержания крахмала на сорте Темпранильо – от 0,2% до 0,15% - на сорте Сира; с дозой 1,0 л/га – на 0,2% - на обоих сортах; с дозой 1,5 л/га – от 0,4% - на сорте Темпранильо до 0,2% - на сорте Сира, соответственно.

Также исследования были направлены на изучение способности испытываемых криопротекторов (стимуляторы роста, гуминовые вещества совместно с ПЭГ и др.), как веществ, обладающих криозащитным действием, проникать через эпидермис листьев винограда и оказывать влияние на состояние воды в них, которая играет важнейшую роль в холодовом повреждении тканей.

Закономерное перераспределение в тканях фракционного состава воды сказывается на интенсивности ряда физиолого-биохимических процессов в растительном организме (фотосинтез, дыхание, транспирации, транспорт пластических веществ), на устойчивости его к критическим факторам внешней среды и т. п.

По соотношению между связанной и свободной водой можно судить об относительной морозоустойчивости сортов винограда [7]. Обработка листьев испытываемыми препаратами («Марс-У», гумат калия и «КриоМикс») повлияла на характер физических свойств воды в клетках виноградной лозы.

Низкотемпературный стресс вызвал увеличение свободной воды и возможность вымерзания побегов. Наименьший процент свободной воды в клеточном соке виноградных лоз на обоих сортах наблюдался при обработке виноградных кустов препаратом «Марс-У».

Степень повреждения виноградных лоз низкими отрицательными температурами (моделируемые условия в низкотемпературной камере, чтобы исключить действие колебаний температуры окружающей среды и возврата оттепелей, наблюдающихся в последнее время со сдвигом на декабрь месяц) определяли после 4 недель проращивания. Подсчитывали процент развившихся побегов после каждого этапа промораживания (табл. 4).

У относительно морозоустойчивого сорта Темпранильо после промораживания при -22 °С сохранилось наибольшее количество

глазков при обработке виноградных растений препаратом Гумат калия – 43%, 25% - при обработке препаратом «Марс-У» и 10-12% при обработке препаратом «КриоМикс» в дозах 1,0 и 1,5 л/га, чем превысили значения контрольного варианта, соответственно на: 35%, 17% и 4%. Дозы, внесенного испытываемого препарата «КриоМикс» - 0,5 л/га не обеспечили сохранности глазков выше контрольного варианта.

Таблица 4. Морозоустойчивость винограда в условиях моделирования критических отрицательных температур, (центральные почки), 20.04.2018 г.

Варианты опыта		Температура заморозки, 0С															
		-16 °С		-18 °С		-20 °С		-22 °С		-24 °С		-26 °С		-28 °С		-30 °С	
		Кол-во учетных 2-х глазковых черенков – 20 шт. (сохранилось глазков)															
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
сорт винограда Темпранильо																	
«Крио-Микс»	I	15	39	11	29	4	10	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	17	43	13	33	4	10	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	20	56	17	44	6	15	5	12	1	3	0	0	0	0	0	0
	I	20	56	17	44	6	15	5	12	1	3	0	0	0	0	0	0
Гумат калия		33	83	30	75	23	58	17	43	3	8	3	8	0	0	0	0
«Марс-У»		30	75	28	70	17	43	10	25	3	8	0	0	0	0	0	0
Контроль		27	68	23	58	23	58	3	8	3	8	0	0	0	0	0	0
сорт винограда Сира																	
«Крио-Микс»	I	29	78	17	46	14	39	5	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	33	83	20	50	17	43	7	18	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	36	85	23	55	19	46	10	21	0	0	0	0	0	0	0	0
	I	36	85	23	55	19	46	10	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Гумат калия		34	85	31	78	26	65	13	33	0	0	0	0	0	0	0	0
«Марс-У»		37	93	33	83	30	75	17	43	0	0	0	0	0	0	0	0
Контроль		32	80	25	63	20	50	8	20	0	0	0	0	0	0	0	0

При понижении температуры до -24 °С испытываемые препараты: Гумат калия, «Марс-У» обеспечили сохранность глазков 8% на уровне контрольного варианта и 3% - испытываемый препарат «Крио Микс» в дозе 1,5 л/га. После промораживания черенков до -26 °С – 8% живых глазков обеспечил испытываемый препарат Гумат калия.

На сорте Сира после промораживания при минус – 22 °С сохранность глазков в варианте, где растения обработали препаратом «Марс-У», составила 43%, Гумат калием – 33%, «КриоМиксом» - 21% с дозой – 1,5 л/га. Варианты, где применили препарат «КриоМикс» в дозе от 0,5 до 1,0 л/га сохранность глазков была ниже контрольного

варианта.

Исходя, из вышеизложенных результатов, можно охарактеризовать степень морозоустойчивости в зависимости от препарата, которым обработали сорта винограда: препарат Гумат калия и «Марс-У» обеспечивают наибольшую морозоустойчивость к низким критическим температурам на среднеустойчивых сортах Темпранильо и Сира. Испытываемый препарат «КриоМикс» в дозе 1,5 л/га обеспечивает низкую сохранность глазков винограда от 12 до 21%, превышая значения контроля. Данное распределение не является абсолютным, значения привязаны к данному году вегетации растений, условиям для вызревания и закаливания лозы.

С целью установления фактической плодоносности, развития побегов и формирования соцветий, обработанных испытываемыми препаратами, были проанализированы агробиологические признаки сортов винограда. Как показал анализ агробиологических характеристик исследуемых сортов винограда, в условиях выровненной нагрузки у сортов Темпранильо и Сира некорневая обработка испытываемыми препаратами, оказала существенное влияние на количество развившихся побегов и коэффициент плодоношения.

Выводы. Применение криопротекторов («КриоМикс» в дозе 0,5 л/га и 1,0 л/га, «Марс-У») до начала вызревания побегов способствует улучшению вызревания лозы, что связано с более ранним достижением оптимальной длины побега и прекращением его роста. При этом улучшается качество вызревания, способствующее повышению морозостойкости виноградной лозы. Применение испытываемых криопротекторов обеспечивает лучшую сохранность глазков на обоих сортах винограда. Большую сохранность обеспечивает препарат «Марс-У» и «КриоМикс» в дозах 0,5 л/га и 1,0 л/га. Выявлено, что некорневые обработки с использованием испытываемых препаратов криопротекторов: «Марс-У», «Гумат калия», «КриоМикс» в дозе 1,5 л/га способствуют лучшей дифференциации тканей, более высокому содержанию сухих веществ в лозах. Установлено, что у сорта Сира наблюдается наибольшее содержание связанной воды, особенно при обработке его криопротекторами: «КриоМикс» в дозе 0,5 л/га и «Гумат калия» со значениями соответственно, 23,9% и 23,4%. Установлено, что применение препаратов «Гумат калия» и «Марс-У» обеспечивают наибольшую морозоустойчивость к низким критическим температурам на среднеустойчивых сортах Темпранильо и Сира. Установлено, что формирование комплекса факторов, способствующих

успешному прохождению морозоопасного осенне-зимнего периода при применении препарата «Гумат калия», позволяет снизить порог вредоносности критической отрицательной температуры на 2 градуса для сорта Темпранильо.

Литература

1. Кондо, И.Н. Устойчивость винограда к морозам и заморозкам // Физиология винограда и основы его возделывания. – София: Болгарская АН, 1984. Т. 3. С. 168-199.
2. Симеонов И.Н. Устойчивость к низким температурам в осенне-зимний период популяции и клонов сорта Мискет врачански. [электронный ресурс <http://rusvine.ru/>] Русский виноград, 2017. Т. 6
3. Егоров, Е.А. Адаптивный потенциал винограда в условиях стрессовых температур зимнего периода (методические рекомендации) / Е.А. Егоров, К.А. Серпуховитина, В.С. Петров и др. // Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2006. – 156 с.
4. Бейбулатов, М.Р. Тихомирова Н.А., Урденко Н.А., Буйвал Р.А. Оценка регенерационной способности сортов винограда на фоне повреждения морозами в условиях Республики Крым // Магарах. Виноградарство и виноделие. Ялта, 2015. № 3. С. 78-80.
5. Кравченко Р.В., Радчевский П.П., Трошин Л.П., Прах А.В. Эффективность стимуляторов роста Иммуноцитифит, Крезацин и НВ-101ЕСО в технологии возделывания винограда сорта Саперави // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №01 (095). С.1224 – 1236. – IDA [article ID]: 0951401071. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/71.pdf>, 0, 812 у.п.л.
6. Черноморец, М.В. Устойчивость виноградного растения к низким температурам. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985. – 190 с.
7. Методы определения морозостойкости винограда и плодовых / под ред. М.Д. Кушниренко. – Кишинев: «Штиинца», 1981. – 57 с.
8. Погосян, К.С. Физиологические особенности морозоустойчивости виноградного растения. Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1975. – 237 с.
9. Туманов, И.И. Физиология закаливания и морозостойкость растений. М.: Изд-во «Наука», 1979. – 350 с.
10. Ненько Н.И., Ильина И.А., Петров В.С., Кудряшова В.В., Запорожец Н.М., Схаляхо Т.В. О формировании адаптационной устойчивости у растений винограда в осенне-зимний период // Сельскохозяйственная биология, 2014, №3, с.92-99.