

Информация об авторах

Акуленко Елена Георгиевна, кандидат с.-х. наук, руководитель направления плодородства, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиала ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» (РФ, 241524, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, д. 2), тел.: +7 910 734-18-68, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0173-1230>, e-mail: lupin.plodopr@mail.ru

Яговенко Герман Леонидович, доктор с.-х. наук, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» (РФ, 241524, Брянская область, п. Мичуринский, ул. Березовая, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3205-230X>, e-mail: lupin_mail@mail.ru

Островская Светлана Михайловна, младший научный сотрудник научного направления плодородства, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиала ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» (РФ, 241524, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, д. 2).

Мисникова Надежда Викторовна, кандидат с.-х. наук, ученый секретарь, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» (РФ, 241524, Брянская область, п. Мичуринский, ул. Березовая, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5746-6539>, e-mail: lupin_nvmsnikova@mail.ru

Authors Information

Akulenko Elena Georgievna, PhD in Agricultural Sciences, the head of the department of fruit breeding of the All-Russian Research Institute of Lupin – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology (RF, 241524, Bryansk region, p/o Michurinskiy, Berezovaya str., 2), phone: +7 910 734-18-68, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0173-1230>, e-mail: lupin.plodopr@mail.ru

Yagovenko Herman Leonidovich, Doctor in Agricultural Sciences, director of the All-Russian Research Institute of Lupin – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology (RF, 241524, Bryansk region, p/o Michurinskiy, Berezovaya str., 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3205-230X>. e-mail: lupin_mail@mail.ru

Ostrovskaya Svetlana Mikhailovna, junior researcher, the department of fruit breeding the All-Russian Research Institute of Lupin – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology (RF, 241524, Bryansk region, p/o Michurinskiy, Berezovaya str., 2).

Misnikova Nadezhda Viktorovna, PhD in Agricultural Sciences, Research Secretary of the All-Russian Research Institute of Lupin – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology (RF, 241524, Bryansk region, p/o Michurinskiy, Berezovaya str., 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5746-6539>, e-mail: lupin_nvmsnikova@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-07**WATER CONTENT OF TISSUES OF VINE PLANTS OF DIFFERENT CULTIVARS DURING ADAPTATION TO LOW NEGATIVE TEMPERATURES****N. O. Arestova, I. O. Ryabchun**

All-Russian Research Institute for Viticulture and Winemaking named after Ya. I. Potapenko – the branch of the Federal State Budget Scientific Institution «Federal Rostov Agricultural Research Center» Novochoerkassk, Russian Federation

Corresponding author E-mail: ruswiner@mail.ru

Received 17.05.2023

Submitted 01.08.2023

Summary

The article provides information on the dynamics of the content of the total amount of water and its fractions (bound and free) in the shoots of various grape varieties. The research results showed that the studied grape varieties differed in the degree of adaptation to low negative temperatures. This property can be explained with the state of water in the tissues of the shoots during the period of stress exposure to negative temperatures.

Abstract

Introduction. The Rostov region is the northernmost zone of industrial viticulture, where in some years, during the dormant period, there is a decrease in negative temperatures to a critical level. Under such conditions, when cultivating hybrid grape varieties with increased frost resistance without shelter for the winter, there is a high risk of losing not only part or the entire crop due to damage to plants due to exposure to low negative temperatures, but also their complete death. **Object.** The object of research was the shoots of grape varieties of different origin and adaptation to low negative temperatures. **Materials and Methods** The studies were carried out on the experimental field of the All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Rostov Federal Agrarian Research Center in accordance with generally accepted methods. The adaptive potential to low negative temperatures of various varieties was assessed by freezing lignified annual shoots in a refrigerator in the following exposures: 18 ° C – 24 hours; -25 ° C – 12 hours; -30° C – 8 hours, followed by determination of the number of live and damaged eyes. Previously, they were hardened in natural conditions, and then they were hardened in artificial ones, with a gradual decrease in temperature from -5 ° C to -15 ° C (7 days), followed by determining the number of live and damaged eyes, carried out after gradual thawing plant material. Water fractions (bound and free) were determined by the refractometric method, taking into account the amount of “bound” water remaining in the tissues and using hypertonic sucrose solution at different concentrations. **Results and conclusions.** It was revealed that the varieties most adaptive to frost (Kober 5BB, Kristall, Violet early), even when exposed to a temperature of -30 ° C, had up to 8% of fully preserved eyes and 13 ... 25% of partially damaged ones. In other varieties, almost complete death of eyes was observed. By the beginning of the full maturity of the shoots, the water content in them stabilized at the level of 50...61% with a tendency to decrease during the period of stable frosty weather. In winter, the total amount of water decreased compared to the hardening phase, but changed less significantly than the ratio of its fractions (by 2.0-2.8 times). The relationship between the degree of adaptation to low negative temperatures of lignified shoots of different grape varieties and the state of water in them during the dormant period was confirmed ($r=0.88...0.92$).

Key words: grapes, water content of shoots, stability, bound and free forms of water, frost resistance.

Citation. Arestova N. O., Ryabchun I. O. Water content of tissues of vine plants of different cultivars during adaptation to low negative temperatures. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 76-86 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-07.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 634.8:581.17

ОСОБЕННОСТИ ОВОДНЕННОСТИ ПОБЕГОВ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА ПРИ АДАПТАЦИИ К НИЗКИМ ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ

Н. О. Арестова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

И. О. Рябчун, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я. И. Потапенко – филиал ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр г. Новочеркасск, Российская Федерация

Актуальность. Ростовская область является самой северной зоной промышленного виноградарства, где в отдельные годы в период покоя наблюдается снижение отрицательных температур до критического уровня. В таких условиях при культивировании гибридных сортов винограда с повышенной морозостойчивостью без укрытия на зиму имеется большой

риск потери не только части или всего урожая из-за повреждений растений вследствие воздействия низких отрицательных температур, но и их полной гибели. **Объект.** Объектом исследований являлись побеги различных по происхождению и адаптации к низким отрицательным температурам сортов винограда. **Материалы и методы** Исследования проводились на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия-филиала ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» в соответствии с общепринятыми методами. Адаптивный потенциал к низким отрицательным температурам различных сортов оценивали с помощью промораживания одревесневших однолетних побегов в холодильной камере в следующих экспозициях: 18 °С – 24 часа; -25 °С – 12 часов; -30 °С – 8 часов с последующим определением количества живых и поврежденных глазков. Предварительно они проходили закалку в естественных условиях, а затем их закаливали в искусственных, с постепенным понижением температуры от -5 °С до -15 °С (7 суток) с последующим определением количества живых и поврежденных глазков, проведенного после постепенного оттаивания растительного материала. Фракции воды (связанную и свободную) определяли рефрактометрическим методом с учетом количества оставшейся в тканях «связанной» воды и с использованием гипертонического раствора сахарозы в разных концентрациях. **Результаты и выводы.** Выявлено, что наиболее адаптивные к морозу сорта (Кобер 5ББ, Кристалл, Фиолетовый ранний) даже при воздействии температуры -30 °С имели до 8 % полностью сохраненных глазков и 13...25% частично поврежденных. У остальных сортов наблюдалась практически полная гибель глазков. К началу полной зрелости побегов содержание воды в них стабилизировалось на уровне 50...61% с тенденцией снижения в период устойчивой морозной погоды. В зимний период общее количество воды уменьшалось по сравнению с фазой закаливания, но изменилось менее существенно, чем соотношение ее фракций (в 2,0-2,8 раза). Подтверждена зависимость между степенью адаптации к низким отрицательным температурам одревесневших побегов разных сортов винограда и состоянием в них воды в период покоя ($r=0,88...0,92$).

Ключевые слова: оводненность побегов винограда, сорта винограда, адаптивность винограда, морозоустойчивость винограда.

Цитирование. Арестова Н. О., Рябчун И. О. Особенности оводненности побегов растений различных сортов винограда при адаптации к низким отрицательным температурам *Известия НВ АУК*. 2023. 3(71). 76-86. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-07.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение Виноградные насаждения, произрастающие в умеренном климатическом поясе, довольно часто повреждаются морозами. Повреждение виноградной лозы может произойти весной, осенью или зимой во многих регионах выращивания винограда в России.

В 20 веке суровые зимы с критически низкими отрицательными температурами и существенными повреждениями или гибелью растений винограда повторялись в условиях Ростовской области с частотой один раз в 10-15 лет. За последние 20 лет такие критические условия в зимний период наблюдались в 2006 г, когда недобор урожая по причине повреждения растений морозами у большинства сортов достигал 50...100 % при полной гибели растений отдельных сортов. В связи с очевидным изменением климата предполагается, что зимы станут менее суровыми, однако при этом возможно увеличение частоты экстремальных погодных явлений, особенно в зимний период. Поэтому изучение факторов, влияющих на морозоустойчивость виноградного растения, является важным для решения задач устойчивого развития виноградарства [3, 4, 13].

В последние годы достаточно большой интерес ученых проявляется к изучению механизмов, влияющих на холодоустойчивость винограда на физиологическом и молекулярном уровнях. Понимание физиологических механизмов адаптивности, связанных с устойчивостью к заморозкам винограда, дает возможность оптимально подобрать сорта к определенному месту произрастания, обеспечивает минимизацию потерь от заморозков [2, 6].

Процесс адаптации виноградных растений к низким температурам происходит в период покоя виноградных растений. С сентября по декабрь растения адаптируются к холоду. В этот период положительные температуры снижаются до низких положительных и незначительных морозов, что сопровождается изменениями в обмене веществ и накоплением соединений, предохраняющих клетки от повреждений низкими температурами.

В период с декабря по февраль проявляется максимальная морозостойкость винограда (эндодормантность). В этот период протоплазма клеток обезвоживается за счет ее связывания с высокомолекулярными соединениями, что увеличивает защитные свойства клеток. Повышение адаптивности растений к низким отрицательным температурам обусловлено повышением гидрофильности и вязкости протоплазмы, увеличением активности некоторых ферментов, изменениями в углеводном обмене и другими биохимическими реакциями. Морозостойкость заложена генетически, она проявляется только после прохождения растением периода акклиматизации, в течение которого происходит снижение содержания свободной воды в тканях и повышение осмотического давления. Это защищает клетки от образования внутриклеточного льда.

Уровень адаптации винограда к низким температурам зависит от ряда факторов, в том числе от генетических особенностей сорта, своевременного прекращения роста побегов; накопления в них достаточного количества пластических веществ; высокой степени вызревания побегов; возможности закаливания растений к низким температурам, продолжительности морозного периода и т.д. [10, 11].

Механизм адаптации к низким отрицательным температурам связан, в том числе, с водным потенциалом растений в период подготовки к покою [1]. Вся вода в растительных клетках находится в упорядоченном состоянии, но не однородна по свойствам, определяющим ее значение для жизни растения. По структурно-функциональным свойствам вода в тканях растений подразделяется на связанную и свободную. Физиологическое значение свободной и связанной воды различно. В обмене веществ растений участвует только свободная вода. От нее зависит интенсивность физиологических процессов, в том числе и темпы роста клеток и тканей. Связанная с молекулами других веществ вода обеспечивает водоудерживающую способность клеток. Повышение связанной воды происходит за счет возрастания гидрофильности коллоидов и увеличения их количества, что способствует изменению вязкости цитоплазмы клеток. Связанная вода в зимний период создает более плотные и прочные структуры с высокомолекулярными соединениями, чем в период вегетации. Но при критическом снижении температуры из воды могут образоваться кристаллы льда, которые способны вызвать повреждение клеточных структур. Такие повреждения возникают, если силы механического давления кристаллов льда или гидростатического давления воды при таянии льда превышают силу связей между высокомолекулярными компонентами протоплазмы [7]. Кристаллы льда в клетках образуются при резком снижении температуры ниже критических значений или при действии критических отрицательных температур в течение продолжительного периода. Такие явления в условиях Ростовской области наблюдаются редко и приводят к существенным повреждениям и гибели виноградных растений. Чаще наблюдается чередование отрицательной температуры с оттепелями, когда есть

риск пробуждения ростовой активности растений и повреждения их тканей. Для адаптации растений к таким явлениям необходимо устойчивое состояние связанной воды, количество которой преобладает над свободной [12].

Цель исследований. Оценить адаптивные способности растений различных сортов винограда к низким отрицательным температурам по содержанию воды в тканях побегов. В задачи исследований входила оценка состояния воды в тканях побегов в различные фазы вегетации и покоя.

Материалы и методы. Объектом исследований являлись побеги различных по происхождению и адаптации к низким отрицательным температурам сортов винограда. Исследования проводили в Ростовской области на опытном поле и в лабораторных условиях Всероссийского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия в условиях северной зоны промышленного виноградарства.

Зимний период в Ростовской области характеризуется неустойчивостью и незначительной мощностью снегового покрова. Минимальные температуры в период покоя могут достигать в отдельные годы $-30... -35^{\circ}\text{C}$, максимальные $+12... +15^{\circ}\text{C}$. Годовой ход температур свидетельствует о континентальности климата. Средняя годовая температура составляет около $+9^{\circ}\text{C}$. Период со средней температурой выше 0°C продолжается в среднем 250 дней, сумма активных температур составляет $3300...3400^{\circ}\text{C}$. Из-за вероятности низких отрицательных температур в зимний период растения европейских сортов винограда укрываются на зиму. Сорта винограда, являющиеся по происхождению межвидовыми гибридами с участием амурского винограда или американских сортов, культивируются без укрытия на зиму.

Для исследования были взяты сорта различного происхождения. В их числе гибридные сорта с участием амурского или американского родителей с повышенной адаптационной способностью к морозам: Кристалл (Альфред-100 \times Сейв Виллар В 12-375); Фиолетовый ранний (Северный \times Мускат Гамбургский); Восторг ((Заря севера \times Долорес) \times Русский ранний); Кобер 5ББ (Берландиери \times Рипариа), а также сорта *Vitis vinifera*, неустойчивые к низким отрицательным температурам: Каберне Совиньон (Каберне Фран \times Совиньон Блан); Сибирьковый (естественным сеянцем сорта Пухляковский белый).

Исследования морозоустойчивости винограда проводили по методике В. А. Шерер (2009). Адаптивный потенциал к низким отрицательным температурам различных сортов оценивали с помощью промораживания одревесневших однолетних побегов в холодильной камере в следующих экспозициях: -18°C – 24 часа; -25°C – 12 часов; -30°C – 8 часов с последующим определением количества живых и поврежденных глазков. Предварительно они проходили закалку в естественных условиях, а затем их закаливали в искусственных, с постепенным понижением температуры от -5°C до -15°C (7 суток) с последующим определением количества живых и поврежденных глазков, проведенного после постепенного оттаивания растительного материала.

Общее количество воды в вызревших побегах определяли путем их высушивания при температуре $100...105^{\circ}\text{C}$. Фракции воды (связанную и свободную) определяли рефрактометрическим методом с учетом количества оставшейся в тканях «связанной» воды, зависящей от водоудерживающих сил клеточных коллоидов при использовании гипертонического раствора сахарозы в разных концентрациях.

Результаты и обсуждение. По среднемноголетним наблюдениям в полевых условиях сорта винограда, находящиеся в изучении, имели различную степень морозостойкости: от высокой – сорт Кобер 5 ББ (-30°C) до низкой – сорт Сибирьковый – ($-15-18^{\circ}\text{C}$) (таблица 1).

На морозоустойчивость растений влияют генетические особенности сортов и их эколого-географическое происхождение [9, 14].

Таблица 1 – Морозоустойчивость сортов винограда
(среднепогодные данные в полевых условиях)

Table 1 – Frost resistance of grape varieties (average long-term data in the field)

Сорт	Морозоустойчивость	Степень морозоустойчивости
Кобер 5ББ	-30 С	высокая
Кристалл	-29 С	высокая
Фиолетовый ранний	-23-26 С	умеренная
Восторг	-23-26 С	умеренная
Каберне Совиньон	-19-22 С	низкая
Сибирьковский	-15-18 С	низкая

Сорта, относящиеся к *V. vinifera* (Каберне Совиньон, Сибирьковский), достигают максимальной морозостойкости в середине зимы (вторая половина января), гибриды *V. vinifera* с участием американских видов (Кристалл) – в середине и конце зимы (вторая половина февраля), гибриды *V. vinifera* с участием *V. amurensis* (Восторг, Фиолетовый ранний) – в начале (декабрь) и в середине зимы.

Была изучена степень сохранности глазков сортов винограда в зависимости от искусственного промораживания при температурах -15°, -25 ° и -30 ° С. Исследуемые сорта различного эколого-географического происхождения различались по адаптационным способностям к низким отрицательным температурам, которые проявились в разной степени повреждения глазков после такового воздействия (таблица 2).

Таблица 2 – Сохранность глазков одревесневших побегов у различных сортов после их промораживания

Table 2 – Preservation of buds of lignified shoots in different varieties after their freezing

Сорт	Сохранность глазков при температуре, %					
	-15°С		-25°С		-30°С	
	без поврежденных	частично поврежденных	без поврежденных	частично поврежденных	без поврежденных	частично поврежденных
Кристалл	90	10	51	19	10	25
Фиолетовый ранний	89	3	50	17	8	13
Восторг	67	6	38	19	0	8
Каберне Совиньон	68	13	20	15	0	0
Сибирьковский	46	10	0	13	0	0
Кобер 5 ББ	93	6	75	10	12	32

Наиболее адаптивные к низким отрицательным температурам сорта (Кобер 5ББ, Кристалл) даже при воздействии температуры -30° С имели до 10...12 % полностью сохраненных глазков с живыми центральной и замещающими почками и 25...32% частично поврежденных, когда наблюдалась хотя бы одна живая почка. У менее стойких сортов (Каберне Совиньон, Сибирьковский) наблюдалась полная гибель глазков.

Исследования динамики изменения количественного и качественного состава воды в тканях побегов показали, что в первой половине вегетации растения всех изучаемых сортов характеризовались низкой водоудерживающей способностью клеток в фазы активного роста растений и минимальным количеством связанной воды по отношению к свободной (таблица 3).

У сортов Кристалл, Фиолетовый ранний, Кобер 5ББ на фоне более раннего начала вегетации отмечено наибольшее количество общей и свободной форм воды, что можно объяснить более активными ростовыми и ассимиляционными процессами. У менее стойких к отрицательным температурам сортов в этой фазе вегетации соотношение связанной и свободной воды было выше. В фазе роста ягод существенность различий между сортами по влажности побегов и соотношению в их тканях фракций воды не доказана.

Таблица 3 – Общее количество воды и соотношение фракций воды (связанной к свободной) в побегах различных сортов винограда в период вегетации
Table 3 – The total amount of water and the ratio of water fractions (bound to free) in the shoots of various grape varieties during the growing season

Сорт	Фазы вегетации					
	начало вегетации		рост ягод		вызревание побегов	
	влаж-ность, %	соотношение фракций	влаж-ность, %	соотноше-ние фракций	влаж-ность, %	соотношение фракций
Кристалл	82	0,10	70	0,25	50	1,3
Фиолетовый ранний	81	0,09	70	0,25	50	1,2
Восторг	78	0,07	68	0,24	52	1,1
Каберне Совиньон	76	0,14	69	0,21	57	0,7
Сибирьковский	77	0,14	70	0,22	61	0,6
Кобер 5ББ	80	0,09	69	0,23	51	1,1
НСР ₀₅	3,0	0,03	2,5	0,05	4,0	0,3

К началу полной зрелости побегов содержание воды в них стабилизировалось на уровне 50...61% с тенденцией снижения в период устойчивой морозной погоды. При этом изменилось соотношение между различными фракциями воды: уменьшение свободной и увеличение связанной. У более адаптивных к морозу сортов была выявлена более низкая оводненность побегов и пониженное содержание воды в свободной форме. У сортов Каберне Совиньон и Сибирьковский общее количество воды было на уровне 57...61%, что указывает на достаточно высокую активность обмена веществ в клетках растений, незавершенность процессов вызревания побегов.

В период покоя проявились наибольшие различия между растениями по соотношению фракций воды (таблица 4)

Таблица 4 – Общее количество воды и соотношение ее фракций (связанной к свободной) в одревесневших побегах различных сортов винограда в период покоя
Table 4 – The total amount of water and the ratio of its fractions (bound to free) in lignified shoots of various grape varieties during the dormant period

Сорт	Ноябрь		декабрь		январь	
	влаж-ность, %	соотношение фракций	влаж-ность, %	соотношение фракций	влаж-ность, %	соотношение фракций
Кристалл	46	1,6	46	2,5	44	2,8
Фиолетовый ранний	44	1,5	45	2,3	45	2,7
Восторг	48	1,3	45	2,1	46	2,4
Каберне Совиньон	53	1,1	49	1,7	48	2,1
Сибирьковский	54	1,0	50	1,5	50	2,0
Кобер 5ББ	48	1,5	45	2,2	45	2,8
НСР ₀₅	3,0	0,2			3,0	0,3

В зимний период общее количество воды уменьшилось, по сравнению с фазой закаливания, но изменилось менее существенно, чем соотношение ее фракций. У более адаптивных к низким отрицательным температурам сортов (Кристалл, Фиолетовый ранний, Кобер 5ББ) в январе количество связанной воды превышало количество свободной в 2,7...2,8 раза, что существенно выше, чем у менее стойких сортов (в 2,0...2,4 раза). Общее количество воды в побегах всех сортов в зимний период достигало 50%...44 % в зависимости от сорта.

Исследователи отмечают разную степень влияния оводненности побегов в период покоя на морозостойкость винограда. В ранних исследованиях Hamman J.R, Renquist RA, Hughes HG (1999) отмечается, что изменения содержания воды в побегах не сильно

коррелируют с морозоустойчивостью виноградных растений, тогда как более поздние исследования Ershadi et al, Karimi R. [5, 8] показали тесную обратную связь между этими показателями.

Нами проанализировано влияние общего количества воды и соотношения связанной фракции и свободной фракции в вызревших побегах в два срока: в ноябре – в начальный период акклиматизации виноградных растений и в январе, когда морозостойкость растений проявлялась в наибольшей степени (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние состояния воды в вызревших побегах разных сортов винограда на степень их адаптации к низким отрицательным температурам

Table 5 – Influence of the state of water in mature shoots of different varieties of grapes on the degree of their adaptation to low negative temperatures

Сорт	Сохранность глазков после действия t-30°С, %	Ноябрь		Январь	
		влажность, %	соотношение фракций	влажность, %	соотношение фракций
Кристалл	35	46	1,6	44	2,8
Фиолетовый ранний	21	44	1,5	45	2,7
Восторг	8	48	1,3	44	2,4
Каберне Совиньон	0	53	1,1	48	2,1
Сибирьковский	0	54	1,0	50	2,0
Кобер 5ББ	44	48	1,5	45	2,8
НСР ₀₅		3,0	0,2	3,0	0,3
r			0,88		0,92

Нашими исследованиями установлена умеренная обратная связь адаптационного потенциала к низким отрицательным температурам одревесневших побегов разных сортов винограда и оводненности побегов в ноябре и январе. Коэффициент корреляции составил -0,67.

Зависимость сохранности глазков вызревших побегов от соотношения в них фракций воды (связанной к свободной) доказана статистическими методами – выявлена тесная прямая корреляционная связь. В наибольшей степени это влияние отмечено в зимний период, после действия температуры -30°С (рисунок 1).

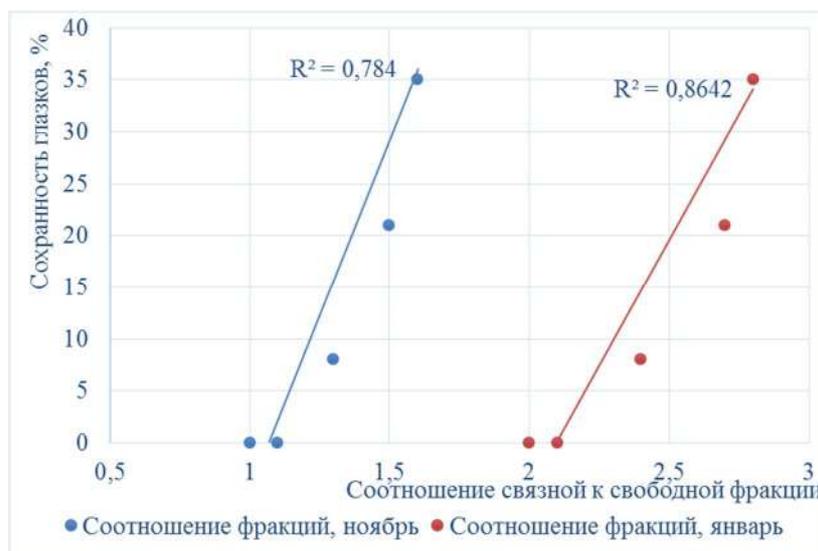


Рисунок 1 – Корреляционные связи сохранности глазков и соотношения связанной и свободной фракций воды в вызревших побегах винограда

Figure 1 – Correlations of the safety of eyes and the ratio of cohesive and free fractions of water in mature grape shoots

Заключение. Наиболее адаптивные к низким отрицательным температурам сорта винограда (Кобер 5ББ, Кристалл, Фиолетовый ранний) даже при воздействии температуры -30°C имели до 8 % полностью сохраненных глазков и 13...25% частично поврежденных. У остальных сортов наблюдалась полная гибель глазков.

В первой половине вегетации растения всех изучаемых сортов характеризовались низкой водоудерживающей способностью клеток в фазы активного роста растений и минимальным количеством связанной воды по отношению к свободной, причем у менее стойких сортов в этой фазе вегетации соотношение связанной и свободной воды было выше.

Общее количество воды в зимний период уменьшалось по сравнению с фазой закаливания, но менее существенно, чем соотношение ее фракций. Общее количество воды в побегах всех сортов не превышало 50%...44 % в зависимости от сорта, а соотношение фракций воды (связанной к свободной) у наиболее стойких к низким отрицательным температурам сортов составляло 2,7-2,8 раза, что существенно выше, чем у менее стойких сортов (2,0-2,4 раза).

Исследования показывают возможность оценки адаптивности растений винограда к низким отрицательным температурам по физиологическим показателям оводненности побегов в период покоя. Зависимость степени морозостойкости одревесневших побегов разных сортов винограда от состояния воды в период покоя подтверждена коэффициентом корреляции ($r=0,88-0,92$) между показателем сохранности глазков после воздействия температуры -30°C и соотношением фракций воды (связанной к свободной) в ноябре и январе.

Conclusions. The varieties most adaptable to low negative temperatures (Kober 5BB, Kristall, Violet early), even when exposed to temperatures of -30°C , had up to 8% of completely preserved eyes and 13 ... 25% of partially damaged ones. In other varieties, the complete death of the eyes was observed.

In the first half of the growing season, plants of all studied varieties were characterized by low water-retaining capacity of cells in the phases of active plant growth and a minimum amount of bound water relative to free water, and in less resistant varieties in this phase of vegetation, the ratio of bound and free water was higher.

The total amount of water in the winter period decreased compared to the hardening phase, but less significantly than the ratio of its fractions. The total amount of water in the shoots of all varieties did not exceed 50% ... 44%, depending on the variety, and the ratio of water fractions (bound to free) in the varieties most resistant to low negative temperatures was 2.7 ... 2.8 times, which is more – significantly higher than in less resistant varieties (2.0 ... 2.4 times).

Studies show the possibility of assessing the frost resistance of grape plants according to the physiological indicators of water content in grape shoots during the dormant period. The dependence of the degree of adaptation to low negative temperatures of lignified shoots of different varieties of grapes on the state of water during the dormant period in November and January is confirmed by the correlation coefficient ($r = 0.88, 0.92$) between the safety index of eyes after exposure to a temperature of -30°C and the ratio of water fractions.

Библиографический список

1. Морозостойкость сортов винограда различного эколого-географического происхождения / Н. И. Ненько, Г. К. Киселева, И. А. Ильина, В. С. Петров, Н. М. Запорожец, В. В. Соколова // Садоводство и виноградарство. 2021. № 4. С. 37-42.
2. Advances in understanding cold tolerance in grapevine / C. Ren, P. Fan, S. Li, Z. Liang // Plant Physiology. 2023. kiad092.
3. Assessing impacts of climate change on phenology and quality traits of *Vitis vinifera* L.: the contribution of local knowledge / R. Biasi, E. Brunori, C. Ferrara, L. Salvati // Plants (Basel, Switzerland). 2019 V. 8 (5). P. 121.
4. Assessing local climate vulnerability and winegrowers' adaptive processes in the context of climate change / E. Neethling, T. Petitjean, H. Quéno [et al.] // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2017. V. 22. P. 777–803.
5. Ershadi A., Karimi R., Mahdei K. N. Freezing tolerance and its relationship with soluble carbohydrates, proline and water content in 12 grapevine cultivars // Acta Physiol Plant. 2016. V. 38 (1). P. 1–10.

6. Formation of adaptive responses of grapes to the action of abiotic stressors of the winter period / N. Nenko, G. Kiseleva, I. Ilina, V. Sokolova, N. Zaporozhets // BIO Web Conf. 2021. V. 34. P. 01013.
7. Ievinsh G. Water Content of Plant Tissues: So Simple That Almost Forgotten? // Plants. 2023. № 12. P. 1238.
8. Karimi R. Cold hardiness evaluation of 20 commercial table grape (*Vitis Vinifera* L.) cultivars // International journal of fruit science. 2020. V. 20 (3). P. 433–450.
9. Lisek J., Lisek A. Cold hardiness of primary buds of wine and table grape cultivars in Poland // South African journal of enology and viticulture. 2020. V. 41. No 2. P. 189-196.
10. Londo J. P., Kovaleski A. P. Characterization of wild North American grapevine cold hardiness using differential thermal analysis // American Journal of Enology and Viticulture. 2017. V. 68 (2). P. 203-212.
11. Londo J., Kovaleski A. P. Deconstructing cold hardiness: variation in supercooling ability and chilling requirements in the wild grapevine *Vitis riparia* // Australian Journal of Grape and Wine Research. 2019. V. 25 (3). P. 276-285.
12. Modeling dormant bud cold hardiness and budbreak in twenty-three *Vitis* genotypes reveals variation by region of origin / J. C. Ferguson, M. M. Moyer, L. Mills, G. Hoogenboom // American Journal of Enology and Viticulture. 2014. V. 65 (1). P. 59-71.
13. Ollat N., Touzard J., Van Leeuwen C. Climate Change Impacts and Adaptations: New Challenges for the Wine Industry // Journal of Wine Economics. 2016. V. 11 (1). P. 139-149.
14. Yilmaz T., Alahakoon D., Fennell A. Freezing Tolerance and Chilling Fulfillment Differences in Cold Climate Grape Cultivars // Horticulturae. 2021. V. 7 (1). P. 4.

References

1. Frost resistance of grape varieties of various ecological and geographical origin / N. I. Nenko, G. K. Kiseleva, I. A. Ilyina, V. S. Petrov, N. M. Zaporozhets, V. V. Sokolova // Gardening and viticulture. 2021. № 4. Pp. 37-42.
2. Advances in understanding cold tolerance in grapevine / C. Ren, P. Fan, S. Li, Z. Liang // Plant Physiology. 2023. kiad092.
3. Assessing impacts of climate change on phenology and quality traits of *Vitis vinifera* L.: the contribution of local knowledge / R. Biasi, E. Brunori, C. Ferrara, L. Salvati // Plants (Basel, Switzerland). 2019 V. 8 (5). P. 121.
4. Assessing local climate vulnerability and winegrowers' adaptive processes in the context of climate change / E. Neethling, T. Petitjean, H. Quéno [et al.] // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2017. V. 22. Pp. 777–803.
5. Ershadi A., Karimi R., Mahdei K. N. Freezing tolerance and its relationship with soluble carbohydrates, proline and water content in 12 grapevine cultivars // Acta Physiol Plant. 2016. V. 38 (1). Pp. 1–10.
6. Formation of adaptive responses of grapes to the action of abiotic stressors of the winter period / N. Nenko, G. Kiseleva, I. Ilina, V. Sokolova, N. Zaporozhets // BIO Web Conf. 2021. V. 34. P. 01013.
7. Ievinsh G. Water Content of Plant Tissues: So Simple That Almost Forgotten? // Plants. 2023. № 12. P. 1238.
8. Karimi R. Cold hardiness evaluation of 20 commercial table grape (*Vitis Vinifera* L.) cultivars // International journal of fruit science. 2020. V. 20 (3). Pp. 433–450.
9. Lisek J., Lisek A. Cold hardiness of primary buds of wine and table grape cultivars in Poland // South African journal of enology and viticulture. 2020. V. 41. No 2. Pp. 189-196.
10. Londo J. P., Kovaleski A. P. Characterization of wild North American grapevine cold hardiness using differential thermal analysis // American Journal of Enology and Viticulture. 2017. V. 68 (2). Pp. 203-212.
11. Londo J., Kovaleski A. P. Deconstructing cold hardiness: variation in supercooling ability and chilling requirements in the wild grapevine *Vitis riparia* // Australian Journal of Grape and Wine Research. 2019. V. 25 (3). Pp. 276-285.

12. Modeling dormant bud cold hardiness and budbreak in twenty-three *Vitis* genotypes reveals variation by region of origin / J. C. Ferguson, M. M. Moyer, L. Mills, G. Hoo-genboom // American Journal of Enology and Viticulture. 2014. V. 65 (1). Pp. 59-71.

13. Ollat N., Touzard J., Van Leeuwen C. Climate Change Impacts and Adaptations: New Challenges for the Wine Industry // Journal of Wine Economics. 2016. V. 11 (1). Pp. 139-149.

14. Yilmaz T., Alahakoon D., Fennell A. Freezing Tolerance and Chilling Fulfillment Differences in Cold Climate Grape Cultivars // Horticulturae. 2021. V. 7 (1). P. 4.

Информация об авторах

Арестова Наталья Олеговна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия имени Я. И. Потапенко – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (РФ, 346421, Ростовская обл., г. Новочеркасск, Баклановский, д. 166), тел.: +79508463232, e-mail: zash.arestova@yandex.ru

Рябчун Ирина Олеговна, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе Всероссийского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия имени Я. И. Потапенко – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (РФ, 346421, Ростовская обл., г. Новочеркасск, Баклановский, д. 166), тел.: +79185181173, e-mail: ruswiner@mail.ru

Authors Information

Arestova Natalya Olegovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the All-Russian Ya.I. Potapenko Research Institute for Viticulture and Winemaking – branch of Federal State Budget Scientific Institution «Federal Rostov Agricultural Research Center», (346421, Russia, Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky, 166), tel.: +79508463232, e-mail: zash.arestova@yandex.ru,

Ryabchun Irina Olegovna, Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research, All-Russian Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya. I. Potapenko – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Rostov Agrarian Research Center", (346421, Russia, Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky, 166), tel.: +79185181173, e-mail: ruswiner@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-08

FODDER PRODUCTIVITY OF PERENNIAL LEGUMINOUS GRASSES ON IRRIGATED LANDS OF THE LOWER VOLGA REGION

N. I. Burtseva, D. K. Kulik, E. I. Molokantseva, O. V. Golovatyuk

*Federal State Budget Scientific Institution
«All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture»
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: burczeva.58@yandex.ru

Received 30.06.2023

Submitted 18.08.2023

The research was carried out within the framework of the research topic 2022-2024. "To develop a system of field forage production on irrigated lands when realizing the biological potential of feed agrophytocenoses in order to provide livestock with high-quality balanced feed for the reproduction of soil fertility." Topic No. FNFR-2022-0004

Abstract

Introduction. One of the most important state tasks is to ensure the country's food security. In addition to bakery products, the food basket of the population includes meat and dairy products, the production of which depends on the provision of livestock with full-fledged feed. Perennial grasses, especially legumes, play a crucial role in stabilizing the production of highly nutritious feed, improving soil fertility. In this regard, the issues of expanding the range of perennial grasses due to the introduction of new species and varieties of highly productive legumes that allow producing high-quality feed are relevant. The purpose of the research is to search for and scientifically substantiate the main parameters of the formation of high-yielding herbage from promising species of legumes to obtain the planned harvests of high-quality fodder mass. **Object.** The object of research is traditional and non-