

УДК 634.23 : 632.11

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-137-153

**ИЗУЧЕНИЕ
ЗИМОСТОЙКОСТИ СОРТОВ
ВИШНИ ОБЫКНОВЕННОЙ
В ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ
УСЛОВИЯХ***

Кузнецова Анна Павловна
канд. биол. наук
зав. лабораторией питомниководства
e-mail: anpalkuz@mail.ru

Хохлова Анна Александровна
канд. биол. наук
научный сотрудник
центра коллективного пользования
высокоточным оборудованием
e-mail: anemona2009@yandex.ru

Дрыгина Анна Игоревна
аспирант
младший научный сотрудник
лаборатории питомниководства
e-mail: annisilent@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»
Краснодар, Россия*

Многолетний опыт по изучению зимостойкости плодовых деревьев и анализ литературных источников свидетельствуют о сложности выделения форм, устойчивых к низким температурам зимне-весеннего периода в условиях юга России. Затяжная осень, постоянные температурные скачки в зимне-весенний период и значительные различия по годам как средних, так минимальных и максимальных температур затрудняют

UDC 634.23 : 632.11

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-137-153

**THE STUDY
OF WINTER HARDINESS
OF SOUR CHERRY VARIETIES
UNDER FIELD AND LABORATORY
CONDITIONS ***

Kuznetsova Anna Pavlovna
Cand. Biol. Sci.
Head of Nursery Planting Laboratory
Email: anpalkuz@mail.ru

Khokhlova Anna Alexandrovna
Cand. Biol. Sci.
Research Associate
of Center for Collective Use
of High-Tech Equipment
e-mail: anemona2009@yandex.ru

Drygina Anna Igorevna
Postgraduate student
Junior Research Associate
of Nursery Planting Laboratory
e-mail: annisilent@mail.ru

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»
Krasnodar, Russia*

Many years of experience in studying the winter hardiness of fruit trees and the analysis of literary sources indicate the difficulty of identifying forms resistant to low temperatures of the winter-spring period in the conditions of southern Russia. Prolonged autumn, constant temperature jumps in the winter-spring period and significant differences in the years of both average and minimum and maximum temperatures make

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда и ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева» в рамках научного проекта № МФИ-П-20.1/12

* The research was carried out with the financial support of the Kuban Scientific Foundation and LLC «OPH named after K.A. Timiryazev» in the framework of the scientific project № МФИ-П-20.1/12

выделение растений, адаптивных к стрессорам этого периода. Зимой в тканях плодовых деревьев проходят биохимические процессы, многие из которых в условиях теплой южной зимы протекают значительно интенсивнее, чем в условиях холодных зим более северных районов и поэтому необходимы эталоны и параметры для определения зимостойкости, применимые конкретно к условиям юга. Зимнее развитие и зимостойкость плодовых деревьев определяются в очень большой мере тем, сколько питательных веществ накопят они в ходе подготовки к зиме, и в какой степени эти вещества превратятся в защитные. Все это заставляет проводить комплексную оценку растений с помощью физиологических, биохимических, анатомо-морфологических исследований с привлечением камер искусственного климата. В нашей работе количественное определение крахмала в многолетних ветвях и молодых побегах вишни позволило выявить его динамику на протяжении годового цикла развития растений. Сорта вишни, показавшие отличную и хорошую устойчивость к низким температурам, имели большее количество крахмальных зерен. С помощью искусственного промораживания и полевого метода исследований удалось выделить устойчивость сортов вишни к каждому компоненту зимостойкости. Наиболее устойчивыми к комплексу зимних стрессов из изученных форм в полевых условиях Усть-Лабинского района, где наблюдаются низкие зимние температуры до -27°C , по результатам полевых опытов, промораживания в специальных камерах и по данным накопления крахмала оказались клон Молодежная, и сорта вишни Гриот Тимирязевский, Тимирязевская поздняя.

Ключевые слова: ВИШНЯ ОБЫКНОВЕННАЯ, АДАПТИВНОСТЬ, ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА, ЗИМОСТОЙКОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ

it difficult to isolate plants adaptive to the stressors of this period. In winter, biochemical processes take place in the tissues of fruit trees, many of which are much more intense in the conditions of a warm southern winter than in the conditions of cold winters in more northern regions, and therefore, standards and parameters are needed to determine winter hardiness, acceptable specifically to the conditions of the south. The winter development and hardiness of fruit trees is determined to a very large extent by how many nutrients they accumulate in preparation for winter, and to what extent these substances will turn into protective ones. All this makes it necessary to conduct a comprehensive assessment of plants using physiological, biochemical, anatomical and morphological studies involving artificial climate cameras. In our work, the quantitative determination of starch in perennial branches and young shoots of sour cherries allowed us to reveal its dynamics during the annual cycle of plant development. Cherry varieties that showed excellent and good resistance to low temperatures had a greater number of starch grains. With the help of artificial freezing and the field method of research, it was possible to isolate the resistance of sour cherry varieties to each component of winter hardiness. The most resistant to the complex of winter stresses from the studied forms in the field conditions of Ust-Labinsk district, where low winter temperatures of up to -27°C are observed, according to the results of field experiments, freezing in special chambers and according to starch accumulation, were following clone Molodezhnaya, and cherry varieties Griot Timiryazevsky, Timiryazevskaya pozdnyaya.

Key words: SOUR CHERRY, ADAPTABILITY, DYNAMICS OF STARCH CONTENT, WINTER HARDINESS, PRODUCTIVITY

Введение. Стабильная урожайность косточковых культур определяется, в первую очередь, их генетическим биопотенциалом, реализация которого в большей степени зависит от климатических факторов среды [1-3]. Устойчивость растений к погодным стрессам и резким температурным изменениям очевидным образом влияют на их плодоношение, а также на закладку и развитие генеративных почек для будущего урожая [4, 5].

Анализ погодных условий за период с середины прошлого века до настоящего времени четко показывает наличие тренда изменчивости основных показателей метеопараметров: повышение летних температур, удлинение вегетационного периода за счет более теплой и продолжительной осени, уменьшение величины низких температур в зимний период [6-8].

Отмеченные изменения температурного режима совпадают по времени с прохождением плодовыми растениями фенофаз начала периода покоя и выхода из него и крайне негативно влияют на общее состояние и продуктивность растений, значительно затягивая их подготовку к зиме, делая более уязвимыми даже к незначительным понижениям температуры, а также нарушают привычный срок выхода растений из стадии покоя [9-12].

Зимнее развитие и зимостойкость плодовых деревьев определяется в очень большой мере тем, сколько питательных веществ накопят они в ходе подготовки к зиме. Раньше других запасных веществ начинают накапливаться углеводы – крахмал, сахара [13-15]. Осенний период определяется гидролизом крахмала, превращением его в сахара, жиры и липоиды, что повышает устойчивость плодовых растений к отрицательным температурам осенне-зимнего периода [16].

Метод определения количества крахмальных зерен в древесине растения в сочетании с полевыми и лабораторными наблюдениями за морозостойкостью позволяет точнее определить влияние изменения климата на продолжительность периода покоя и подготовки к нему.

Таким образом, целью исследований являлась изучение устойчивости сортов вишни к различным абиотическим стрессам зимнего периода и выявление сортов с наибольшей адаптивностью к ним.

Объекты и методы исследований. Исследование проводилось на сортах вишни Гриот Тимирязевский, Призвание, Чудо Вишня, Тимирязевская поздняя и селекционных формах клон Молодежная, гибрид 3-39. Для проведения лабораторных исследований по определению морозостойкости и накоплению крахмала были отобраны однолетние и двухлетние приросты каждого сорта. Полевые испытания и отбор образцов проводились в Усть-Лабинском районе, в насаждениях ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева». Оценка крахмальных зерен в тканях плодовых растений была проведена по методике, разработанной Л.И. Джапаридзе, в основе которой лежат общие принципы качественной реакции крахмальных зерен на йод [17, 18]. Цитологический анализ для определения количества крахмальных зерен проводили на световом микроскопе Olympus VX×41 с использованием камеры Горяева. Готовые препараты анализировали при увеличении объективов 10×0,25, 40×0,65.

Согласно программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур в контролируемых условиях исследования сортов и подвоев косточковых культур, устойчивость к низким температурам определяется по следующим компонентам комплекса зимостойкости [19]:

- 1) устойчивости к ранним морозам в ноябре-начале декабря;
- 2) максимальному уровню морозостойкости при закалке в декабре-феврале;
- 3) сохранению устойчивости в периоды оттепелей (февральские окна);
- 4) способности восстанавливать устойчивость при повторной закалке после оттепелей.

Для создания подготовительных режимов и последующего промораживания растений использовали климатическую камеру СМ-30/100-120 ТВХ с регулируемой температурой от -30 до 100 °С с точностью $\pm 0,5-1,0$ °С.

Общую степень подмерзания ветвей в полевых и контролируемых условиях оценивали по следующей 4-х бальной системе [19]:

0 – нет признаков подмерзания;

1 – очень слабое подмерзание: древесина желтоватая, небольшие поверхностные ожоги коры на штамбе и скелетных ветвях, подмерзание концов однолетнего прироста, вымерзание части букетных веточек (до 10 %);

2 – слабое подмерзание: древесина светло-коричневая, слабые поверхностные ожоги, небольшие по площади, но глубокие повреждения коры, подмерзание и усыхание однолетних приростов и выпадения мелких веток; гибель букетных веточек (до 25 %);

3 – значительное подмерзание: древесина бурая или коричневая, ожоги средней степени, значительно повреждена кора с ее омертвлением до древесины.

Обсуждение результатов. Оценку устойчивости растений к низким зимним температурам начали с анализа динамики содержания крахмала в паренхиме коры однолетних приростов и многолетних ветвях разных плодовых пород и сортов, которое показывает наличие общих закономерностей в изменении его количественного состава в зависимости от сезона. В динамике крахмала выделяются два периода.

Первый период – это активное его накопление и образование, которое происходит в летние месяцы. Месяц, в котором усиливается его накопление, – июнь, а в сентябре можно наблюдать максимум по содержанию крахмала в паренхиме коры. У изученных сортов вишни количество крахмальных зерен за период вегетации варьировалось от 483 до 800 тыс. шт. В то же время выявлено увеличение количества крахмальных зерен в исследуемых побегах второго года по сравнению с побегами первого года.

Максимальное количество данного показателя у побегов первого года в июне обнаружено у сорта Гриот Тимирязевский и у клона Молодежная (рис. 1, 2). У них же наблюдалось максимальное количество крахмальных зерен и у ветвей второго года в июне, которое составило 700,0 и 710,0 тыс. шт. (рис. 1-3).

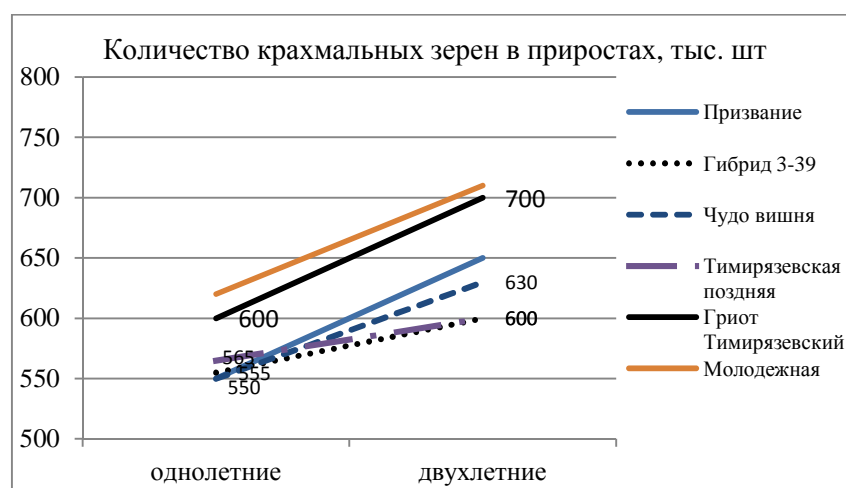


Рис. 1. Количество крахмала в однолетних и двухлетних побегах сортов вишни в июне 2021 г.

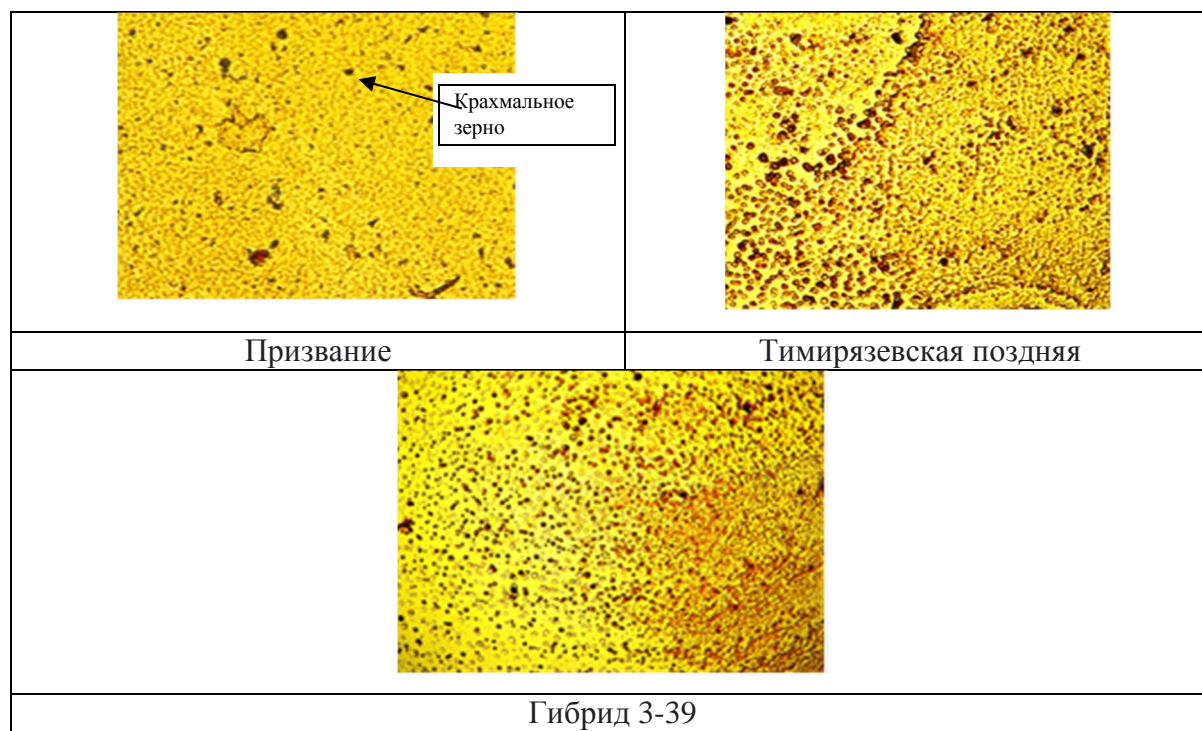


Рис. 2. Содержание крахмала в паренхиме у однолетних побегов вишни, июнь 2021 г.



Рис. 3. Содержание крахмала в паренхиме в ветвях вишни двухлетнего возраста, июнь 2021 г.

Осенний период определяется гидролизом крахмала, превращением его в сахара, жиры и липоиды, что повышает устойчивость плодовых растений к отрицательным температурам осенне-зимнего периода [20].

Исследование показало, что в сентябре у всех сортов небольшое различие количественного состава крахмальных зерен. У побегов первого и ветвей второго года количество крахмальных зерен варьировалось от 650,0 до 800,0 тыс. шт. (рис .4).

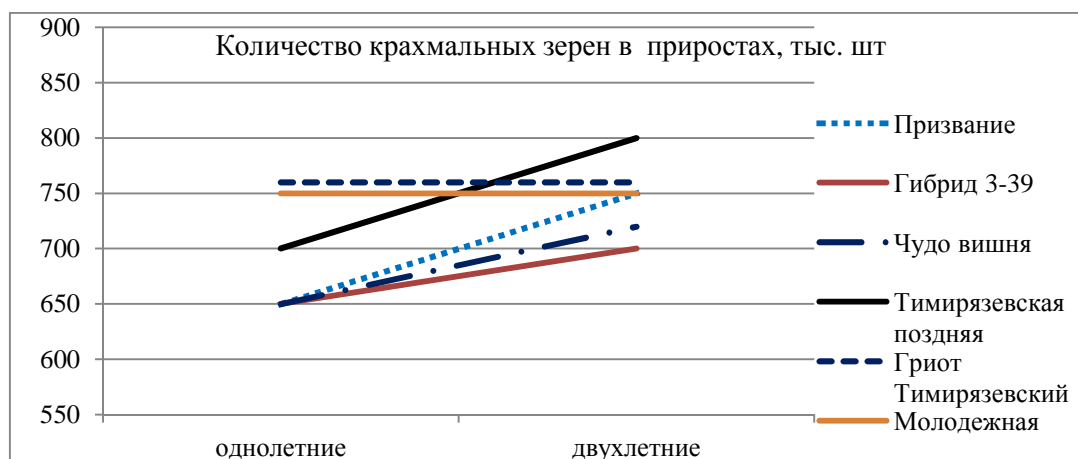


Рис. 4. Количество крахмала в однолетних и двухлетних побегах вишни в сентябре 2021 г.

Наибольшее количество крахмала отмечено у сорта Тимирязевская поздняя. У сорта Гриот Тимирязевский и клона Молодежная количество крахмальных зерен в тканях однолетней и двухлетней древесины было одинаково высоким.

При исследовании содержания крахмала у растений вишни нами было отмечено, что предварительно самыми устойчивыми по количеству накопленного крахмала должны были быть деревья сортов Гриот Тимирязевский, Тимирязевская поздняя и клона Молодежная. Для выяснения этого изучены многолетние данные урожайности и собранные данные подмерзания в естественных и искусственных условиях в 2021 и 2022 гг.

Для определения устойчивости к ранним морозам (I компонент зимостойкости) были проанализированы минимальные температуры, зафиксированные на ближайшей метеостанции в декабре за период 2010-2020 гг. Установлено, что температура опускалась до наиболее критической 17 декабря 2017 года и составила -17 °С. Именно при такой температуре проведено промораживание растений в контролируемых условиях. Степень подмерзания проводящих пучков на однолетних и двухлетних приростах у исследуемых форм и сортов вишни составила от 0 до 1,5 баллов. Повреждений коры и камбия отмечено не было. Высокая устойчивость к ранним морозам была выявлена у формы вишни 3-39 (табл. 1).

Таблица 1 – Устойчивость к ранним морозам различных сортов и форм вишни (декабрь, 2021 г.) в искусственных условиях

Сорт	Подвой	Подмерзание, балл					
		Кора		Проводящие пучки		Камбий	
		1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост
Гриот Тимирязевский	антипка	0	0	1,5	1,5	0	0
Чудо вишня	антипка	0	0	1	1	0	0
Гибрид 3-39	антипка	0	0	0	0	0	0
Тимирязевская поздняя	антипка	0	0	1	1	0	0
Клон Молодежная	антипка	0	0	0	0	0	0
Призвание	антипка	0	0	1	0	0	0

Понижение температуры в январе до $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 2021 года позволило изучить устойчивость деревьев вишни к низким температурам в середине зимы в полевых условиях (II компонент зимостойкости) (табл. 2).

Таблица 2 – Устойчивость различных сортов и форм вишни в естественных условиях в январе после снижения температуры до $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Усть-Лабинский р-н), 2021 г.

Сорт	Подвой	Повреждение, балл			
		почки	проводящие пучки	1 летний прирост	2-х летний прирост
Призвание	антипка	1	0	0	0
Гриот Тимирязевский	антипка	0	0	0	0
Гибрид 3-39	антипка	0,5	1	1	0
Тимирязевская поздняя	антипка	1	0	0	0
Чудо вишня	антипка	-	-	-	-
Клон Молодежная	антипка	0	0	0	0

Повторные исследования устойчивости растений к морозам в период глубокого покоя, для подтверждения полученных ранее данных, были проведены и в искусственных условиях в 2022 году. По вышеизложенному принципу была выбрана критическая минимальная температура $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наибольшему повреждению подверглись проводящие пучки в узлах и букетных веточках (до 2-х баллов), а также камбий. Наибольшую устойчивость продемонстрировали клон вишни Молодежная, сорта Призвание, Гриот Тимирязевский (табл. 3).

Проанализированы данные по подмерзанию вегетативных и генеративных почек в период покоя (стадия развития пыльцы – II археспорий), определен процент их повреждения минимальными температурами (табл. 4). Повреждения вегетативных почек в рассматриваемые стадии развития не наблюдались. Форма 3-39 имела самые сильные повреждения генеративных почек на однолетних приростах, что соотносится со степенью повреждения пучков букетных веточек.

Таблица 3 – Устойчивость к сильным морозам различных сортов и форм вишни (февраль, 2022 г.) в искусственных условиях, при -27 °С

Сорт	Подвой	Подмерзание, балл					
		Кора		Проводящие пучки		Камбий	
		1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост
Гриот Тимирязевский	антипка	0	0	1	1,0	1,0	1,0
Чудо вишня	антипка	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	1,0
Гибрид 3-39	антипка	0	0	2,0	2,0	1,0	1,0
Тимирязевская поздняя	антипка	0	0	1,0	2,0	1,0	1,0
Призвание	антипка	0	0	1,0	1,0	0	1,0
Клон Молодежная	антипка	0	0	1,0	0	0	0

Таблица 4 – Повреждения вегетативных и генеративных почек в период покоя, февраль, 2022 (стадия развития пыльцы – II археспорий)

Сорт \ Почки	Вегетативные		Генеративные	
	1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост
Гриот Тимирязевский	0	0	0	0
Тимирязевская поздняя	0	0	0	0
Чудо вишня	0	0	0	0
Гибрид 3-39	0	0	60	0
Призвание	0	1	30	10
Клон Молодежная	0	0	0	0

Определение устойчивости косточковых культур к морозам после февральских оттепелей показало (III компонент зимостойкости), что большинство исследуемых сортов вишни оказались устойчивы к понижению температуры до -10 °С после повышения до +18 °С, кроме формы 3-39 и сорта Чудо Вишня, такие же реакции наблюдались при изучении их устойчивости к ранневесенним морозам (табл. 5).

Таблица 5 – Устойчивость к ранневесенним морозам различных сортов и форм вишни (2022 г., март) (-10 °С)

Сорт	Подвой	Подмерзание, балл					
		Кора		Проводящие пучки		Камбий	
		1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост
Гриот Тимирязевский	антипка	0	0	0	0	1	0
Чудо вишня	антипка	2	2	2	1	0	1
Гибрид 3-39	антипка	0	0	1	1	1,5	0
Тимирязевская поздняя	антипка	0	0	0	0	1	1
Призвание	антипка	0	0	0	0	0	0
Клон Молодежная	антипка	0	0	0	0	0	0

Промораживание в апреле в камере до -14 °С вызвало одинаковое поражение проводящих пучков большинства сортов на 1 балл, камбия – до 1 балла (табл. 6).

Таблица 6 – Устойчивость к морозам различных сортов и форм вишни (апрель, 2022 г.) (-14 °С)

Сорт	Подвой	Подмерзание, балл					
		Кора		Проводящие пучки		Камбий	
		1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост
Гриот Тимирязевский	антипка	0	0	1	1	1	0
Чудо Вишня	антипка	-	-	-	-	-	-
Гибрид 3-39	антипка	0	0	1	1	1	0,5
Тимирязевская поздняя	антипка	0	0	1	1	1	0
Клон Молодежная	антипка	1	0	1	0	0,5	0
Призвание	антипка	0	0	1	0	0	0

В этот период в условиях искусственного промораживания по устойчивости генеративных почек к низким температурам выделился гибрид 3-39 (табл. 7).

Таблица 7 – Повреждения вегетативных и генеративных почек (апрель, 2022 г., -14 °С)

Сорт	вегетативные		генеративные	
	1	2	1	2
Вишня				
Гриот Тимирязевский	0	10	0	25
Тимирязевская поздняя	10	10	0	25
Гибрид 3-39	0	10	0	0
Клон Молодежная	0	10	0	5
Призвание	0	10	0	45

Поздневесенние заморозки являются наиболее вредоносным погодным стрессором для плодовых растений именно в период фенофазы «цветение». Подмерзание генеративных органов может значительно снизить будущий урожай, вплоть до полной его потери. Степень повреждения растений заморозками зависит от биологических особенностей плодового растения, фазы развития цветков, микрорельефа сада, типа почвы, уровня агротехнического ухода и т.д.

Для определения устойчивости к возвратным заморозкам (IV компонент зимостойкости) растения в фазе развития пыльцы старше третьего археспория (в стадии вынужденного покоя) подвергались воздействию температуры -5 °С, что для косточковых культур в данной фазе онтогенеза является критическим (табл. 8).

Наименьшие повреждения после промораживания получили клон Молодежная и сорт Тимирязевская поздняя. Однако у последней наблюдалась гибель генеративных почек на побегах второго года на 10 % больше, чем у клона Молодежная (табл. 9).

Проанализированы данные об урожайности исследуемых сортов и форм вишни в период 2020-2022 годов. В 2020 году отмечена затяжная осень, в весенний период отмечались 3 волны заморозков, и у косточковых

культур практически не наблюдался урожай. Отличились по этому признаку Гриот Тимирязевский, 3-39, Тимирязевская поздняя, отмечен урожай на вишне клон Молодежная. Из-за повреждений камбия, проводящих пучков и почек в 2021 и 2022 годах, урожай формы 3-39 снизился по отношению к 2020 году, тогда как для сортов Гриот Тимирязевский и Тимирязевская поздняя повреждения зимних стрессов 2021 года оказались менее значительными (рис. 5). Необходимо отметить, что кроны деревьев Гриот Тимирязевский, Тимирязевская поздняя, 3-39 значительно больше (в 1,5 раза), чем крона деревьев клона Молодежная. Меньшая крона предполагает возможность увеличить плотность посадки деревьев, тем самым повысить урожайность вишни с 1 га, соответственно эту форму также выделили как урожайную.

Таблица 8 – Устойчивость к возвратным заморозкам различных сортов и форм вишни (-5 °С)

Сорт	Подвой	Подмерзание, балл					
		Кора		Проводящие пучки		Камбий	
		1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост
Гриот Тимирязевский	антипка	0	0	1	1	1	0
Чудо вишня	антипка	0	0	1	1	0	1
гибрид 3-39	антипка	1	0	1	1	1,5	1
Тимирязевская поздняя	антипка	0	0	0	0	1	0,5
клон Молодежная	антипка	0	0	1	0	0,5	0
Призвание	антипка	0	0	1	1	1	0

Таблица 9 – Повреждения вегетативных и генеративных почек (промораживание при -5 °С)

Сорт	Почки	Вегетативные		Генеративные	
		1 летний прирост	2-х летний прирост	1 летний прирост	2-х летний прирост
Вишня					
Гриот Тимирязевский		0	0	0	20
Тимирязевская поздняя		0	0	3	30
Чудо Вишня		0	0	15	20
гибрид 3-39		0	0	30	30
клон Молодежная		10	0	10	20
Призвание		0	0	20	30

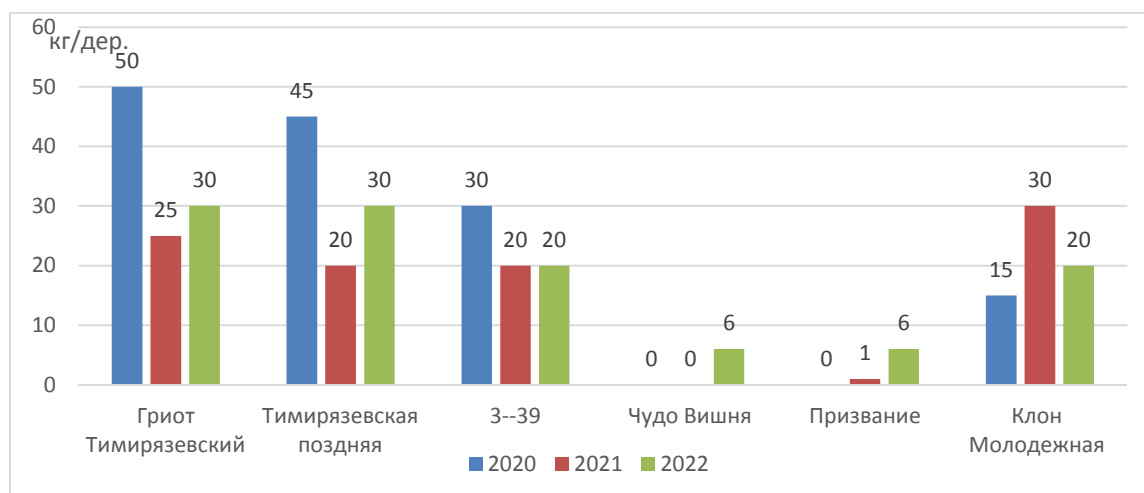


Рис. 5. Динамика урожайности сортов и форм вишни в период 2020-2022 гг.

Заключение. Устойчивость растений к низким температурам зависит от множества факторов и выделение лучших форм возможно при изучении комплекса показателей. Среди исследованных сортов и форм вишни, высокое накопление крахмальных зерен и в июне, и в сентябре показали Гриот Тимирязевский, клон Молодежная – до 750 тыс. шт. и Тимирязевская поздняя – до 800 тыс. шт, выявлена так же их относительная устойчивость к морозам по четырем компонентам зимостойкости, что подтверждает и стабильная урожайность указанных сортов и формы в изученные годы, которые отличались затяжной осенью, низкими зимними температурами в январе и заморозками в весенний период.

Форма 3-39 в исследуемые годы, насыщенные стрессорами, характерными для юга России, также выделялась по урожайности, хотя имела наименьшее количество крахмала и показала более низкую степень устойчивости к зимним температурам, вызвавшим повреждение камбия и проводящих пучков при искусственном промораживании, но в тоже время показала хорошие результаты при промораживании в декабре и отличилась по устойчивости генеративных почек к низким температурам в апреле. Все это

свидетельствует о наличии у растений множества механизмов защиты от стрессоров в период покоя и выхода из него.

Литература

1. Matveev V.A., Volot V.S., Vasilyeva M.N. Genetic potential of plum resistance to stress factors of winter period // *Fruit-Growing: scientific papers*. 2011. Volume 23. P. 114-120.
2. Кузнецова А.П., Юшков А.Н., Кружков А.В. Оценка генетических ресурсов косточковых культур по устойчивости к низким температурам // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012. Т. 31. №. 1. С. 309-315.
3. Byrne D.H., Sherman W.B., Bacon T.A. Stone fruit genetic pool and its exploitation for growing under warm winter conditions // *Temperate fruit crops in warm climates*. – Springer, Dordrecht. 2000. P. 157-230.
4. Sperling O., Silva L.C., Tixier A., Théroux-Rancourt G., Zwieniecki M.A. Temperature gradients assist carbohydrate allocation within trees // *Scientific reports*. 2017. Volume 7. №. 1. P. 1-10.
5. Salazar-Gutiérrez M.R., Chaves B., Anothai J., Whiting M., Hoogenboom G. Variation in cold hardiness of sweet cherry flower buds through different phenological stages // *Scientia Horticulturae*. 2014. Volume 172. P. 161-167.
6. Kuznetsova A., Dragavtseva I., Drygina A., Klyukina A., Shcheglov S. Study of the adaptability of scion-rootstock combinations of plum tree to temperature stressors in the Krasnodar territory [Internet source] // *E3S Web of Conferences*. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations". 2021. Volume 254. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/30/e3sconf_farba2021_02022/e3sconf_farba2021_2022.html DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125402022> (дата обращения 12.08.22)
7. Rochette P., Belanger G., Castonguay Y., Bootsma A., Mongrain D. Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada // *Canadian Journal of Plant Science*. 2004. Volume 84. №. 4. P. 1113-1125.
8. Ахматова З.П., Тебуев Х.Х., Карданов А.Р., Хусейнаева Ж.С. Влияние климатических изменений (30 лет) агрометеорологических условий на рост, развитие и формирование урожая абрикоса в предгорной зоне Кабардино-Балкарской республики [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020. № 66(6). С. 168-183. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/06/12.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-168-183 (дата обращения: 18.08.2022).
9. Fernandez E., Cuneo I.F., Luedeling E., Alvarado L., Farias D., Saa S. Starch and hexoses concentrations as physiological markers in dormancy progression of sweet cherry twigs // *Trees*. 2019. Volume 33. №. 4. P. 1187-1201.
10. Nenko N.I., Kisileva G.K., Ulyanovskaya E.V., Karavaeva A.V. Winter resistance of the apple-tree varieties in the south of Russia // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2018. №. 3-4. P. 3-10.
11. Melke A. The physiology of chilling temperature requirements for dormancy release and bud-break in temperate fruit trees grown at mild winter tropical climate [Internet source] // *Journal of Plant Studies*. 2015. Volume 4. №. 2. P. 110-157.
12. Charrier G., Ngao J., Saudreau M., Améglio T. Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees [Internet source] // *Frontiers in plant science*. 2015. Volume 6. P. 259. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00259/full> (дата обращения 12.08.22)

13. Marafon A.C., Citadin I., Amarante L.D., Herter F.G., Hawerth, F.J. Chilling privation during dormancy period and carbohydrate mobilization in Japanese pear trees // *Scientia Agricola*. 2011. Volume 68. P. 462-468.

14. Van den Ende W., El-Esawe S.K. Sucrose signaling pathways leading to fructan and anthocyanin accumulation: a dual function in abiotic and biotic stress responses? // *Environmental and Experimental Botany*. 2014. Volume 108. P. 4-13.

15. Salvi P., Agarrwal R., Gandass N., Manna M., Kaur H., Deshmukh R. Sugar transporters and their molecular tradeoffs during abiotic stress responses in plants // *Physiologia Plantarum*. 2022. Volume 174. №. 2. P. e13652.

16. Гуткина Г.А., Перетятко А.И. Динамика крахмала в однолетних побегах различных по морозостойкости сортов яблони // *Специалисты АПК нового поколения: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. (9-13 апр. 2007 г., Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова) / под ред. А.В. Голубева. Саратов: Научная книга, 2007. С. 62-64*

17. Практикум по микроскопической химии растений: учебное пособие для государственных университетов. М.: Советская наука, 1953. 152 с.

18. Агроскин Л.С., Бродский В.Я., Папаян Г.В. Стандарт в цитофотометрии // *Цитология*. 1976. Т. 18. № 4. С. 513-523.

19. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.

20. Ряднова И.М., Еремин Г.В., Кошелев В.К. Динамика запасных питательных веществ у косточковых культур на Кубани в связи с их зимостойкостью // *Труды Крымской опытно-селекционной станции Всесоюзного института растениеводства*. 1966. 155 с.

References

1. Matveev V.A., Volot V.S., Vasilyeva M.N. Genetic potential of plum resistance to stress factors of winter period // *Fruit-Growing: scientific papers*. 2011. Volume 23. P. 114-120.

2. Kuznecova A.P., Yushkov A.N., Kruzhkov A.V. Ocenka geneticheskikh resursov kostochkovykh kul'tur po ustojchivosti k nizkim temperaturam // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2012. Т. 31. №. 1. S. 309-315.

3. Byrne D.H., Sherman W.B., Bacon T.A. Stone fruit genetic pool and its exploitation for growing under warm winter conditions // *Temperate fruit crops in warm climates*. – Springer, Dordrecht. 2000. P. 157-230.

4. Sperling O., Silva L.C., Tixier A., Théroux-Rancourt G., Zwieniecki M.A. Temperature gradients assist carbohydrate allocation within trees // *Scientific reports*. 2017. Volume 7. №. 1. P. 1-10.

5. Salazar-Gutiérrez M.R., Chaves B., Anothai J., Whiting M., Hoogenboom G. Variation in cold hardiness of sweet cherry flower buds through different phenological stages // *Scientia Horticulturae*. 2014. Volume 172. P. 161-167.

6. Kuznetsova A., Dragavtseva I., Drygina A., Klyukina A., Shcheglov S. Study of the adaptability of scion-rootstock combinations of plum tree to temperature stressors in the Krasnodar territory [Internet source] // *E3S Web of Conferences*. Ser. "International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations". 2021. Volume 254. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/30/e3sconf_farba2021_02022/e3sconf_farba2021_02022.html DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125402022> (data obrashcheniya 12.08.22)

7. Rochette P., Belanger G., Castonguay Y., Bootsma A., Mongrain D. Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada // *Canadian Journal of Plant Science*. 2004. Volume 84. №. 4. P. 1113-1125.

8. Ahmatova Z.P., Tebuev H.H., Kardanov A.R., Husejnaeva Zh.S. Vliyanie klimaticheskikh izmenenij (30 let) agrometeorologicheskikh uslovij na rost, razvitie i formirovanie urozhaya abrikosa v predgornoj zone Kabardino-Balkarskoj respubliki [Elektronnyj resurs] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2020. № 66(6). S. 168-183. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/06/12.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-168-183 (data obrashcheniya: 18.08.2022).

9. Fernandez E., Cuneo I.F., Luedeling E., Alvarado L., Farias D., Saa S. Starch and hexoses concentrations as physiological markers in dormancy progression of sweet cherry twigs // *Trees*. 2019. Volume 33. №. 4. P. 1187-1201.

10. Nenko N.I., Kisileva G.K., Ulyanovskaya E.V., Karavaeva A.V. Winter resistance of the apple-tree varieties in the south of Russia // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2018. №. 3-4. P. 3-10.

11. Melke A. The physiology of chilling temperature requirements for dormancy release and bud-break in temperate fruit trees grown at mild winter tropical climate [Internet source] // *Journal of Plant Studies*. 2015. Volume 4. №. 2. P. 110-157.

12. Charrier G., Ngao J., Saudreau M., Améglio T. Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees [Internet source] // *Frontiers in plant science*. 2015. Volume 6. P. 259. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00259/full> (data obrashcheniya 12.08.22)

13. Marafon A.C., Citadin I., Amarante L.D., Herter F.G., Hawerth, F.J. Chilling privation during dormancy period and carbohydrate mobilization in Japanese pear trees // *Scientia Agricola*. 2011. Volume 68. P. 462-468.

14. Van den Ende W., El-ESawe S.K. Sucrose signaling pathways leading to fructan and anthocyanin accumulation: a dual function in abiotic and biotic stress responses? // *Environmental and Experimental Botany*. 2014. Volume 108. P. 4-13.

15. Salvi P., Agarrwal R., Gandass N., Manna M., Kaur H., Deshmukh R. Sugar transporters and their molecular tradeoffs during abiotic stress responses in plants // *Physiologia Plantarum*. 2022. Volume 174. №. 2. P. e13652.

16. Gutkina G.A., Peretyatko A.I. Dinamika krahmala v odnoletnih pobegah razlichnyh po moroustojchivosti sortov yabloni // *Specialisty APK novogo pokoleniya: materialy Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. (9-13 apr. 2007 g., Saratovskij GAU im. N.I. Vavilova) / pod red. A.V. Golubeva*. Saratov: Nauchnaya kniga, 2007. S. 62-64

17. *Praktikum po mikroskopicheskoj himii rastenij: uchebnoe posobie dlya gosudarstvennyh universitetov*. M.: Sovetskaya nauka, 1953. 152 s.

18. Agroskin L.S., Brodskij V.Ya., Papayan G.V. Standart v citofotometrii // *Citologiya*. 1976. T. 18. № 4. S. 513-523.

19. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod obshch. red. E. N. Sedova i T. P. Ogol'covej*. Orel: VNIISPK, 1999. 606 s.

20. Ryadnova I.M., Eremin G.V., Koshelev V.K. Dinamika zapasnyh pitatel'nyh veshchestv u kostochkovykh kul'tur na Kubani v svyazi s ih zimostojkost'yu // *Trudy Krymskoj opytно-selekcionnoj stancii Vsesoyuznogo instituta rastenievodstva*. 1966. 155 s.