

ЗИМОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ

С.В. Горланов[✉], С.А. Макаренко

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН», 620061, г. Екатеринбург, пос. Исток, ул. Главная, 21. Екатеринбург, Россия, info@urfanic.ru

Аннотация

Оренбургская область богата климатическими ресурсами вегетационного периода, позволяющим выращивать плодовые культуры в промышленной культуре. Ограничивающим фактором являются резко-континентальные условия зимнего периода с возможным понижением температуры воздуха ниже -40°C и суточные перепады температуры воздуха в феврале-марте вызывающие солнечные ожоги. Приведены результаты изучения влияния климата осенне-зимних периодов на зимостойкость деревьев яблони в условиях Восточного Оренбуржья в период 2016...2021 гг. Впервые проведена оценка степени подмерзания деревьев и повреждение коры солнечными ожогами 15 сортов яблони в интенсивном саду в условиях зимнего периода Восточного Оренбуржья. Исследования проведены в многолетних насаждениях ИП Горланов С.В. в г. Орск, Оренбургской области. Объекты исследований сорта яблони Уральской селекции 7 сортов, средневропейской селекции 6 сортов, Европейской селекции 1 сорт и Канадской селекции 1 сорт, высаженные в период 2014...2015 гг. В ходе исследований оценили степень подмерзания деревьев яблони путем сравнительного анализа в зависимости от климата зимних периодов. По результатам исследования установили отрицательное воздействие резкого снижения температуры воздуха в начале зимнего периода на подготовку и степень подмерзания деревьев яблони различного эколого-географического происхождения. В зимний период 2016/17 г. повреждение деревьев до 2,0 балла на уровне контрольных сортов Персиянка и Исетское позднее имел сорт Брусничное. Средние повреждения 3,0...3,5 балла получили сорта Аксена, Благая весть, Зарянка, Июльское Черненко, Краса Свердловска, Куйбышевское, Мартовское, Настенька, Осеннее алое, Память воину, Рассвет исетский. Сорта Ligo1 и Honey Crisp получили необратимые повреждения. Повышенная инсоляция в зимние периоды вызывает повреждение коры у сортов Ligo1 и Honey Crisp до 4,0 баллов.

Ключевые слова: степень подмерзания, морозоустойчивость, солнечный ожог, климат, закаливание, адаптивность

WINTER HARDINESS OF APPLE CULTIVARS IN THE CONDITIONS OF THE EASTERN ORENBURG REGION

S.V. Gorlanov[✉], S.A. Makarenko

Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 620061, Yekaterinburg, pos. Istok, st. Home, 21, info@urfanic.ru

Abstract

The Orenburg region is rich in climatic resources of the growing season, which makes it possible to grow fruit crops in an industrial culture. The limiting factor is the sharply continental conditions of the winter period with a possible drop in air temperature below -40°C and daily air temperature fluctuations in February-March causing sunburn. The results of studying the influence of the climate of autumn-winter periods on the winter hardiness of apple trees in the conditions of the Eastern

Orenburg region are presented for the period 2016—2021. For the first time, the degree of freezing of trees and damage to the bark by sunburn of 15 apple cultivars in winter in the intensive orchard of the Eastern Orenburg region was assessed. The studies were carried out in perennial plantations of IP Gorlanov S.V. in Orsk, Orenburg region. Seven apple cultivars of the Ural breeding, 6 cultivars of the Central European breeding, 1 cultivar of the European breeding and 1 Canadian cultivar planted in the period 2014—2015 were studied. In the course of the research, the degree of freezing of apple trees was assessed by comparative analysis depending on the climate of winter periods. According to the results of the study, the negative impact of a sharp decrease in air temperature was observed at the beginning of the winter period on the preparation and degree of freezing of apple trees of various ecological and geographical origins. In the winter period of 2016/17, Brusnichnoye had damage to trees up to 2.0 points at the level of the controls Persianka and Isetskoye Pozdnee. Aksena, Blagaya Vest, Zaryanka, Iyulskoye Chernenko, Krasa Sverdlovskaya, Kuibyshevskoye, Martovskoye, Nastenka, Osennee Aloye, Pamyat Voinu and Rassvet Ietsky had the average damage of 3.0—3.5 points. Ligol and Honey Crisp received irreversible damage. Increased insolation during winter periods causes damage to the bark of Ligol and Honey Crisp up to 4.0 points.

Key words: degree of freezing, frost resistance, sunburn, cold hardening, climate, adaptability

Введение

Яблоня является одной из основных плодовых культур по обеспечению продовольственной безопасности и играет важную роль в сбалансированном питании населения России и Восточного Оренбуржья. Урожайность и качество плодов яблони напрямую зависят от зимостойкости сорта (Макаренко, 2006, 2012; Седов и др., 2018; Clin et al., 2011; Liu et al., 2021). Лишь адаптивные к резко-континентальным климатическим условиям Восточного Оренбуржья сорта могут быть стабильно урожайными с товарным качеством плодов. Устойчивость растений яблони к повреждающим факторам зимнего периода имеют генетическую основу и достигается в процессе закаливания, которое проходит постепенно в течение осени и начала зимнего периода. Сначала растения замедляют рост, затем прекращают его, входят в период покоя и проходят фазы закаливания (Туманов, 1979 г.). Критическими факторами зимних периодов в суровых условиях Урала и Сибири являются резкий переход осенью от тепла к морозу, низкие отрицательные температуры воздуха в середине зимы и резкий перепад температур воздуха от положительных к отрицательным в период с сентября по март. Особенно сильно насаждения яблони страдают в зимы с продолжительными морозными периодами. Необратимые повреждения древесины и коры в зимний период носят накопительный характер и в последующем отражаются на урожайности и качестве плодов выращиваемых сортов (Красова и др., 2014; Макаренко, 2019).

В связи с периодически повторяющимися перепадами температур в осенне-зимний период по годам и длительными низкими температурами (Савин, 1996, 2006) сохраняется актуальность изучения потенциала устойчивости сортов яблони к климатическим стрессорам зимнего периода.

Цель исследований – оценить зимостойкость сортов яблони в экологических условиях Восточного Оренбуржья.

Материалы и методы

Исследования проводили в период 2016...2021 гг. Объекты исследований многолетние насаждения 15 сортов яблони различного эколого-географического происхождения на площади 25 га. 2014...2015 гг. посадки ИП Горланов С.В.: 2014 г. – 1000 деревьев;

2015 г. – 3000 деревьев. Контрольные сорта – Персиянка и Исетское позднее (Макаренко и др., 2022). Многолетние насаждения расположены в восточной зоне Оренбургской области, на равнине в пойменных землях вблизи р. Урал. По агроклиматическому районированию относится ко II району природно-климатической зоны Оренбургской области. Район засушливый ГТК – 0,6...0,8. Среднегодовое количество осадков за май-июнь составила 70...85 мм, за год 300...350 мм. По теплообеспеченности – теплый. Сумма температур выше +10 °С равна 2400...2600 °С. Средняя температура воздуха самого холодного месяца (январь) -14,4...-15,8 °С, теплого (июнь) +20,2...+21,9 °С. Средний из абсолютных минимумов -36...-37 °С (таблица 1). Продолжительность безморозного периода 130...145 дней. Заморозки в воздухе заканчиваются в конце I и начале II декады мая. Устойчивый снеговой покров 130...145 дней образуется 18...22 ноября. (Бодрикова, 1971).

Почвенный покров представлен среднесуглинистыми собственно аллювиальными дерново-насыщенными малогумусными почвами. Мощность гумусного горизонта 28...30 см.

Агротехника возделывания общепринятая для интенсивного садоводства. Междурядье под залужением, трава скашивается 2 раза в течение вегетации. Приствольная полоса содержится под черным паром. Полив обязателен. Участок сада на капельном орошении, полив 8 ч. – 1 раз в 5 дней (100 м³/га).

Исследования проведены в рамках государственного задания (FNUW-2021-0008) по общепринятым методам (Седов и др., 1999).

Степень подмерзания растений оценивали в баллах от 0 до 5,0, где 0 – повреждений нет, 5,0 – очень сильное повреждение, вызвавшее гибель дерева.

На участке изучения каждый образец представлен в количестве от 70 до 1000 деревьев, ряды располагаются в северо-западном направлении, по схеме посадки 4,0 × 2,0 м, 5,0 × 2,0 м.

Проводили учет степени повреждения деревьев низкими температурами воздуха, повреждение коры солнечными ожогами, состояние деревьев.

Анализ погодных условий проведен по данным ГМС «Орск».

Результаты и их обсуждение

Погодные условия в годы исследований отражали все многообразие резко-континентального климата Восточного Оренбуржья, отсутствие осадков в вегетационный период, резкие перепады температуры воздуха в осенне-весенний период, максимальное понижение температуры воздуха в зимний период. Наиболее неблагоприятными были зимние периоды 2016/17 и 2020/21 гг., в которые сорта яблони получили существенные повреждения низкими температурами воздуха (таблица 1).

В годы исследований среднее количество осадков в год составило 262 мм, максимальное значение 350 мм в 2016 г., минимальное количество в 2019 г. – 172 мм (рисунок 1).

Погодные условия 2016/17 г. сложились неблагоприятно для подготовки к зимнему периоду растений яблони и их перезимовки. Осень 2016 г. была очень короткая, холодная. Среднемесячная температура воздуха в октябре составила +2,9 °С, что ниже в два раза средней температуры октября за последние 5 лет. Максимальная температура +25,4 °С, минимальная -8,8 °С. Осадков выпало 24,8 мм.

Средняя температура воздуха в ноябре составила -5,6 °С, максимальная - 7,1 °С, минимальная -28,2 °С. Количество осадков 9 мм, что вдвое ниже среднего многолетнего значения. Уровень снегового покрова составил 1 см. Наиболее холодной погода была во II декаде ноября. Повреждение сортов вызвало резкое понижение температуры воздуха в течение недели с +7 °С до -28,2 °С. Отсутствие периода закалки отрицательно сказалось на подготовке растений к зимнему периоду.

Таблица 1 – Среднесуточная температура воздуха в Восточном Оренбуржье 2011...2021 г.,

°С

Месяц	Год										Min t°С	Max t°С
	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21		
Октябрь	6,3	8,2	5,1	4,1	3,4	2,9	3,5	6,5	8,0	7,2	-10,4	25,4
Ноябрь	6,3	8,2	5,1	4,1	3,4	2,9	3,5	6,5	8,0	7,2	-28,2	15,0
Декабрь	-14,6	-14,1	-7,4	-8,6	-5,1	-12,5	-12,6	-13,6	-8,1	-12,9	-29,4	2,4
Январь	-17,4	-13,0	-14,7	-12,9	-15,8	-13,1	-17,7	-14,1	-6,4	-13,7	-32,4	0,9
Февраль	-21,1	-13,0	-16,5	-12,2	-5,7	-12,6	-14,4	-13,5	-5,6	-12,6	-35,4	3,7
Март	-7,3	-4,7	-4,2	-5,9	-3,5	-5,6	-9,4	-1,6	0,4	-7,3	-26,7	15,3
Апрель	-7,3	-4,7	-4,2	-5,9	-3,5	-5,6	-9,4	-1,6	0,4	-6,2	-14,5	29,9
Май	17,9	16,2	18,4	15,0	15,2	13,9	15,4	16,3	17,4	20,4	-2,2	37,7
Июнь	23,2	21,5	21,7	23,6	19,7	19,1	18,1	21,2	20,0	-	2,9	39,4
Июль	25,4	21,7	19,2	22,6	22,0	23,0	24,2	24,1	24,9	-	5,5	40,7
Август	24,0	19,7	24,1	19,8	24,6	23,0	20,1	20,1	21,1	-	3,6	39,7
Сентябрь	14,2	13,5	12,9	16,5	13,1	15,0	14,9	11,2	13,7	-	-2,1	35,9

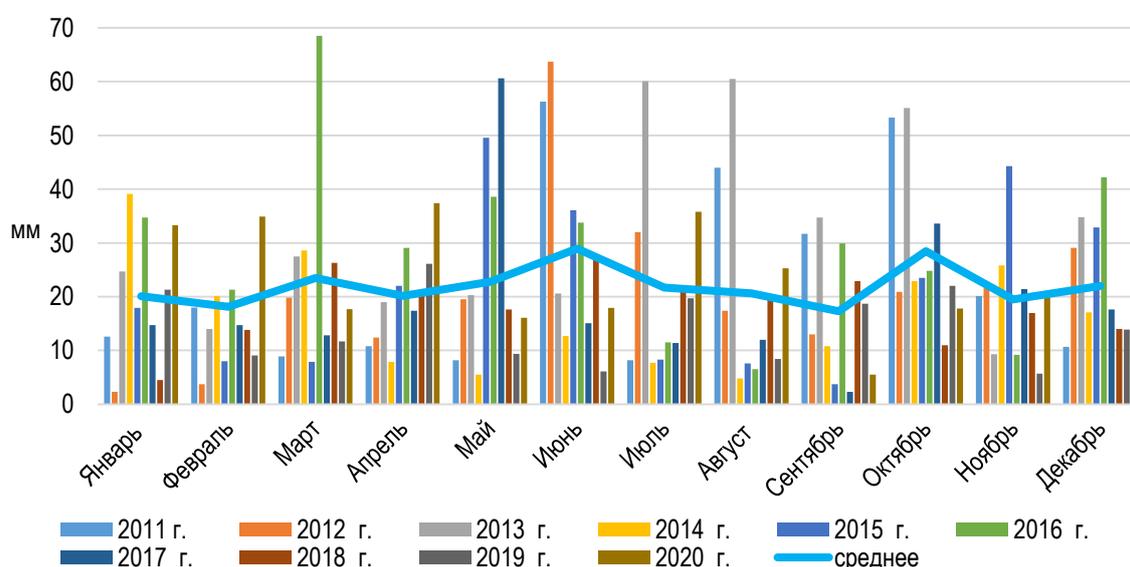


Рисунок 1 – Количество осадков в годы исследований, 2011...2020 гг.

Зимний период был холодный, со средними значениями температур по месяцам. Снеговой покров установился во II декаде декабря. Отрицательная среднесуточная температура воздуха установилась в I декаде декабря. Температура воздуха в декабре -12,5 °С, что является нормой, минимальная -29,4 °С, максимальная +2,4 °С. Осадков выпало 44 мм, что вдвое превышает среднее значение, высота снежного покрова достигла 25 см.

Средняя температура воздуха в январе составила -13,1 °С, максимальная +0,9 °С и минимальная -25,4 °С. Осадков выпало 14,7 мм, снежный покров увеличился до уровня 27 см.

Средняя температура воздуха в феврале составила -12,5 °С, что составляет среднее значение за предыдущие года. Перепады температуры воздуха составил от +3,1 °С до -29,3 °С. Осадков выпало 14,7 мм, снежный покров составил 30 см в I декаде и снизился до 18 см. в III декаде.

Сумма отрицательных температур воздуха за зимний период составила 1538 °С, количество морозных дней 4, максимальная высота снежного покрова в феврале 30 см.

Весна ранняя, теплая, с малым количеством осадков и резкими скачками температуры воздуха от +3,6 °С до -19,5 °С, что отрицательно отразилось на начале вегетации и отращивании сортов после повреждения низкими температурами. Средняя температура в марте составила -5,5 °С. Перепады составили от -19,5 °С до +3,6 °С. Осадков выпало 12,8 мм, снежный покров сошел до 10 см.

Апрель теплый, средняя температура воздуха составила +6,1 °С, Максимальная температура +23,6°С, минимальная -14,7°С. Осадков выпало 17,4 мм. Снежный покров сошел в I декаде. Среднесуточная температура перешла через 0 °С 6 апреля, через +5 °С 10 апреля.

Осень 2020 г. была теплая и затяжная, осадки соответствовали климатической норме.

Октябрь был теплым, средняя температура воздуха составила +7,2 °С. Максимальная температура +23 °С, минимальная температура -4,4 °С. Сумма осадков составила 17,8 мм.

Средняя температура ноября составила -4,8 °С. Понижение температуры проходило без резких колебаний. Максимальная температура воздуха +15 °С, минимальная -16,5 °С. Отрицательная среднесуточная температура воздуха установилась во II декаде ноября, снежный покров во II декаде ноября, в конце месяца высота снежного покрова составила 7 см. Суммарно осадки за ноябрь составили 20,6 мм, что является нормой.

В декабре средняя температура воздуха составила -12,8 °С, максимальная составила -3,3 °С, минимальная -28,1 °С. Осадки составили 7,7 мм, что в 3 раза ниже климатической нормы, высота снежного покрова достигла 13 см.

Средняя температура воздуха в январе 2021 г. составила -13,7 °С, минимальное значение -31,6 °С, максимальное +0,6 °С. Осадки составили 15,8 мм, снежный покров установился на отметке 22 см.

Среднесуточная температура воздуха февраля соответствовала среднему значению за предыдущие периоды -12,6 °С. Колебания температуры составили от +3,7 °С до -28,3 °С. Осадков выпало 41,7 мм, что выше средних значений в два раза. Снежный покров составил 40 см. Сумма отрицательных температур за зимний период составила 1590°С, количество морозных дней 5, максимальная высота снежного покрова в феврале 40 см.

Весна ранняя, теплая. Средняя температура воздуха марта -7,3 °С, без резких колебаний. Минимальная температура -23 °С, максимальная +1,5 °С. Осадки 28,8 мм. Снежный покров снизился к концу месяца до 32 см.

Апрель соответствовал средним значениям предыдущих периодов. Средняя температура воздуха -6,2 °С, максимальная – +23 °С, минимальная – -14,2 °С. Осадки 18,4 мм. Снеговой покров сошел в начале II декады апреля. Среднесуточная температура перешла через 0 °С 3 апреля, через +5 °С 12 апреля.

Процесс закаливания растений начинается при низких положительных температурах +2...+10 °С. Медленное снижение до более низких температур -10...-20 °С, повышает морозоустойчивость растений. Обратное повышение температуры (оттепели) уменьшают положительное влияние закалки. При благоприятном сочетании метеорологических факторов и постепенном снижении температуры осенью и зимой растения могут вновь закалиться, а при резком снижении температуры, как правило, погибают. (Соловьева, 1988).

Для установления общей степени подмерзания деревьев яблони в саду, провели осмотр состояния деревьев, срез скелетных ветвей. В ходе исследования были выявлены следующие результаты (таблица 2).

После зимы 2016/17 г. степень подмерзания контрольных сортов составила Исетское позднее – 2,2 балла, Персиянка – 2,0 балла.

Таблица 2 – Зимостойкость и общее состояние сортов яблони

Сортообразец	Степень подмерзания, балл		Повреждение коры солнечными ожогами, балл		Общее состояние, балл	
	2016/17 г.	2020/21 г.	2016/17 г.	2020/21 г.	2016/17 г.	2020/21 г.
Исетское позднее – контроль	2,2	1,0	2,0	1,0	4,0	4,5
Персиянка – контроль	2,0	1,0	2,0	1,5	4,0	4,2
Аксена	3,0	2,0	2,5	1,5	3,5	3,8
Благая весть	3,2	2,0	2,5	2,0	3,3	4,0
Брусничное	2,0	1,0	2,0	1,5	4,0	4,5
Зарянка	4,0	3,0	3,5	2,0	2,5	3,6
Июльское Черненко	3,2	2,0	3,0	2,5	3,0	4,2
Краса Свердловска	3,0	2,0	2,5	2,0	3,8	4,0
Куйбышевское	3,5	2,0	3,0	2,0	3,0	4,5
Мартовское	3,0	1,0	2,8	2,0	3,0	4,1
Настенька	2,5	2,0	2,2	1,0	4,0	4,5
Осеннее алое	3,1	2,5	2,8	2,2	3,5	4,3
Память воину	3,0	2,0	2,5	2,0	3,8	4,5
Рассвет исетский	3,3	2,5	2,5	3,0	3,7	4,0
Ligol	4,8	-	4,0	-	2,0	-
Honey Crisp	4,7	-	4,0	-	2,0	-

Зимостойкость на уровне контрольных сортов у сорта Брусничное – 2,0 балла. У сортов Память воину, Куйбышевское, Мартовское, Аксена, Осеннее алое, Июльское Черненко, Краса Свердловска степень подмерзания деревьев составила 3,0...3,5 балла. У сортов Рассвет исетский, Зарянка, Благая весть наблюдалось на деревьях частичное отмирание ветвей. У сортов Ligol и Honey Crisp степень подмерзания была критической – 4,5...5,0 балла, что привело к гибели 97 % растений. В феврале-марте под воздействием солнца отмечено повреждение коры солнечными ожогами у контрольных сортов на 2,0 балла. Большая часть сортов имели степень повреждения коры на уровне контрольных сортов от 2,0 до 2,5 балла. В средней степени ожогами повреждена кора сортов Зарянка, Июльское Черненко, Куйбышевское, Осеннее алое. В более сильной степени оказалась повреждена кора сортов Ligol и Honey Crisp – 4,0 балла.

По итогам зимы 2020/21 г. подмерзание контрольных сортов составило Исетское позднее – 1,0 балл, Персиянка – 1,0 балл. На уровне контрольных сортов зимостойкость сортов Брусничное и Мартовское 1,0 балл. У большинства сортов степень подмерзания не превысила 2,0 балла, в средней степени подмерз сорт Зарянка – 3,0 балла.

Критическим моментом повреждения растения в зимний период 2016/17 г. оказался резкий перепад температур в начале осени, который нарушил постепенный ритм закалки растений. В сравнении с зимой 2020/21 г. осенний период которой характеризовался постепенным снижением температур, что положительно сказалась на закалке деревьев яблони и как следствии благополучной перезимовке.

Заключение

Таким образом, на основе анализа климатических условий зимнего периода установлено, что в условиях Восточного Оренбуржья факторы, лимитирующие выращивание яблони, являются низкие температуры воздуха в зимний период и недостаточное количество атмосферных осадков.

По результатам исследований установлено воздействие резких перепадов температуры воздуха и ранних осенних морозов на устойчивость и зимостойкость растений в условиях Восточного Оренбуржья, сорта яблони получают повреждения в переходный период ноября. Контрольные сорта Персиянка, Исетское позднее (включенные в Госреестр по 9 региону)

являются устойчивыми при коротком периоде закалки и резких изменениях температуры в осенний период с обратимыми повреждениями 2,0...2,2 балла. На уровне контрольных сортов зимостойкость у сорта Брусничное. Зимостойкость сортов из других регионов 3,0...3,5 балла, а сорта Ligo и Honey Crisp погибли полностью и для выращивания в регионе не рекомендуются.

Значительный ущерб деревьям яблони в Оренбуржье наносят резкие перепады температуры воздуха до минимальных значений в первые периоды закалки, длительные низкие температуры в течение зимы, теплые солнечные дни в зимний период, быстрый переход к низким отрицательным температурам в теплые дни весеннего периода с повреждением древесины и плодовых образований. Повышенная инсоляция в зимний период у не зимостойких генотипов вызывает повреждение коры солнечными ожогами.

Благодарности

Исследования выполнены по государственному заданию НИОКР по направлению 4.1.2. Растениеводство, защита и биотехнология растений. Раздел 4.1.2.1 Поиск, сохранение, изучение генетических ресурсов растений и использование их в селекционном процессе при создании новых форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур. По теме «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам» (№ 0532-2021-0008).

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Бодрикова В.Н. Агроклиматические ресурсы Оренбургской области. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 122 с.
2. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Седышева Г.А., Ожерельева З.Е., Серова З.М. Приоритетные направления и результаты в селекции яблони // Современное садоводство. 2016. № 3(19). С. 8-17. EDN [WKBMRR](#)
3. Красова Н.Г., Ожерельева З.Е., Голышкина Л.В., Макаркина М.А., Галашева А.М. Зимостойкость сортов яблони. Орел : ВНИИСПК, 2014. 184 с. EDN [YGZPYF](#)
4. Макаренко С.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортов и отборных форм яблони в условиях низкогорья Алтая: дисс. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2006. 162 с. EDN [NNRIML](#)
5. Макаренко С.А. Адаптивный потенциал и сортимент яблони в низкогорье Алтая // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 29, № 2. С. 3-11. EDN [OPYHAJ](#)
6. Макаренко С.А. Приоритетные направления селекции яблони для районов с суровыми климатическими условиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 8(178). С. 28-35. EDN [EYCBQN](#)
7. Макаренко С.А., Савин Е.З., Ильин В.С., Котов Л.А., Слепнева Т.Н., Чеботок Е.М., Тарасова Г.Н., Невоструева Е.Ю., Евтушенко Н.С., Фазлиахметов Х.Н., Мережко О.Е., Гасымов Ф.М., Исакова М.Г., Тележинский Д.Д., Лезин М.С., Нигматзянов Р.А., Старцева Н.Ю., Тихонова М.А., Богданова И.И., Иванова Е.А. Помология Урала: сорта плодовых, ягодных культур и винограда / под общей ред. С.А. Макаренко. М.: Наука, 2022. 506 с.
8. Седов Е.Н., Красова Н.Г., Жданов В.В., Долматов Е.А., Можар Н.В. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва) // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и

- орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 253-299. EDN [YHAPPN](#)
9. Савин Е.З., Авимова Л.Д. Состояние плодово-ягодных насаждений после зимы 1993-1994 года в условиях Оренбургской области и перспективы развития садоводства // Проблемы степного природопользования. Оренбург, 1996. С. 113-118.
 10. Савин Е.Л. Зимние повреждения плодовых растений в степной зоне Южного Урала в зиму 2005/2006 гг. // Плодоводство и ягодоводство России. М, 2006. Т. 16. С. 103-120. EDN [MCISIB](#)
 11. Соловьева М.А. Атлас повреждений плодовой ягодных культур морозами. Киев: Урожай, 1988. 127 с.
 12. Туманов И.И., Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 350 с.
 13. Cline J., Neilsen G., Hogue E., Kuchta S., Neilsen D. Spray-on-mulch technology for intensively grown irrigated apple orchards: influence on tree establishment, early yields, and soil physical properties // HortTechnology. 2011. Vol. 21, N 4. P. 398-411. DOI: 10.21273/HORTTECH.21.4.398
 14. Liu J., Artlip T.S., Sherif S.M., Wisniewski M.E. (2021). Genetics and genomics of cold hardiness and dormancy // The Apple Genome. Compendium of Plant Genomes / Ed. S.S. Korban. Cham: Springer, 2021. 412 P. DOI: 10.1007/978-3-030-74682-7_12

References

1. Bodrikova, V.N. (Ed.) (1971). *Agro-climatic resources of the Orenburg region*. Gidrometeoizdat. (In Russian).
2. Sedov, E.N., Makarkina, M.A., Sedysheva, G.A., Ozherelieva, Z.E., & Serova, Z.M (2016). Priority trends and results in apple breeding. *Contemporary horticulture*, 3, 8-17. EDN [WKBMRR](#). (In Russian, English abstract)
3. Krasova, N.G., Ozherelieva, Z.E., Golyshkina, L.V., Makarkina, M.A., & Galasheva, A.M. (2014). *Winter hardiness of apple cultivars*. VNIISPК. EDN [YGZPYF](#). (In Russian).
4. Makarenko, S.A. (2006). *Economic and biological assessment of varieties and selected forms of apple trees in low Altai mountains (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia. EDN [NNRIML](#). (In Russian).
5. Makarenko, S.A. (2012). Adaptive potential and sorting of apple trees in the Altai lowlands. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 29(2), 3-11. EDN [OPYHAJ](#). (In Russian, English abstract).
6. Makarenko, S.A. (2019). The priority apple breeding directions for the areas with severe climatic conditions. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, 8, 28-35. EDN [EYCBQN](#). (In Russian, English abstract).
7. Makarenko, S.A., Savin, E.Z., Il'in, V.S., Kotov, L.A., Slepneva, T.N., Chebotok, E.M., Tarasova, G.N., Nevostrueva, E.Yu., Evtushenko, N.S., Fazliakhmetov, Kh.N., Merezhko, O.E., Gasymov, F.M., Isakova, M.G., Telezhinskii, D.D., Lezin, M.S., Nigmatzyanov, R.A., Startseva, N.Yu., Tikhonova, M.A., Bogdanova, I.I., & Ivanova, E.A. (2022). *Pomology of the Urals: sorts of fruit, berry crops and grapes*. Nauka. (In Russian, English abstract).
8. Sedov, E.N., Krasova, N.G., Zhdanov, V.V., Dolmatov, E.A., & Mozhar, N.V. (1999). Pome fruits (apple, pear, quince). In E.N. Sedov, T.P. Ogoitsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 253-299). Orel: VNIISPК. EDN [YHAPPN](#). (In Russian).
9. Savin, E.Z., & Avimova, L.D. (1996). The state of fruit and berry plantations after the winter of 1993—1994 in the conditions of the Orenburg region and the prospects for the development of

- horticulture. In *Problems of nature management in steppe regions* (pp.113-118). Orenburg. (In Russian).
10. Savin, E.L. (2006). Winter damage to fruit plants in the steppe zone of the Southern Urals in winter 2005/2006. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 16, 103-120. (In Russian) EDN [MCISIB](#)
 11. Solov'eva, M.A. (1988). *Atlas of frost damages of fruit and berry crops*. Urozhai. (In Russian).
 12. Tumanov, I.I. (1979). *Physiology of hardening and frost resistance of plants*. Nauka. (In Russian).
 13. Cline, J., Neilsen, G., Hogue, E., Kuchta, S., & Neilsen, D. (2011). Spray-on-mulch technology for intensively grown irrigated apple orchards: influence on tree establishment, early yields, and soil physical properties. *HortTechnology*, 21(4), 398-411. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.4.398>
 14. Liu, J., Artlip, T.S., Sherif, S.M., & Wisniewski, M.E. (2021). Genetics and genomics of cold hardiness and dormancy. In Korban, S.S. (Ed.) *The Apple Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74682-7_12.

Авторы:

Сергей Владимирович Горланов, аспирант ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», gorlanovkfh@mail.ru

Сергей Александрович Макаренко, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», sirius0775@mail.ru

Authors details:

Sergei Gorlanov, PhD student in Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, gorlanovkfh@mail.ru

Sergei Makarenko, Doctor of agricultural sciences, Deputy director for research in Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, sirius0775@mail.ru