

ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ЧЕРЕШНИ (CERASUS AVIUM L.) В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ

Доля Юлия Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории «Сортоизучение и селекция косточковых культур»

Заремук Римма Шамсудиновна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией «Сортоизучение и селекция косточковых культур»

ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия

350901, г.Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39; тел.: 8(861) 257-57-02; e-mail: skzniisiv2015@mail.ru

Ключевые слова: черешня, сорта, устойчивость, адаптивность, урожайность.

В статье представлены результаты изучения отечественных и интродуцированных сортов черешни в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края на фоне воздействия температурных стрессов в весенний период с 2014 по 2021 гг. Поскольку черешня - довольно специфическая косточковая культура, продуктивность которой тесно связана с абиотическими факторами, возделывание ее ограничивается преимущественно южным регионом. Цель исследования состояла в оценке адаптивности сортов черешни, различных по эколого-географическому и генетическому происхождению, к весенним стрессовым факторам. Выявлено варьирование урожайности сортов черешни на юге России по годам, в зависимости от стрессоров в весенний период, от единичных плодов до 65 кг с дерева. Установлена тесная связь ($r = 0,855$) урожайности сортов с отрицательными температурами в апреле, воздействие которых ведет к ее снижению на 80-90%. Выделены сорта черешни с повышенной устойчивостью к весенним температурным стресс-факторам, характеризующиеся более стабильной урожайностью в пределах 27,4-32,3 кг с дерева или 13,7-16,1 т с гектара: отечественные Дар изобилия, Волшебница и Алая, интродуцированный – Крупноплодная с урожайностью 24,7 кг с дерева или 12,4 т с гектара (при схеме посадки 5 x 4 м).

Введение

Черешня – востребованная на мировом и отечественном рынках косточковая плодовая культура. Успешное выращивание культуры, т.е. получение высокого урожая ценных плодов сопряжено с возделыванием в зонах с благоприятными погодно-климатическими условиями, поскольку она относится к очень требовательным плодовым культурам.

Очевидно, что в связи с меняющимся климатом одним из ключевых факторов снижения адаптивности и продуктивности сортов черешни являются температурные стрессоры, частота воздействия которых в последние годы сильно возросла [1, 2, 3].

Известно, что растения черешни менее адаптивны к комплексу температурных стрессов в период покоя и вегетации. В связи с этим в большинстве регионов России ареал возделывания черешни определяется экстремальными зимними температурами, которые являются для нее лимитирующими и ограничивающим продвижение культуры [4, 5, 6].

В условиях южного региона, где зимний период более мягкий, значительное влияние на сохранность плодовых почек и урожай черешни оказывают температурные стрессовые факторы в весенний период, особенно во время цвете-

ния [7, 8]. Анализ полученных данных указывает на то, что критической для генеративных органов черешни во время цветения является снижение температуры до $-4,0^{\circ}\text{C}$, которое ведет к повреждению пестиков цветков, а также может оказывать негативное влияние на жизнеспособность пыльцы [9, 10, 11].

В последние годы (2014, 2019, 2020) в условиях южного садоводства ежегодно отмечались весенние заморозки, которые являлись основной причиной снижения или полной гибели урожая черешни [8].

Повреждение плодовых почек сортов черешни отрицательными температурами также тесно связано со сдвигом фенологических фаз или более ранним выходом растений из периода покоя на момент воздействия стресса, что является специфической ответной реакцией на изменения температурных условий, ведущих к снижению адаптивного потенциала черешни [12, 13]. Кроме этого, одной из причин снижения адаптивности насаждений черешни является замена местных, более выносливых сортов новыми интродуцированными, которые обладают высокими вкусовыми качествами, но практически не устойчивы к специфическим условиям южного региона [2, 15].

Безусловно, что в новых экологических

условиях необходима разработка системы повышения адаптивности, стабильности плодоношения и урожайности черешни. Очевидно, что решение этих задач возможно за счет разработки новых элементов технологий и прежде всего, подбора устойчивых к стрессам сортов, сорто-подвойных комбинаций [4, 5], разработки оптимальных технологических конструкций сада и др. [14].

Таким образом, меняющиеся погодноклиматические условия отражаются, прежде всего, на плодовых культурах, требующих специфических условий выращивания, таких как черешня, в связи с чем изучение устойчивости и продуктивности сортов на фоне воздействия различных стрессов в условиях южного региона является необходимым и актуальным.

Исходя из обозначенных проблем, определена цель исследований – провести оценку адаптивности местных и интродуцированных сортов черешни на фоне стрессовых факторов весеннего периода в условиях Краснодарского края, выделить более устойчивые для создания продуктивных насаждений на юге России.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края на базе ОПХ «Центральное», в генетической коллекции черешни с 2017 по 2021 гг. центра коллективного пользования (ЦКП) «Генетическая коллекция плодовых культур» ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Объектом исследований являлись 5 сортов черешни (*Prunus avium*) местной селекции (СКФНЦСВВ) Алая, Дар изобилия, Волшебница, Мадонна, Кавказская (контроль), а также 3 интродуцированных – Валерий Чкалов, Мелитопольская ранняя, Крупноплодная.

Схема посадки плодовых деревьев 6 x 4 м, подвой – сеянцы антипки. Сорт – вариант, повторность – трехкратная.

Исследования проведены в центральной части Краснодарского края (г.Краснодар), погодноклиматические условия которого имеют некоторые особенности. Климат региона умеренно-континентальный, для которого характерна короткая и довольно мягкая зима, продолжительность ее может составлять 30-40 дней (со второй декады января по середину февраля) с непродолжительными отрицательными температурами. В неблагоприятные годы морозы могут достигать $-20...-27^{\circ}\text{C}$, но достаточно редко. Особенностью южного климата является возврат низких температур в весенний период (в основном в марте), заморозки могут достигать

$-5-7^{\circ}\text{C}$, которые с различной силой повторяются практически ежегодно. Критическое влияние заморозков на гибель урожая происходит на более поздних этапах развития плодовой почки и во время цветения.

Летний период напротив продолжительный (с мая по сентябрь) и жаркий (максимальные температуры могут достигать $+35...+40^{\circ}\text{C}$) с продолжительными засушливыми периодами (дожди преимущественно имеют локальный и ливневый характер), за 3 месяца может выпасть от 140 до 200 мм.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным слабогумусным легкоглинистым, плотность сложения гумусового горизонта составляет $1,30-1,42 \text{ г/см}^3$, содержание гумуса составляет – 3,47%.

Изучение и оценка местных и интродуцированных сортов черешни по основным биологическим и хозяйственным показателям проведена согласно «Программе и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [16]. Статистическую обработку данных осуществляли в стандартном пакете программ Microsoft Excel (2013), для интерпретации данных, полученных с помощью регрессионной статистики, использовали следующие показатели: среднее арифметическое (\bar{X}), стандартное отклонение (σ), коэффициент вариации (Cv), коэффициент корреляции (r), коэффициент детерминации (R^2), стандартная ошибка (SE).

Результаты исследований

Многолетний опыт изучения черешни в условиях юга России показал, что наиболее важным при формировании продуктивности является период распускания плодовых почек и цветения, когда температурные показатели не должны опускаться до критических показателей ниже $-4,0...-9,0^{\circ}\text{C}$, в зависимости от степени развития генеративных органов цветка, которые являются губительными для будущего урожая.

В связи с этим проведены исследования по влиянию основных температурных показателей: среднемесячная температура, минимальная температура, сумма эффективных температур на формирование продуктивности в период фенофаз: «раздвижение чешуй» и «цветение».

За период наблюдения (2014-2021 гг.) сроки наступления фенофазы «раздвижение чешуй» были разными – с первой декады марта – 5.03 и до последней декады месяца – 24.03, что напрямую не было связано с накоплением положительных температур. Поскольку в 2015 г. при сумме эффективных температур, равных

Таблица 1

Даты наступления фенологических фаз развития в связи с температурными показателями (2014-2021 гг.)

Год	Фенофаза «раздвижение чешуй»				Фенофаза «цветения»			
	дата*	Σt^{***}	ср. t° марта, $^\circ\text{C}$	min t° марта, $^\circ\text{C}$	дата*	Σt^{***}	ср. t° апреля	min t° апре- ля, $^\circ\text{C}$
2014	22.03	89,0	+8,5	-2,7	10.04	219,0	+13,1	-0,8
2015	7.03	65,0	+7,5	-2,1	8.04	180,6	+11,1	+0,2
2016	5.03	190,0	+8,5	-1,3	5.04	263,0	+14,7	+1,1
2017	10.03	91,0	+9,0	+0,7	5.04	184,0	+12,1	0,0
2018	8.03	46,0	+6,3	-4,5	8.04	146,7	+13,8	+1,2
2019	12.03	30,0	+6,4	-2,9	11.04	105,9	+11,9	-1,2
2020	15.03	160,0	+9,3	-5,0	6.04	241,0	+10,4	-2,7
2021	24.03	42,0	+4,5	-7,0	20.04	176,0	+11,1	+1,5
Среднее:	12.03	89,0	+7,5	-3,0	9,1	189,4	+12,3	-0,1
$Cv^{***},\%$	-	64,8	22,0	80,0	-	26,78	12,1	79,01

Примечание: дата* – календарный срок наступления фенофазы; Σt^{***} – сумма эффективных температур к дате наступления фенофазы; Cv^{***} – коэффициент вариации.

Таблица 2

Статистический анализ зависимости температурных параметров и подмерзания плодовых почек с урожайностью сортов черешни (2014-2021 гг.)

Показатель	Коэффициент корреляции, r	Коэффициент детерминации (R^2),%	Стандартная ошибка (SE)	Коэффициент вариации (C_v),%
Средняя t марта	-0,732	53,53	12,628	22,01
Σt марта	-0,225	5,08	18,048	64,81
Min t марта	-0,485	23,53	16,199	80,00
Средняя t апреля	0,382	14,57	17,122	12,06
Σt апреля	-0,122	1,51	18,386	26,78
Min t апреля	0,855	73,18	9,593	79,01
Гибель п. п. *	-0,916	84,05	7,398	85,44

Примечание: гибель п.п. * – гибель плодовых почек.

65,0°, развитие плодовых почек началось довольно рано – 7.03, а в 2020 г. при большем накоплении тепла 160,0° распускание плодовых почек началось позже – 15.03, данный показатель за период наблюдения сильно варьировал ($Cv=64,8\%$).

Показатель среднемесячной температуры марта также был различным, а варьирование умеренным ($Cv=22,0\%$), также не выявлено прямого влияния на срок прохождения фенофаз. Так наиболее холодный март в 2021 г. с температурой +4,5° спровоцировал наиболее позднее развитие плодовых почек – 24.03, а в марте 2014 г. также было довольно поздно развитие растений 22.03, но погодные условия были комфортными – +8,5°.

Установлено, что при понижении температуры в марте до -7,0° в 2021 г. данная фенофаза началась 24.03, а в наиболее ранний срок – 5.03 были небольшие заморозки – 1,3°. Толь-

ко в 2017 г. не было заморозков – самая низкая температура составила +0,7°С, вследствие этого варьирование показателей было сильным ($Cv=79,0\%$).

Среднемесячная температура в апреле составляет +12,3°С ($Cv=12,1\%$), что на 4,8°С теплее марта, однако для более эффективного опыления в фенофазу цветения температурные показатели должны быть выше +15,0°С. Более близкая связь прослеживается между накоплением суммы эффективных температур с датой наступления данной фенофазы, в годы с ранним цветением – 5-6 апреля в 2016 и 2020 гг. накопление тепла составляло 262,0° и 241,0°. В годы с поздним цветением 11 и 20 апреля было меньшее суммарное количество эффективных температур 105,9° и 176,0°, при сильном варьировании показателей ($Cv=79,01\%$) (табл. 1).

Математический анализ зависимости этих температурных показателей с урожайностью по-

казал наличие высокого коэффициента корреляции ($r = 0,855$) с минимальными температурами апреля в период цветения с детерминацией связи ($R^2 = 73,18\%$), что вполне закономерно, поскольку наибольшие и необратимые потери происходят после заморозков во время цветения (табл. 2, рис.1).

График полученной зависимости с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 = 73,18\%$) также демонстрирует большое влияние минимальных температур апреля на урожайность (рис. 1).

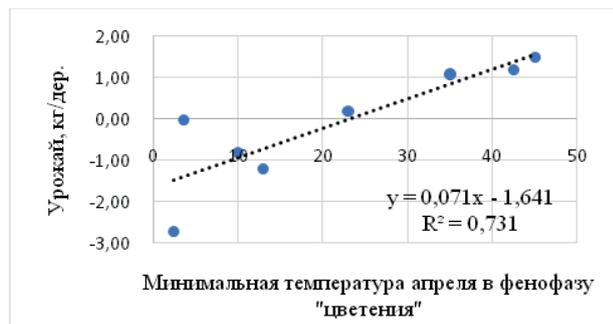


Рис. 1 – Зависимость урожайности сортов черешни от низких температур в апреле в фенофазу «цветения» (2014-2021 гг.)

Полученные данные высокого коэффициента корреляции ($r = 0,855$) и детерминации ($R^2 = 73,18\%$), свидетельствуют о том, что фенологические фазы, проходящие в апреле, и температурные факторы, им сопутствующие, являются определяющими для формирования урожая и реализации биологического потенциала сортов.

Урожайность – один из важнейших показателей, ее стабильность и регулярность отражают степень адаптивности сорта. Анализ регулярности плодоношения сортов черешни и сопровождаемых неблагоприятных погодных явлений (низких отрицательных температур) показал, что большая часть стрессоров приходится на апрель, это согласуется с ранее полученными данными о том, что урожайность имеет высокую корреляционную связь ($r = 0,855$) с минимальной температурой апреля.

Урожайность за период наблюдения была различной в самые неблагоприятные годы, когда было проявление комплекса стрессоров (две волны заморозков) в весенний период 2020 г., она была минимальной 2,5 кг с дерева, варьирование показателей было сильным ($Cv=44,5\%$). Наиболее благоприятными за исследуемый период были 2016, 2018 и 2021 годы, когда не было критического понижения температур, в эти годы урожай был высоким – в среднем составил от 35,0 до 50,0 кг с дерева.

Стабильная урожайность отдельных сортов по годам свидетельствует о меньшей их зависимости от изменения погодно-климатических факторов, а следовательно, о более высокой адаптивности. Среди местных сортов высокие показатели урожайности за восемь лет наблюдения имели Алая, Дар изобилия, Волшебница – 27,4-32,3 кг с дерева или 13,7-16,1 т/га, среди интродуцированных сортов выделен сорт Крупноплодная с продуктивностью – 24,7 кг с дерева или 12,4 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Урожай сортов черешни в зависимости от абиотических стрессовых факторов (2014-2021 гг.)

Сорт	Урожай, кг с дерева									
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее по сортам:	
t стрессор	-5°C (30.03)	-22°C (9.01)	-	-24°C (17.12)	-	-3,5°C (13.03)	-5°C (15.03) -4°C (14.04)	-		-
Сорта селекции СКФНЦСВВ										
Алая	20,0	30,0	50,0	6,0	50,0	40,0	2,5	60,0	32,3	
Дар изобилия	5,0	28,0	43,0	5,5	40,0	42,0	3,0	65,0	28,9	
Волшебница	5,0	25,0	45,0	5,0	45,0	40,0	4,5	50,0	27,4	
Мадонна	10,0	15,5	30,0	2,5	40,0	27,0	2,0	50,0	22,1	
Кавказская (к)	10,0	20,0	30,0	3,5	30,0	18,0	3,0	65,0	22,4	
Интродуценты										
Валерий Чкалов	5,0	35,0	20,0	2,0	32,0	25,0	1,5	30,0	14,8	
Мелитопольская ранняя	10,5	5,0	32,0	4,0	30,0	14,0	1,0	35,0	16,4	
Крупноплодная	10,0	25,0	35,5	5,0	45,0	30,0	2,0	45,0	24,7	
$Cv, \%$	52,6	40,8	27,5	34,3	19,5	33,4	44,5	26,2	-	
Среднее по годам:	10,0	23,0	35,0	4,0	44,0	29,5	2,5	50,0	-	

Обсуждение

Важный фактор адаптивности сортов – это способность в меньшей степени реагировать на провокационные колебания температурных факторов в период вегетации растения, а следовательно, иметь меньшие повреждения генеративных органов, что является основой хорошей урожайности. Данной способностью в большей степени обладают местные сорта, генетический потенциал которых сформирован в конкретных природно-климатических условиях.

Другим важным фактором, связанным с урожайностью, являются низкие отрицательные температуры в апреле в период фенофазы «цветение», что предполагает считать данный период наиболее критическим при формировании элементов плодоношения черешни.

Заключение

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что наиболее частым стрессором в центральной части Краснодарского края, снижающим урожайность черешни, являются весенние заморозки. Критическим понижением температуры в фенофазу «раздвижение чешуй» является $-8,0-9,0^{\circ}\text{C}$, в период «цветения» – ниже $-4,0-5,0^{\circ}\text{C}$, способных привести к гибели 80-90% плодовых почек. Наибольшей адаптивностью характеризуются местные сорта черешни, среди них Алая, Дар изобилия, Волшебница с 27,4-32,3 кг с дерева или 13,7-16,1 т/га, среди интродуцированных – Крупноплодная с продуктивностью – 24,7 кг с дерева или 12,4 т/га.

Библиографический список

1. Darbyshire, R. A global evaluation of apple flowering phenology models for climate adaptation / R. Darbyshire, I. Farrera, J. Martinez-Lüscher, G. Berenhauser Leite, V. Mathieu, A. E. Yaacoubi, J.-M. Legave // *Agricultural and Forest Meteorology* 2017. – № 240–241. – P. 67-77.
2. Paltineanu, C. Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment / C. Paltineanu, E. Chitub // *Sci. Hortic.* – 2020. – № 261 (109011).
3. Woznicki, T.L. Climate warming enhances flower formation, earliness of blooming and fruit size in plum (*Prunus domestica* L.) in the cool Nordic environment / T.L. Woznicki, O.M. Heide, A. Sønsteby, F. Måge, S.F. Remberg // *Scientia Horticulturae.* – 2019. – 257. – 108750.
4. Ноздрачева, Р.Г. Перспективные сорта и сорто-подвойные комбинации черешни для центрального Черноземья / Р.Г. Ноздрачева, Е.В. Не-

пушкина, Л.В. Григорьева // *Вестник Мичуринского ГАУ.* – 2020. – № 4 (63). – С. 17-20.

5. Каньшина, М.В. Экологическая адаптивность сортов черешни на юге Нечерноземья / М.В. Каньшина // *Плодоводство и ягодоводство России.* – 2017. – Т. 48. – № 2. – С. 130-135.

6. Полубятко, И.Г. Выявление источников зимостойкости, устойчивости к коккомикозу, крупноплодности черешни / И.Г. Полубятко, А.А. Таранов, З.А. Козловская, Ю.Г. Кондратенко // *Садоводство и виноградарство.* – 2019. – № 5. – С. 12-16.

7. Дорошенко, Т.Н. Индикаторы устойчивости растений черешни к пониженным температурам весеннего периода / Т.Н. Дорошенко, Л.Г. Рязанова, З.З. Зайнутдинов // *Субтропическое и декоративное садоводство.* – 2020. – № 73. – С. 127-132.

8. Zaremuk, R.Sh. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture / R.Sh. Zaremuk, Y.A. Dolya // *BIO Web of Conferences.* 2020. № 25 (02004). P. 8. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502004>.

9. Устойчивость растений черешни к низким температурам весеннего периода: возможные индикаторы и механизмы / Т.Н. Дорошенко, Л.Г. Рязанова, С.С. Чумаков, З.З. Зайнутдинов // *Научный журнал КубГАУ.* – 2020. – №159(05). – С. 294-302. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-159-020>.

10. Ожерельева, З.Е. Устойчивость генеративных органов черешни к весенним заморозкам при искусственном промораживании / З.Е. Ожерельева, А.А. Гуляева // *Юг России: экология, развитие.* – 2021. – Т.16. – №2. – С. 45-54. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-2-45-54>.

11. Орлова, С.Ю. Жизнеспособность пыльцы сортов черешни (*Cerasus avium* L.) различного эколого-географического происхождения в условиях северо-западного региона России / С.Ю. Орлова, А.В. Павлов, В.Г. Вержук // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.* – 2019. – №180 (1). – С. 66-72.

12. Киселева, Г.К. Физиолого-биохимическая оценка морозостойкости сортов яблони после низкотемпературного стресса / Г.К. Киселева, Н.И. Ненько, А.Е. Мишко, А.В. Караваева, Е.В. Ульяновская // *Плодоводство и виноградарство Юга России.* – 2020. – № 65(5). – С. 165-178. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-5-65-165-178>.

13. Каньшина, М.В. Морфо-биологические особенности формирования продуктивности че-

решни на юге нечерноземной зоны / М.В. Каньшина, Н.В. Мисникова, А.А. Астахов, Г.Л. Яговенко // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т.56 (№5). – С. 979-989. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.5.979rus>.

14. Упадышева, Г.Ю. Агробиологические и биохимические аспекты изучения привойно-подвойных комбинаций черешни / Г.Ю. Упадышева, С.М. Мотылева, Т.А. Тумаева, М.Е. Мертвищева // Садоводство и виноградарство. – 2019. – № 5. – С.

47-53.

15. Проворченко, А.В. Экономическая эффективность интенсивных насаждений черешни на юге России / А.В. Проворченко, Н.И. Варфоломеева // Аграрная Россия. – 2020. – № 11. – С. 32-35. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-11-32-35>.

16. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.

FACTORS OF ADAPTABILITY REDUCTION OF SWEET CHERRY (*CERASUS AVIUM* L.) VARIETIES IN THE SPRING PERIOD IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF RUSSIA

Dolya Yu. A., Zaremuk R. Sh.

Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking 350901, Krasnodar, 40th anniversary of the Victory st., 39; tel.: 8(861) 257-57-02; e-mail: skzniisiv2015@mail.ru

Key words: sweet cherry, varieties, resistance, adaptability, productivity.

The article presents results of the study of domestic and introduced varieties of sweet cherry in Prikubanskaya garden zone of the Krasnodar Territory in the conditions of temperature stress impact in the spring period from 2014 to 2021. Since sweet cherry is a rather specific stone fruit crop, which productivity is closely dependent on abiotic factors, its cultivation is limited mainly to the southern regions. The purpose of the study was to assess the adaptability of sweet cherry varieties, different in ecological, geographical and genetic origin, to spring stress factors. A yield variation of sweet cherry varieties in the south of Russia over the years was revealed, it varied from single fruits to 65 kg per tree depending on stressors in the spring period. A close relation ($r = 0.855$) was established between the yield of varieties and negative temperatures in April, the impact of which leads to yield decrease by 80-90%. Cherry varieties with increased resistance to spring temperature stress factors, characterized by more stable yields within 27.4-32.3 kg per tree or 13.7-16.1 tons per hectare, were distinguished: domestic Dar Izobiliya, Volshebnitsa and Alaya, introduced - Krupnoplodnaya with a yield of 24.7 kg per tree or 12.4 tons per hectare (with a planting pattern of 5 x 4 m).

Bibliography:

1. Darbyshire R. A global evaluation of apple flowering phenology models for climate adaptation / R. Darbyshire, I. Farrera, J. Martinez-Lüscher, G. Berenhauser-Leite, V. Mathieu, A. E. Yaacoubi, J.-M. Legave // *Agricultural and Forest Meteorology* 2017. - № 240–241. – P. 67-77.
2. Paltineanu C. Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment / C. Paltineanu, E. Chitub // *Sci. Hortic.* - 2020. - № 261 (109011).
3. Woznicki T.L. Climate warming enhances flower formation, earliness of blooming and fruit size in plum (*Prunus domestica* L.) in the cool Nordic environment / T.L. Woznicki, O.M. Heide, A. Sønsteby, F. Måge, S.F. Remberg // *Scientia Horticulturae*. - 2019. - 257. - P. 108750.
4. Nozdracheva, R.G. High-potential varieties and variety-rootstock combinations of sweet cherry for the central Black Soil region / R.G. Nozdracheva, E.V. Nepushkin, L.V. Grigorieva // *Vestnik of Michurinsky State Agrarian University*. - 2020. - № 4 (63). - P. 17-20.
5. Kanchina M.V. Ecological adaptability of sweet cherry varieties in the south of the Non-Black Soil region / M.V. Kanchina // *Fruit growing and berry growing in Russia*. - 2017. - V. 48. - № 2. - P. 130-135.
6. Polubyatko, I.G. Identification of sources of winter hardiness, resistance to coccomycosis, large-fruited cherries / I.G. Polubyatko, A.A. Taranov, Z.A. Kozlovskaya, Yu.G. Kondratenok // *Horticulture and viticulture*. - 2019. - № 5. - P. 12-16.
7. Doroshenko, T.N. Indicators of resistance of sweet cherry plants to low temperatures in the spring period / T.N. Doroshenko, L.G. Ryazanova, Z.Z. Zainutdinov // *Subtropical and ornamental gardening*. - 2020. - № 73. - P. 127-132.
8. Zaremuk, R. Sh. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture / R.Sh. Zaremuk, Y.A. Dolya // *BIO Web of Conferences*. 2020. № 25 (02004). P. 8. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502004>.
9. Resistance of sweet cherry plants to low temperatures in spring: possible indicators and mechanisms / T.N. Doroshenko, L.G. Ryazanova, S.S. Chumakov, Z.Z. Zainutdinov // *Scientific journal of KubSAU*. - 2020. - № 159 (05). - P. 294-302. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-159-020>.
10. Ozherelieva, Z.E. Resistance of sweet cherry generative organs to spring frosts during artificial freezing / Z.E. Ozherelieva, A.A. Gulyaeva // *South of Russia: ecology, development*. - 2021. - V.16. - № 2. - P. 45-54. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-2-45-54>.
11. Orlova S.Yu. Pollen viability of sweet cherry varieties (*Cerasus avium* L.) of different ecological and geographical origin in the conditions of the northwestern region of Russia / S.Yu. Orlova, A.V. Pavlov, V.G. Verzhuk // *Works on Applied Botany, Genetics and Selection*. - 2019. - № 180 (1). - P. 66-72.
12. Kiseleva, G.K. Physiological and biochemical assessment of frost resistance of apple varieties after low-temperature stress / G.K. Kiseleva, N.I. Nenko, A.E. Mishko, A.V. Karavaeva, E.V. Ulyanovskaya // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. - 2020. - № 65(5). - P. 165-178. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-5-65-165-178>.
13. Kanchina, M.V. Morpho-biological features of formation of sweet cherry productivity in the south of the non-black soil zone / M.V. Kanchina, N.V. Misnikova, A.A. Astakhov, G.L. Yagovenko // *Agricultural biology*. - 2021. - V.56 (№ 5). - P. 979-989. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.5.979rus>.
14. Upadysheva, G.Yu. Agrobiological and biochemical aspects of the study of scion-rootstock combinations of sweet cherry / G.Yu. Upadysheva, S.M. Motyleva, T.A. Tumaeva, M.E. Mertvishcheva // *Horticulture and viticulture*. - 2019. - № 5. - P. 47-53.
15. Provorchenko A.V. Economic efficiency of intensive sweet cherry plantations in the south of Russia / A.V. Provorchenko, N.I. Varfolomeeva // *Agrarian Russia*. - 2020. - № 11. - P. 32-35. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-11-32-35>.
16. Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops. Orel: Publishing House of All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding, 1999. 608 p.