

А.М. Галашева¹, ✉
М.А. Макаркина¹,
Н.Г. Красова¹,
О.А. Ветрова¹,
М.И. Галашев²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, п/о Жилина, Орловский р-н, Орловская обл., Россия

²Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел, Россия

✉ anna-galasheva@mail.ru

Поступила в редакцию:
27.02.2023

Одобрена после рецензирования:
14.08.2023

Принята к публикации:
29.08.2023

Anna M. Galasheva¹, ✉
Margarita A. Makarkina¹,
Nina G. Krasova¹,
Oksana A. Vetrova¹,
Maksim I. Galashev²

¹Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, village Zhilina, Orel district, Orel region, Russia

²Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

✉ anna-galasheva@mail.ru

Received by the editorial office:
27.02.2023

Accepted in revised:
14.08.2023

Accepted for publication:
29.08.2023

Оценка сортов яблони летнего срока созревания по биохимическому составу и урожайности плодов

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В промышленном садоводстве сорт играет большую роль. Выявить возможность сорта позволит правильно подобранный подвой. Именно подвой управляет ростом, оказывает большое влияние на скороплодность, плодоношение и товарные качества плодов привоя. Внедрение в широкое производство привойно-подвойных комбинаций яблони для получения стабильно высоких урожаев с плодами высоких товарных и биохимических качеств требует рационального подбора сортов и подвоев.

Методы. Изучение показателей урожайности сортов яблони Орлинка и Яблочный Спас проводилось в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». Оценка биохимического состава плодов проводилась в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения института по общепринятым методикам «Методы биохимических исследований растений» и «Оценка сортов по химическому составу плодов».

Результаты. В результате изучения биохимического состава плодов сортов яблони, выращенных на подвоях клоновом 62-396 и карликовых интеркалярных 62-396 и 3-17-38, установлено, что содержание растворимых сухих веществ в плодах у сорта Орлинка на изучаемых подвоях больше, чем у сорта Яблочный Спас. Наибольшее содержание сахаров в плодах было у сорта Орлинка на карликовых интеркалярных подвоях 62-396 и 3-17-38 — 11,00% и 11,54% соответственно. В плодах сорта Яблочный Спас титруемых кислот было меньше во всех вариантах опыта, чем у сорта Орлинка. Существенных различий по накоплению в плодах аскорбиновой кислоты между сортами и привойно-подвойными комбинациями не выявлено. За весь период изучения у сорта Орлинка полученный урожай существенно превышал урожай сорта Яблочный Спас.

Ключевые слова: сорт, яблоня, интеркаляр, урожайность, биохимический состав плодов, аскорбиновая кислота

Для цитирования: Галашева А.М., Макаркина М.А., Красова Н.Г., Ветрова О.А., Галашев М.И. Оценка сортов яблони летнего срока созревания по биохимическому составу и урожайности плодов. *Аграрная наука*. 2023; 374(9): 139–144. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-139-144>

© Галашева А.М., Макаркина М.А., Красова Н.Г., Ветрова О.А., Галашев М.И.

The assessment of summer apple cultivars for biochemical fruit composition and productivity

ABSTRACT

Relevance. In industrial horticulture, the cultivar plays an important role. Correctly selected rootstock will allow identifying the possibility of a cultivar. It is the rootstock that controls growth, has a great influence on the rate of fertility, fruiting and marketable qualities of the fruits of the grafted cultivar. The introduction of apple graft-rootstock combinations into wide production to obtain consistently high yields with fruits of high commodity and biochemical qualities requires a rational selection of cultivars and rootstocks.

Methods. Apple cultivars Orlinka and Yablochny Spas were studied for yield indicators in accordance with the «Program and methodology of fruit, berry and nut variety study». The assessment of the biochemical composition of fruits was carried out at VNIISPK in the laboratory of biochemical and technological evaluation of cultivars and storage according to generally accepted methods «Methods of biochemical research of plants» and «Evaluation of cultivars by the chemical composition of fruits».

Results. As a result of studying the biochemical composition of the fruits of apple cultivars grown on clonal rootstock 62-396 and dwarf intercalary rootstocks 62-396 and 3-17-38, it was found that the content of soluble solids in the fruits of Orlinka on the studied rootstocks was greater than that of Yablochny Spas. The highest sugar content in fruits was in Orlinka on dwarf intercalary rootstocks 62-396 and 3-17-38: 11.00% and 11.54%, respectively. In the fruits of Yablochny Spas, titrated acids were less in all variants of the experiment than in Orlinka. There were no significant differences in the accumulation of ascorbic acid in fruits between cultivars and graft-rootstock combinations. During the entire period of study, the resulting yield in Orlinka significantly exceeded the yield of Yablochny Spas.

Key words: cultivar, apple, intercalary, yield, biochemical composition of fruit, ascorbic acid

For citation: Galasheva A.M., Makarkina M.A., Krasova N.G., Vetrova O.A., Galashev M.I. The assessment of summer apple cultivars for biochemical fruit composition and productivity. *Agrarian science* 2023; 374(9): 139–144 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-139-144>

© Galasheva A.M., Makarkina M.A., Krasova N.G., Vetrova O.A., Galashev M.I.

Введение/Introduction

Основным резервом повышения продуктивности и рентабельности яблони является совершенствование сортамента путем внедрения в производство новых высокопродуктивных и адаптивных сортов [1].

В настоящее время только во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур (ВНИИСПК) под руководством академика Е.Н. Седова создано 63 сорта яблони, которые включены в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию [2].

Сады яблони интенсивного типа имеют плотное размещение деревьев с компактной кроной. Возможность создания малообъемных садов обусловлена использованием слаборослых подвоев с хорошо развитой корневой системой. Такие деревья обеспечивают высокую рентабельность производства плодовой продукции [3–8]. Небольшая высота деревьев, привитых на карликовых и полукарликовых подвоях, обеспечивает выгодное распределение продуктов фотосинтеза на плодоносящие побеги, больше освобождается веществ на формирование урожая, меньше — на рост растения [9, 10]. Подвой управляет ростом, оказывает большое влияние на скороплодность, плодоношение и товарные качества плодов привоя [11, 12].

Правильный подбор подвоя прежде всего необходим для получения определенным сортом максимального урожая. Многочисленные примеры указывают на зависимость урожая сортов яблони от подвоя [13–18]. При этом подвой влияет на метаболические процессы, происходящие в плодовом растении, которые в свою очередь отражаются и на качестве плодов. Деревья яблони, выращенные на карликовых клоновых подвоях из-за поверхностной корневой системы, часто заваливаются и требуют опорных дорогостоящих конструкций [16]. Перспективным решением выращивания слаборослых яблоневых садов является использование интеркалярных подвоев. Деревья на интеркалярных слаборослых подвоях, так же как и на карликовых клоновых подвоях, имеют компактную крону, являются зимостойкими, раньше вступают в пору плодоношения (на 3–4-й, 4–5-й год), ежегодно плодоносят, более урожайны, обладают плодами высоких товарных качеств [4, 5, 19].

Одним из показателей качества плодов яблони является их биохимический состав. Биохимический состав плодов зависит прежде всего от видовой и сортовой принадлежности, погодных условий, степени зрелости плодов в период съема и др. [20, 21]. В яблоках содержатся в оптимальных количествах питательные (сахара, титруемые кислоты и др.) и биологически активные вещества (аскорбиновая кислота и др.).

Многими исследователями посвящен ряд работ о влиянии привойно-подвойных комбинаций на химический состав плодов яблони, в которых авторы отмечают различную сортовую реакцию на одни и те же виды подвоя [22–28].

Внедрение в широкое производство привойно-подвойных комбинаций яблони для получения стабильно высоких урожаев с плодами высоких товарных и биохимических качеств требует рационального подбора сортов и подвоев.

Цели исследований — изучение влияния привойно-подвойных комбинаций на биохимический состав плодов и урожайность летних сортов яблони.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования проводились во Всероссийском научно-исследовательском институте плодовых культур (ВНИИСПК, г. Орел, Россия) начиная с 2011 года. В качестве объектов взяты сорта летнего срока созревания Орлинка, Яблочный Спас селекции ВНИИСПК на различных типах подвоев — на вегетативно размноженном 62-396 и вставочных 62-396 и 3-17-38. Выбор подвоев обусловлен их широкой востребованностью в интенсивном садоводстве. Год посадки — 2011 г., схема посадки — 5 х 2 м, высажено по 10 деревьев в трехкратной повторности.

Изучение показателей урожайности проводилось в плодоносящих насаждениях яблони ВНИИСПК в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур»¹. Оценка биохимического состава плодов проводилась в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения института по общепринятым методикам².

Химический состав плодов определялся в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ВНИИСПК. В плодах определяли содержание растворимых сухих веществ (РСВ) рефрактометрическим методом с помощью цифрового рефрактометра PAL-3 (ATAGO, Япония), суммы сахаров (моносахара + сахароза) — методом Бертрана, титруемых кислот (общей кислотности) — методом титрования вытяжек 0,1 н. раствором гидроокиси натрия, аскорбиновой кислоты — методом титрования щавелевокислых вытяжек краской Тильманса (2,6-дихлорфенолиндолфенолом)³.

Статистическая обработка данных осуществлена методом дисперсионного анализа с использованием программы MS Excel (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В течение пяти лет (2018–2022 гг.) в плодах исследуемых образцов определяли содержание РСВ, сахаров (сумма), органических кислот (титруемая кислотность), аскорбиновой кислоты и сахарокислотный индекс (СКИ) (табл. 1).

В среднем за годы исследований у сорта Орлинка на клоновом подвое 62-396 (13,0%) и интеркалярных подвоях 62-396 (13,5%) и 3-17-38 (13,0%) РСВ в плодах накапливалось существенно больше, чем у сорта Яблочный Спас на этих же подвоях — 12,0%, 11,3%, 11,2% соответственно. Минимальное количество РСВ в плодах отмечено в 2022 году у обоих сортов на вставке 3-17-38 — 10,9% и 10,0% соответственно.

При определении сахаров в плодах отмечена такая же закономерность: большее количество сахаров, как и РСВ, было выявлено у сорта Орлинка с варьированием от 8,87% (2018 г., подвой 62-396) до 13,78% (2020 г., вставка 3-17-38), при варьировании от 8,57% (2022 г., вставка 62-396) до 12,32% (2022 г., вставка 62-396) — у сорта Яблочный Спас.

В среднем за пять лет (2018–2022 гг.) у сорта Яблочный Спас больше сахаров в плодах выявлено на клоновом

¹ Седов Е.Н., Красова Н.Г., Жданов В.В., Можар Н.В. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва). Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел. 1999; 253–300.

² Ермаков А.Е. Методы биохимических исследований растений. Л.: Агропромиздат. 1987; 430.

³ Седова З.А., Леонченко В.Г., Астахов А.И. Оценка сортов по химическому составу плодов. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел. 1999; 160–167.

Таблица 1. Биохимический состав плодов сортов яблони на интеркалярных и клоновом подвоях (2018–2022 гг.)
Table 1. Biochemical fruit composition of apple cultivars on intercalary and clone rootstocks (2018–2022)

Сорт А	Вставка, подвой В		РСВ, %	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	СКИ	АК, мг / 100 г
Яблочный Спас	вставка 62-396	2018	11,9	10,19	0,90	11,3	6,2
		2019	11,2	9,30	0,77	12,1	1,8
		2020	12,0	12,32	0,72	17,1	5,3
		2021	11,1	9,48	0,68	13,9	22,4
		2022	10,5	8,57	0,56	15,3	7,0
		среднее	11,3	9,97	0,73	13,9	8,5
	вставка 3-17-38	2018	10,8	9,93	0,86	11,5	10,6
		2019	12,9	9,40	1,02	9,2	4,4
		2020	10,8	10,08	0,66	15,3	7,0
		2021	11,6	10,12	0,74	13,7	19,4
		2022	10,0	8,92	0,54	16,5	11,4
		среднее	11,2	9,69	0,76	13,2	10,6
	подвой 62-396	2018	12,7	11,15	0,89	12,5	15,0
		2019	11,1	9,93	0,68	14,6	2,6
		2020	12,6	10,84	0,59	18,4	6,2
		2021	11,4	10,32	0,62	16,6	16,7
		2022	12,2	9,43	0,58	16,2	15,8
		среднее	12,0	10,33	0,67	15,7	11,3
Орлинка	вставка 62-396	2018	11,0	9,70	1,00	9,7	15,0
		2019	15,2	11,79	0,79	14,9	7,0
		2020	15,0	12,68	0,74	17,1	8,8
		2021	14,9	10,65	1,18	9,0	17,6
		2022	11,6	10,18	0,78	13,0	7,0
		среднее	13,5	11,00	0,89	12,7	11,1
	вставка 3-17-38	2018	11,5	10,01	0,93	10,8	8,8
		2019	15,8	12,85	0,67	19,2	5,3
		2020	14,3	13,78	0,77	17,9	3,5
		2021	12,4	11,48	0,74	15,5	22,9
		2022	10,9	9,59	0,58	16,5	14,9
		Среднее	13,0	11,54	0,74	15,9	17,4
	подвой 62-396	2018	11,0	8,87	1,18	7,5	15,0
		2019	–	–	–	–	–
		2020	16,6	10,29	0,67	15,4	7,0
		2021	12,7	10,87	1,08	10,1	10,6
		2022	11,5	9,79	0,75	13,1	10,6
		среднее	13,0	9,96	0,92	11,5	10,8
	НСР05	A = 1,0; B = Fφ < Fτ; AB = Fφ < Fτ	A = 0,67; B = Fφ < Fτ; AB = 1,16	A = 0,09; B = Fφ < Fτ; AB = 0,15	A = 1,4; B = 1,7; AB = 2,4	AB = Fφ < Fτ B = Fφ < Fτ; AB = Fφ < Fτ	

карликовом подвое 62-396 — 10,33%, на карликовом интеркаляре 3-17-38 — меньше (9,69% соответственно), у сорта Орлинка существенно выше содержание сахаров на интеркалярных вставках (НСР05: A = 0,67).

Содержание титруемых кислот в плодах в среднем за пять лет (2018–2022 гг.) колебалось от 0,67% у сорта Яблочный Спас до 0,92% у сорта Орлинка, привитых на клоновом подвое 62-396. В плодах сорта Яблочный Спас титруемых кислот содержалось меньше (0,67–0,76%), чем в плодах сорта Орлинка (0,74–0,92%). У сорта Орлинка на накопление титруемых кислот в плодах благоприятное влияние оказала подвойная интеркалярная форма 3-17-38, у сорта Яблочный Спас — клоновый подвой 62-396. В 2022 году у сорта Яблочный Спас на всех изучаемых подвоях было минимальное содержание титруемых кислот в плодах — 0,54–0,58%.

Самое высокое значение сахарокислотного индекса у сорта Яблочный Спас было на клоновом подвое 62-396, у сорта Орлинка на этом же подвое этот показатель был минимальным. В 2020 году во всех вариантах опыта отмечен повышенный сахарокислотный индекс.

Яблоки считаются лечебно-профилактическим продуктом питания из-за наличия в них аскорбиновой кислоты, которая известна своими антиоксидантными свойствами [20].

Сравнивая сорта яблони Орлинка и Яблочный Спас на клоновом подвое 62-396 и карликовых интеркалярах 62-396 и 3-17-38 по содержанию аскорбиновой кислоты, определили, что существенных различий между сортами и привойно-подвойными комбинациями нет. Наименьшее содержание аскорбиновой кислоты у сорта Яблочный Спас на интеркалярном подвое 62-396 — 8,5 мг / 100 г, у остальных привойно-подвойных комбинаций — на одном уровне (рис. 1).

Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты у сортов яблони на клоновом подвое 62-396 и на карликовых интеркалярах 62-396, 3-17-38 (в среднем 2018–2022 гг.)

Fig. 1. Ascorbic acid content in apple cultivars on the clone rootstock 62-396 and dwarf intercalary 62-396, 3-17-38 (average for 2018–2022)

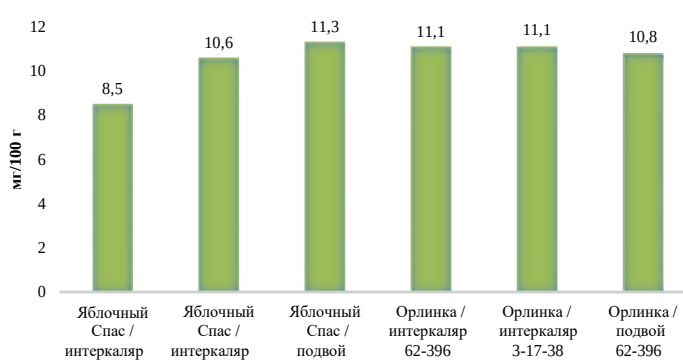
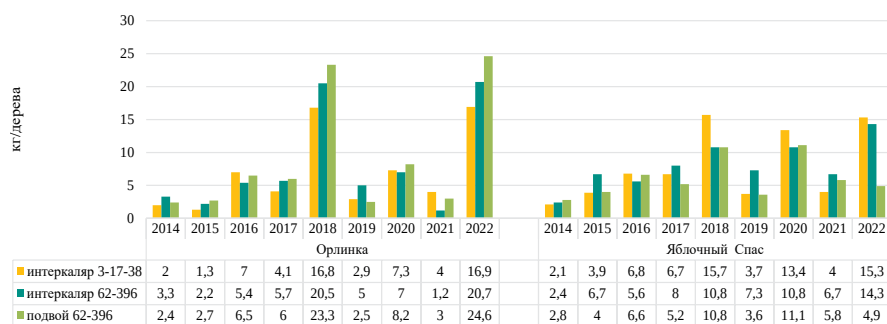


Рис. 2. Урожайность сортов яблони на интеркалярных карликовых подвоях и на клоновом карликовом подвое (2014–2022 гг., НСР05 A = 1,7, B = Ff < Ft, AB = Ff < Ft)

Fig. 2. Yield of apple cultivars on the intercalary dwarf rootstocks and clone dwarf rootstock (2014–2022, LSD05 A = 1,7, B = Ff < Ft, AB = Ff < Ft)



Сорта на карликовых интеркалярных подвоях 62-396 и 3-17-38 и карликовом клоновом подвое 62-396 начали плодоношение на третий год роста в саду. На третий год роста деревьев в саду урожай составил от 3,3 кг/дерева у сорта Орлинка на карликовом интеркаляре 62-396 и до 2,0–2,1 кг/дерева у сортов Орлинка и Яблочный Спас на карликовом интеркаляре 3-17-38.

За годы исследований (2014–2022 гг.) у сорта Орлинка урожай был существенно выше, чем у сорта Яблочный Спас. В 2018 и 2022 годах деревья сорта Орлинка на карликовом интеркалярном и клоновом подвоях 62-396 давали урожай существенно превышающий, чем

ликовых подвоях 62-396 и 3-17-38 составила 7–8 т/га (рис. 3).

Выводы/Conclusion

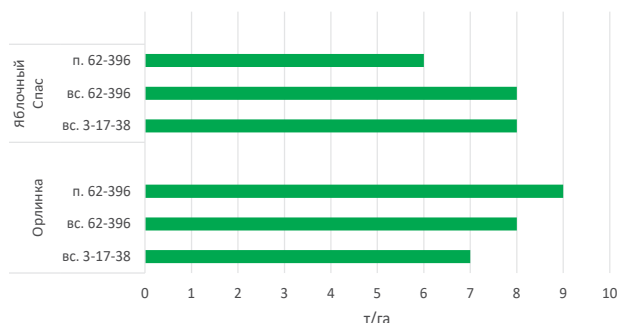
В результате изучения биохимического состава плодов сортов яблони, выращенных на подвоях клоновом 62-396 и карликовых интеркалярных 62-396 и 3-17-38, установлено, что содержание РСВ в плодах у сорта Орлинка на изучаемых подвоях было больше, чем у сорта Яблочный Спас. Наибольшее содержание сахаров в плодах было установлено у сорта Орлинка на карликовых интеркалярных подвоях 62-396 и 3-17-38 (11,0% и 11,54% соответственно).

В плодах сорта Яблочный Спас титруемых кислот было меньше во всех вариантах опыта, чем у сорта Орлинка. Отмечено снижение титруемых кислот в плодах сорта Орлинка на интеркалярном подвое 3-17-38, у сорта Яблочный Спас — на клоновом подвое 62-396. Снижение количества титруемых кислот в плодах способствовало улучшению их вкуса. Существенных различий по накоплению в плодах аскорбиновой кислоты между сортами и привойно-подвойными комбинациями не выявлено.

Отмечено раннее вступление сортов в пору плодоношения — на третий год роста в саду. За весь период изучения у сорта Орлинка полученный урожай существенно превышал урожай сорта Яблочный Спас. Наибольшая урожайность наблюдалась у сорта Орлинка на клоновом подвое 62-396, у сорта Яблочный Спас — на интеркалярных подвоях 62-396 и 3-17-38.

Рис. 3. Урожайность привойно-подвойных комбинаций яблони (2014–2022, т/га)

Fig. 3. Yield of graft-rootstock combinations of apple trees (2014–2022, t/ha)



Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках тематического плана ФГБНУ ВНИИСПК согласно государственному заданию FGZS-2022-0008 Министерства науки и высшего образования РФ.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the thematic plan of the Federal State Budgetary Scientific Institution VNIISP in accordance with the state task FGZS-2022-0008 Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бабинцева Н.А. Особенности формирования продуктивности деревьев яблони (*Malus domestica* Borkh.) с промежуточной вставкой слаборослого подвоя ЕМ — IX в Крыму. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2020; 134: 120–125. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-134-120-125>
- Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В. Роль отечественной селекции в совершенствовании сортимента яблони в России. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021; (4): 17–19. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>

REFERENCES

- Babintseva N.A. Productivity formation features of Apple trees (*Malus domestica* Borkh.) with intermediate insertion of low-growth rootstock EM-IX in the Crime. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*. 2020; 134: 120–125 (In Russian). <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-134-120-125>
- Sedov E.N., Korneeva S.A., Yanchuk T.V. The role of domestic breeding in improving the apple assortment in Russia. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2021; (4): 17–19 (In Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>

3. Дубровский М.Л., Кружков А.В., Назаров В.Н., Хорошкова Ю.В., Гречушкина, К.С. Механизмы действия подвоя на показатели кроны привойного компонента у плодовых культур. *Наука и образование*. 2021; 4(2): 381. <https://elibrary.ru/odrexh>
4. Седов Е.Н., Красова Н.Г., Галашева А.М. Роль карликовых вставочных подвоев в создании высокопродуктивных интенсивных насаждений яблони. *Адаптивный потенциал и качество продукции сортов и сортоподвойных комбинаций плодовых культур. Материалы Международной научно-практической конференции*. Орел: ВНИИСПК. 2012; 215–225. <https://elibrary.ru/yharbp>
5. Плугатарь Ю.В., Бабинцева Н.А., Сотник А.И. Эффективность производства плодов яблони (*Malus domestica* Borkh.) в интенсивных садах Крыма. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2022; (2): 6–17. <https://elibrary.ru/qpgmwh>
6. Иваненко Е.Н., Меншутина Т.В., Костенко М.Г. Потенциал продуктивности сорта яблони Мелба на подвоях разной силы роста. *Аграрная наука*. 2021; (9): 114–117. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-114-117>
7. Ермоленко В.Г., Заерко Т.А., Ефимова И.Л. Рост и урожайность яблони сорта Либerty на клоновых подвоях в садах безопорной конструкции с плотными схемами посадки. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2018; (3): 119–128. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2018-3-51-119-128>
8. Савин Е.З., Чугунов В.Г., Антипенко М.И., Кузнецов А.А. Продуктивность и экономическая эффективность выращивания яблони на клоновых подвоях в условиях Среднего Поволжья. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; (4): 61–66. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-96-4-61-66>
9. Драбудко Н.Н., Ганусенко М.Ю., Грушева Т.П., Левшунув В.А., Самусь В.А., Шкробова М.А. Клоновые подвои — основа повышения продуктивности насаждений плодовых культур. *Плодоводство*. Минск: Белорусская наука. 2022; 30: 247–257. <https://elibrary.ru/qdgnm>
10. Красова Н.Г., Галашева А.М. Урожайность сортов яблони в интенсивном саду. *Селекция и сортовая агротехника плодовых культур*. Орел: ВНИИСПК. 2004; 24–31. <https://elibrary.ru/yhanxr>
11. Robinson T. Advances in apple culture worldwide. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2011; 33(s1): 37–47. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500006>
12. Jones H.G. How do rootstock controls shoot water relations? *New Phytologist*. 2012; 194(2): 301–303. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04110.x>
13. Chauhan A., Ladon T., Verma P. Strategies for rootstock and varietal improvement in apple: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2020; 9(5): 2513–2516.
14. Красова Н.Г., Галашева А.М. Продуктивность сортов яблони на слаборослых вставочных подвоях. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012; 29(1): 259–267. <https://elibrary.ru/opgcvl>
15. Танкевич В.В. Влияние подвоев на рост и продуктивность яблони в Крыму. *Плодоводство*. Самохваловичи: Институт плодоводства. 2013; 25: 353–358. <https://elibrary.ru/xpkqwt>
16. Ефимова И.Л. Плодоношение яблони на разных слаборослых подвоях в зависимости от плотности посадки. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017; 49: 121–124. <https://elibrary.ru/yjzjht>
17. Ефимова И.Л. Возможности подвоев серии СК в повышении урожайности яблони. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020; (4): 25–35. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-4-64-25-35>
18. Иваненко Е.Н., Меншутина Т.В. Оценка урожайности привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду. *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. 2020; (3): 39–43. <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2020-45-2-39-43>
19. Reig G. et al. Horticultural performance and elemental nutrient concentrations on 'Fuji' grafted on apple rootstocks under New York State climatic conditions. *Scientia Horticulturae*. 2018; 227: 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.002>
20. Татаринев А.Н. Садоводство на клоновых подвоях. Киев: Урожай. 1988; 205.
21. Грушева Т.П., Остапчук И.Н. Изменение химического состава плодов колонновидных сортов яблони при хранении. *Плодоводство. Сборник научных трудов*. Самохваловичи: Институт плодоводства. 2015; 27: 286–293. <https://elibrary.ru/yjnsnm>
22. Галашева А.М., Красова Н.Г., Макаркина М.А. Биохимическая оценка плодов сортов яблони на слаборослых вставочных подвоях. *Селекция и сорторазведение садовых культур. Сборник*. Орел: ВНИИСПК. 2007; 47–55. <https://elibrary.ru/yhakzx>
23. Меншутина Т.В., Иваненко Е.Н. Оценка товарных качеств и биохимического состава плодов яблони на клоновых подвоях при выращивании в аридной зоне. *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. 2020; (3): 48–52. <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2020-45-2-48-52>
24. Туткин Г.А., Макаркина М.А. Биохимическая оценка плодов иммунных к парше сортов яблони в зависимости от подвоя. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2009; (3): 38–40. <https://elibrary.ru/kkvxvz>
25. Бабинцева Н.А., Горб Н.Н. Влияние садовых конструкций на длительность хранения плодов яблони (*Malus domestica* Borkh.) в предгорной зоне Крыма. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2017; 144-2: 9–15. <https://elibrary.ru/zdfdl>
26. Сотник А.И., Танкевич В.В. Влияние подвоев на биохимические и технологические характеристики сортов яблони в Крыму. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2018; 53: 82–87. <https://elibrary.ru/xulddq>
3. Dubrovsky M.L., Kruzhkov A.V., Nazarov V.N., Khoroshkova Yu.V., Grechushkina K.S. Mechanisms of rootstock action on canopy indicators of the scion component in fruit crops. *Nauka i obrazovanie*. 2021; 4(2): 381 (In Russian). <https://elibrary.ru/odrexh>
- 4 Sedov E.N., Krasova N.G., Galasheva A.M. The role of dwarf insert rootstocks in the creation of highly productive intensive apple plantations. *Adaptive potential and product quality of varieties and variety-rootstock combinations of fruit crops. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Orel: Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. 2012; 215–225 (In Russian). <https://elibrary.ru/yharbp>
5. Plugatar Yu.V., Babintseva N.A., Sotnik A.I. The efficiency of apple fruit production (*Malus domestica* Borkh.) in intensive gardens of the Crimea. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2022; (2): 6–17 (In Russian). <https://elibrary.ru/qpgmwh>
6. Ivanenko E.N., Menshutina T.V., Kostenko M.G. Productivity potential of the Melba apple variety on rootstocks of different growth strengths. *Agrarian science*. 2021; (9): 114–117 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-114-117>
7. Ermolenko V.G., Zaerko T.A., Efimova I.L. The growth and productivity of Liberty apple-tree on clone rootstocks in the gardens with unsupport technology and dense schemes of landing. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2018; (3): 119–128 (In Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2018-3-51-119-128>
8. Savin E.Z., Chugunov V.G., Antipenko M.I., Kuznetsov A.A. Productivity and economic efficiency of apple cultivation on clonal rootstocks in the conditions of the Middle Volga region. *Izvestia Orenburg state agrarian university*. 2022; (4): 61–66 (In Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-96-4-61-66>
9. Drabudko N.N., Ganusenko M.Yu., Grusheva T.P., Levshunov V.A., Samus V.A., Shkrobova M.A. Clonal rootstocks as the basis to increase productivity of fruit crop plantings. *Fruit growing*. Minsk: Belorusskaya nauka. 2022; 30: 247–257 (In Russian). <https://elibrary.ru/qdgnm>
10. Krasova N.G., Galasheva A.M. The yield of apple cultivars in the intensive orchard. *Selection and varietal agrotechnics of fruit crops*. Orel: Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. 2004; 24–31 (In Russian). <https://elibrary.ru/yhanxr>
11. Robinson T. Advances in apple culture worldwide. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2011; 33(s1): 37–47. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500006>
12. Jones H.G. How do rootstock controls shoot water relations?. *New Phytologist*. 2012; 194(2): 301–303. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04110.x>
13. Chauhan A., Ladon T., Verma P. Strategies for rootstock and varietal improvement in apple: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2020; 9(5): 2513–2516.
14. Krasova N.G., Galasheva A.M. Productivity of apple cultivars on low-growing insert rootstocks. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2012; 29(1): 259–267 (In Russian). <https://elibrary.ru/opgcvl>
15. Tankevich V.V. Rootstocks influence on growth and productivity of apple trees in the Crimea. *Fruit Growing*. Samokhvalovichy: Institute for Fruit Growing. 2013; 25: 353–358 (In Russian). <https://elibrary.ru/xpkqwt>
16. Efimova I.L. Apple trees fruiting on different dwarfing rootstocks depending on planting density. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017; 49: 121–124 (In Russian). <https://elibrary.ru/yjzjht>
17. Efimova I.L. Possibilities of the SK series rootstocks in increasing the apple trees yield. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2020; (4): 25–35 (In Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-4-64-25-35>
18. Ivanenko E.N., Menshutina T.V. Yield of stock-scion apple combinations in intensive orchard. *Theoretical and Applied Problems of Agro-industry*. 2020; (3): 39–43 (In Russian). <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2020-45-2-39-43>
19. Reig G. et al. Horticultural performance and elemental nutrient concentrations on 'Fuji' grafted on apple rootstocks under New York State climatic conditions. *Scientia Horticulturae*. 2018; 227: 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.002>
20. Tatarinov A.N. Gardening on clonal rootstocks. Kyiv: Urozhay. 1988; 205 (In Russian).
21. Grusheva T.P., Ostapchuk I.N. Change of fruits chemical composition of clonal apple cultivars during storage. *Fruit growing. Collection of scientific papers*. Samokhvalovichy: Institute for Fruit Growing. 2015; 27: 286–293. <https://elibrary.ru/yjnsnm>
22. Galasheva A.M., Krasova N.G., Makarkina M.A. Biochemical estimation of fruit of apple varieties on dwarf interstocks. *Selection and variety breeding of garden crops. Collection*. Orel: Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. 2007; 47–55 (In Russian). <https://elibrary.ru/yhakzx>
23. Menshutina T.V., Ivanenko E.N. Commercial qualities and biochemical composition of apples grown on clonal rootstocks in arid zone. *Theoretical and Applied Problems of Agro-industry*. 2020; (3): 48–52 (In Russian). <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2020-45-2-48-52>
24. Tutkin G.A., Makarkina M.A. Biochemical evaluation of fruits of apple cultivars immune to scab depending on the rootstock. *Vestnik OrelGAU*. 2009; (3): 38–40 (In Russian). <https://elibrary.ru/kkvxvz>
25. Babintseva N.A., Gorb N.N. The influence of garden designs on the duration of storage of apple fruits (*Malus domestica* Borkh.) in the foothill zone of the Crimea. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2017; 144-2: 9–15 (In Russian). <https://elibrary.ru/zdfdl>
26. Sotnik A.I., Tankevich V.V. The impact of rootstocks on the biochemical and technological characteristics of apple varieties in the Crimea. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2018; 53: 82–87 (In Russian). <https://elibrary.ru/xulddq>

27. Тютюма Н.В., Костенко М.Г., Меншутина Т.В. Товарные качества и биохимический состав плодов яблони на клоновых подвоях южной селекции. *Аграрный научный журнал*. 2021; (9): 38–41. <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i9pp38-41>

28. Мотылева С.М., Борисова А.А. Сравнительный биохимический состав плодов яблони отечественных и зарубежных сортов. *Садоводство и виноградарство*. 2018; (6): 12–18. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2018-6-12-18>

ОБ АВТОРАХ

Анна Мироновна Галашева¹,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
anna-galasheva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8795-9991>

Маргарита Алексеевна Макаркина¹,

доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
makarkina@orel.vniispk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7979-3426>

Нина Глебовна Красова¹,

доктор сельскохозяйственных наук
krasovang@vniispk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7896-0149>

Оксана Альфредовна Ветрова¹,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
vetrova@vniispk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2868-323X>

Максим Игоревич Галашев²,

магистр,
galashev55@mail.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, дер. Жилина, Орловский р-н, Орловская обл., 302530, Россия

² Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Россия

27. Tyutyuma N.V., Kostenko M.G., Menshutina T.V. Commercial quality and biochemical composition of fruits of apple trees on clonal rootstocks southern. *Agrarian Scientific Journal*. 2021; (9): 38–41 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i9pp38-41>

28. Motyleva S.M., Borisova A.A. Comparative biochemical composition of apple fruits of domestic and foreign varieties. *Horticulture and viticulture*. 2018; (6): 12–18 (In Russian). <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2018-6-12-18>

ABOUT THE AUTHORS

Anna Mironovna Galasheva¹,

Candidate of Agricultural sciences, Leading Researcher
anna-galasheva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8795-9991>

Margarita Alekseevna Makarkina¹,

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Scientific Officer
makarkina@vniispk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7979-3426>

Nina Glebovna Krasova¹,

Doctor of Agricultural Sciences
krasovang@vniispk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7896-0149>

Oksana Alfredovna Vetrova¹,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
vetrova@vniispk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2868-323X>

Maksim Igorevich Galashev²,

Master,
galashev55@mail.ru

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina village, Orel district, Orel region, 302530, Russia

² Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 69 General Rodin Str., Orel, 302019, Russia