

## Влияние метеоусловий на лежкость плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони

А. Л. Никитин\*<sup>ORCID</sup>, М. А. Макаркина<sup>ORCID</sup>



ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,  
302530, Россия, Орловская область, Орловский район, п/о Жилина

Дата поступления в редакцию: 20.06.2019  
Дата принятия в печать: 15.10.2019

\*e-mail: [nikitin@vniispk.ru](mailto:nikitin@vniispk.ru)



© А. Л. Никитин, М. А. Макаркина, 2019

### Аннотация.

**Введение.** Погодные условия вегетационного периода оказывают влияние на продолжительность хранения, эффективный выход товарных плодов после него, степень их поражения физиологическими расстройствами и микробиологическими заболеваниями. В связи с этим изучение новых сортов яблонь по их хозяйственно-биологическим показателям, в том числе по определению лежкости их плодов и изучению влияния различных факторов на продолжительность хранения, является актуальным.

**Объекты и методы исследования.** Изучена лежкость пяти новых иммунных к парше колонновидных сортов яблони селекции ВНИИСПК – «Восторг», «Звезда эфира», «Поэзия», «Приокское» и «Созвездие», плоды которых хранили в промышленном холодильнике института при температуре +2 °С. В качестве прогностического индикатора потенциальной эффективной лежкости плодов использовали гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК).

**Результаты и их обсуждение.** Установлено влияние метеорологических условий вегетационного периода на эффективный выход товарных плодов. Лучшая сохраняемость зафиксирована в годы с достаточным количеством осадков в вегетационный период. Наиболее комфортные для продолжительного хранения плодов условия сезонного увлажнения формировались для сортов «Звезда эфира» и «Созвездие» в 2014 году, «Поэзия» и «Приокское» в 2016 году при ГТК на уровне 1,0. Лежкость плодов, в зависимости от метеоусловий вегетационного периода, имеет сортовую специфичность. Самый высокий товарный выход плодов после хранения отмечен у сорта «Созвездие» в 2014 году – 96,7 %, самый низкий – 64,2 % у сорта «Восторг» в 2016 году. Плоды сорта «Созвездие» во все годы изучения имели наивысшую эффективную сохраняемость товарных плодов – 83,6–96,7 % (в среднем по годам 92,0 %). Хуже других сортов сохранялись плоды сортов «Восторг» и «Поэзия» (в среднем по годам 76,2, 76,8 % товарных плодов соответственно).

**Выводы.** На эффективную лежкость плодов неблагоприятно воздействуют дефицит осадков и избыток тепла в период за 30 суток перед съемом урожая, что привело к поражению их «загаром». Сорта «Звезда эфира» и «Созвездие» абсолютно устойчивы к «загару». Засушливый 2012 год явился стрессовым для плодов яблони, что отразилось в существенном повышении уровня аскорбиновой кислоты в плодах в процессе хранения – 82,8 % от исходного показателя. ГТК целесообразно использовать в качестве одного из предикторных индикаторов качества плодов при съеме и потенциальной их лежкости.

**Ключевые слова.** Плодоводство, хранение, яблоня, иммунитет, колонновидность, температура, осадки, товарность, качество

**Финансирование.** Материалы подготовлены в рамках выполнения диссертационного исследования.

**Для цитирования:** Никитин, А. Л. Влияние метеоусловий на лежкость плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони / А. Л. Никитин, М. А. Макаркина // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 545–554. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-545-554>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/eng>

## Effect of Meteorological Conditions on Storability of the Scab-Immune Columnar Apple Varieties

A.L. Nikitin\*<sup>ORCID</sup>, M.A. Makarkina<sup>ORCID</sup>

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding,  
Zhilina, Orel region, 302530, Russia

Received: June 20, 2019  
Accepted: October 15, 2019



### Abstract.

**Introduction.** Weather conditions during vegetative period have an effect on the duration of fruit storage, as well as the yield of commercial fruits unaffected by physiological disorders or microbiological diseases. In this regard, new apple varieties demand a detailed study of economic and biological indicators, determination of storage period, and various factors that may affect it.

**Study objects and methods.** The research featured preservation capacity of five new scab-immune columnar apple varieties cultivated at the All-Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding (Orlov Region, Russia), namely 'Vostorg', 'Zvezda Efir', 'Poezia', 'Priokskoye', and 'Sozvezdiye'. The apples were stored in an industrial refrigerator at +2°C. The Selyaninov's hydrothermal coefficient (HTC) was used as a predictive indicator of the potentially effective storability.

**Results and discussion.** A set of experiments was conducted to determine the effect of the weather conditions during the vegetative period on the yield of commercial fruits. The best preservation was recorded for the fruits harvested in the years with sufficient rainfall during the growing season. The most comfortable conditions of seasonal humidification for the long-term storage of fruits were formed for 'Zvezda Efir' and 'Sozvezdiye' in 2014 and 'Poezia' and 'Priokskoye' in 2016 at HTC = 1.0. The storability depended on the weather conditions during the growing season and the variety. The 'Sozvezdiye' variety showed the highest commercial yield after storage in 2014 (96.7%), while the lowest commercial yield (64.2%) belonged to the 'Vostorg' apples in 2016. 'Sozvezdiye' had the highest effective persistence of commercial fruits (83.6–96.7%) during the whole study period (92.0% on average). 'Vostorg' and 'Poezia' demonstrated worse results than other varieties (76.2% and 76.8% on average, respectively).

**Conclusion.** Poor precipitation and excess heat in the period of 30 days before harvesting adversely affected the fruit storability, which led to scald. 'Zvezda Efir' and 'Sozvezdiye' were absolutely stable to scald. The dry year of 2012 had a positive effect on the apples as the level of ascorbic acid increased during storage (82.8% of the baseline). Therefore, it is advisable to use HTC to predict fruit quality and storage period.

**Keywords.** Fruitgrowing, storage, apple, immunity, columnar, temperature, precipitation, marketability, quality

**Finding.** The research was performed as part of the related dissertation research.

**For citation:** Nikitin AL, Makarkina MA. Effect of Meteorological Conditions on Storability of the Scab-Immune Columnar Apple Varieties. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(4):545–554. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-545-554>.

### Введение

Климат главным образом обуславливает ареал распространения и зональность районирования сортов яблони, оказывая влияние на продуктивность садов и качество плодов [1].

Погодные условия в значительной степени оказывают влияние на качественные характеристики плодов, формирующихся в вегетационный период, сказываясь на их размерах, массе, химическом составе и перспективной лежкости. Плоды, снятые с дерева на одну декаду раньше оптимального срока съема (с не достаточно аккумулированной температурной энергией), продуцируют пониженную массу плодов, что ведет к недобору урожая на 10–15 % [2–9]. Стрессовые погодные условия (длительное или краткосрочное воздействие повышенных либо пониженных температур, недостаточность или избыток осадков) существенно влияют на степень зрелости плодов и их поражение функциональными расстройствами [10, 11].

Метеоусловия вегетационного периода: количество осадков, сумма среднесуточных температур воздуха выше +10 °С, число жарких дней за 4 недели до съема плодов, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) способствуют интенсивности или замедлению функционирования механизмов накопления питательных веществ в плодах,

определяют их пищевые качества и влияют на продолжительность их эффективного хранения, являясь дополнительными прогностическими показателями для определения оптимальных сроков уборки плодов.

Для стабильной лежкости плодов необходимо, чтобы период вегетации проходил при равномерном выпадении осадков, без резких атмосферных температурных колебаний и ГТК = 1,0–1,4. При очень жаркой погоде с обильными осадками перед началом съема плоды быстрее созревают. Одновременно с этим создаются условия для значительного ухудшения условий, формирующих устойчивость плодов к функциональным расстройствам (ФР) – «загару» и побурению мякоти. Это снижает качественные характеристики плодов и их лежкость. В жаркое и сухое лето плоды при хранении подвержены поражению стекловидностью. При холодной и дождливой погоде в период созревания плоды замедляют свой рост и созревание, имеют высокую кислотность, пониженную сахаристость, не достаточно интенсивно окрашены. Кроме того, при таких условиях при хранении плоды интенсивнее поражаются «загаром».

Погодные условия за месяц перед съемом плодов чрезвычайно влияют на развитие ФР яблок и их последующую лежкость. Чем жарче в этот

период днем и выше температуры ночью, тем вероятнее поражение плодов «загаром». Потери от него увеличиваются, если за месяц перед уборкой плодов сумма температур превышает 360–380 °С. Метеорологические показатели за этот период являются прогностическими, способными дать информацию о возможном поражении плодов ФР.

Во Всероссийской НИИ селекции плодовых культур (ВНИСПК) (г. Орёл) создана группа колонновидных сортов яблони, являющихся новой биологической формой растений, обладающих рядом преимуществ: компактной кроной, позволяющей сокращать трудовые затраты на формирование кроны, быстрой отдачей урожая и др. [12]. В связи с этим возникает вопрос о более детальном изучении новых сортов по их хозяйственно-биологическим показателям, в том числе по определению лежкости их плодов и изучению влияния различных факторов на продолжительность хранения.

#### Объекты и методы исследования

Этап научных исследований проводили в опытной камере промышленного холодильника и лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ВНИИСПК). Отбор проб осуществляли на участках первичного сортоизучения. Объектами исследований являлись 5 новых иммунных к парше колонновидных сортов яблони селекции ВНИИСПК – «Восторг», «Звезда эфира», «Поэзия», «Приокское» и «Созвездие», полученные под руководством академика РАН Е. Н. Седова. Исследования проводили в 2012, 2014, 2016 и 2018 годах по общепринятым методикам [13]. Для оценки увлажнения рассчитывался ГТК – показатель территориальной засухи, предложенный климатологом Г. Т. Селяниновым. ГТК вычисляется как отношение суммы осадков к сумме среднесуточных температур 10 °С и выше с коэффициентом 0,1. Величина ГТК в пределах 1,0–1,4 обуславливает оптимальное увлажнение, более 1,4 – избыточное, менее 1,0 – засуху.

Плоды хранили при температурном режиме +2 °С и относительной влажности воздуха 85–9 %. Изучали выход товарных плодов на конец хранения и потери плодов, в том числе от физиологических

(функциональных) расстройств (ФР) и микробиологических заболеваний (МЗ).

Температуру в холодильной камере измеряли минимальным и метеорологическим термометрами, а также термографом; относительную влажность воздуха – психрометром Ассмана и волосным гигрографом; ФР и МЗ плодов в конце хранения определяли методом визуального наблюдения по определителям болезней растений и альбому «Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении» [14]. Потери как от ФР, так и от МЗ классифицировали по видам и по степени пораженности и поврежденности. Учеты дефектных плодов проводили по количеству с пересчетом на проценты. В случае поражения одного плода несколькими расстройствами или заболеваниями учет вели по преобладающему.

Графическое представление данных выполняли с помощью программы Microsoft Excel.

#### Результаты и их обсуждение

Повсеместное изменение климата оказывает влияние на природные и антропогенные системы [15]. Экстремальные температурные показатели повсеместно повышаются [16]. В начале XXI столетия на всей территории России фиксируется рост суммы активных температур. Вплоть до 2000 года на Европейской территории страны суммы активных температур, по сравнению со среднегодовыми, увеличились на 50–100 °С. За период 2000–2012 гг. значения суммы активных температур достигли 2200–3000° С, увеличившись на 250–300 °С [17, 18].

На фенологию яблони влияет температура [2, 19]. Для фруктов есть минимальные тепловые требования для нормального роста, физиологического развития и фенологии (например, цветения и созревания плодов) [20]. Изменившиеся климатические условия оказывают влияние и на продуктивность яблони [21].

Даты наступления определенных фенофаз развития яблони в результате роста суммы эффективных и активных температур из-за потепления климата смещаются. Это приводит как к более раннему цветению яблони, так и к сокращению периода от «окончания цветения до съемной зрелости плодов» [22].

Метеорологические условия вегетационного периода исследуемых лет были разнообразны

Таблица 1. Характеристика метеорологических условий (май – начало сентября)

Table 1. Characteristics of meteorological conditions (May – early September)

Годы исследований	Дата съема плодов	Сумма среднесуточных температур $\geq 10$ °С за период от цветения до съема, °С	Осадки, за период от цветения до съема, мм	ГТК
2012	28 августа	2122,4	143,0	0,67
2014	04 сентября	2060,4	204,6	0,99
2016	12 сентября	2262,7	236,0	1,04
2018	11 сентября	2415,7	183,9	0,76

(табл. 1). Суммы среднесуточных температур за период май – начало сентября (цветение – дата съема плодов) были выше среднемноголетних показателей, что подтверждает тенденцию последних десятилетий.

Наибольшее количество осадков за период от цветения до даты съема плодов отмечено в 2016 году – 236,0 мм, наименьшее – 143,0 мм в 2012 году. Самая низкая сумма среднесуточных температур была зафиксирована в 2014 году – 2060,4 °С, наиболее высокая в 2018 году – 2415,7 °С. ГТК в 2014 и 2016 годы соответствовал начальному уровню оптимального увлажнения и составил 0,99 и 1,04 соответственно. 2012 и 2018 годы были засушливыми: ГТК = 0,67 и 0,76 соответственно.

Метеоусловия учетных периодов (май – сентябрь) также различались по месяцам и годам. Самым теплым месяцем за годы изучения был июль со среднемесячной температурой 612 °С (среднесуточная температура 19,7 °С) (рис. 1). Самым теплым был период 2018 года со среднегодовой температурой воздуха учетного периода 523 °С. Больше всего осадков за изучаемый период также

выпало в июле со среднемесячным значением 58 мм. Самым влажным был июль 2018 года. Количество выпавших осадков – 120 мм (рис. 2). Наибольшее увлажнение за период май – сентябрь отмечено в 2016 году – 246,0 мм при среднем значении 49 мм, наименьшее в 2012 году – 164,0 мм при среднем значении 33 мм. Однако показатель в 49 мм все равно является пониженным относительно среднемноголетних значений по Орловской области для июля приблизительно в два раза.

Самый высокий выход товарной продукции после хранения был отмечен у сорта «Созвездие» в 2014 году – 96,7 %, самый низкий у сорта «Восторг» в 2016 году – 64,2 % (рис. 3). Сорт «Созвездие» имел во все годы изучения наивысшую эффективную сохраняемость товарных плодов – 83,6–96,7 % (в среднем по годам 92,1 %) (табл. 2). Несколько хуже других сохранялись плоды сортов «Восторг» и «Поэзия» – в среднем по годам 76,2 % и 76,8 % товарных плодов соответственно.

Наиболее комфортные для лежкости условия увлажнения формировались для плодов сортов

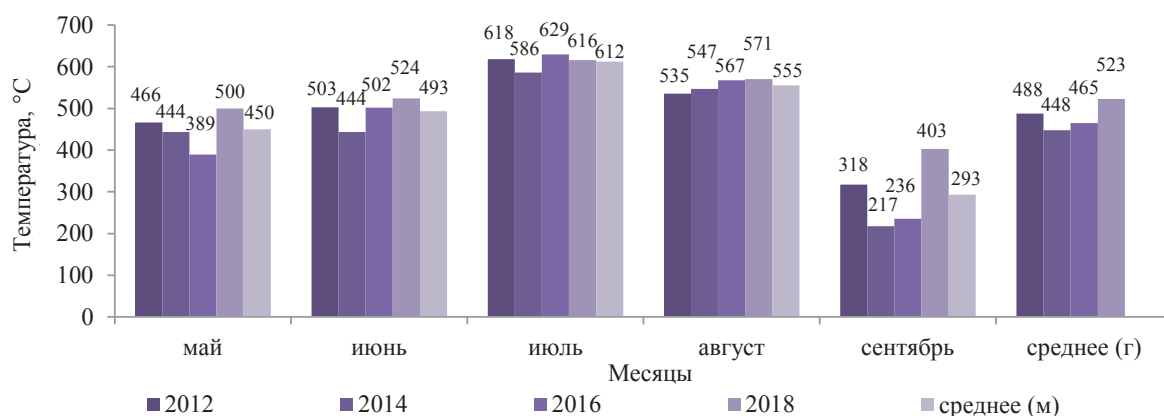


Рисунок 1. Среднемесячные температуры воздуха  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  за период май – сентябрь. Данные 2012, 2014, 2016, 2018 гг.

Figure 1. Monthly average air temperatures  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  in May – September (2012, 2014, 2016, 2018)

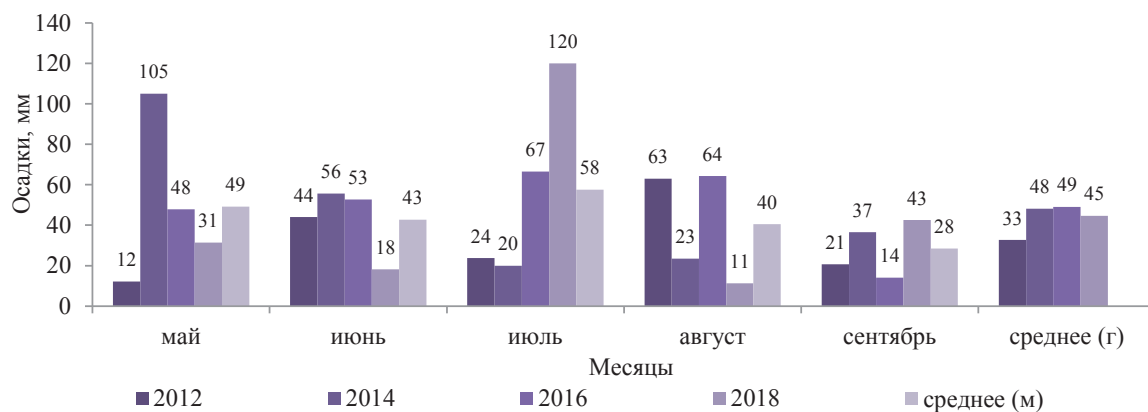


Рисунок 2. Среднемесячное количество осадков за период май – сентябрь. Данные 2012, 2014, 2016, 2018 гг.

Figure 2. Average monthly rainfall in May – September (2012, 2014, 2016, 2018)

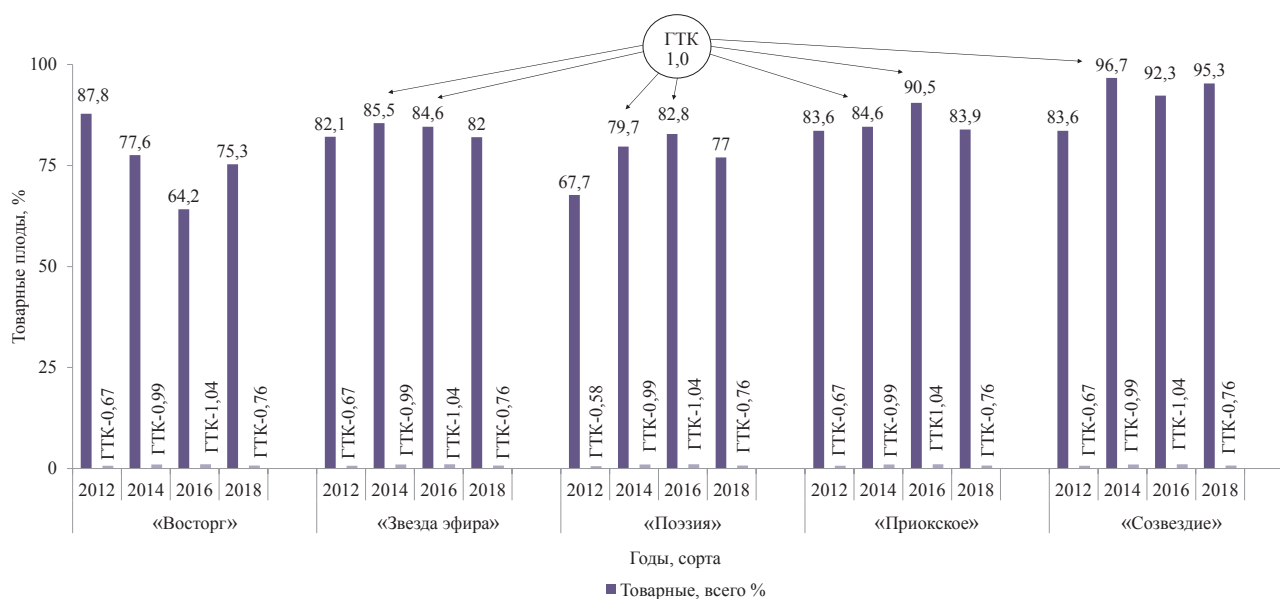


Рисунок 3. Выход товарных плодов у иммунных к парше колонновидных сортов яблони после хранения (+2 °С) в зависимости от ГТК за период май – начало сентября. Данные 2012, 2014, 2016, 2018 гг.

Figure 3. Yield of commercial scab-immune columnar apples after storage (+2°C) depending on the HTC in May – early September (2012, 2014, 2016, 2018)

Таблица 2. Влияние погодных условий за месяц перед уборкой плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони на их лежкость. Данные 2012, 2014, 2016, 2018 гг.

Table 2. Effect of weather conditions in the month before harvesting the scab-immune columnar apples on their preservation capacity (2012, 2014, 2016, 2018)

Годы исследований	Сорт	Сумма среднесуточных температур >10 °С за месяц до съема, °С	Осадки, за месяц до съема, мм	Прожолжительность хранения, сутки	Товарные, %	Отход (ФР+МЗ), %		ГТК за месяц до съема
						всего	«загар»	
2012	«Восторг»	535,4	63,0	147	87,8	12,2	0	1,18
2014		496,2	23,8	92	77,6	22,4	12,6	0,48
2016		491,6	57,6	122	64,2	35,8	2,4	1,17
2018		541,1	14,4	105	75,3	24,7	4,7	0,27
	среднее			116	76,2	23,8	4,9	0,78
2012	«Звезда эфира»	515,4	63,0	180	82,1	17,9	0	1,22
2014		496,2	23,8	131	85,5	14,5	0	0,48
2016		491,6	57,6	122	84,6	15,4	0	1,17
2018		541,1	14,4	105	82	18	0	0,27
	среднее			134	83,6	16,4	0	0,78
2012	«Поэзия»	529,8	8,6	92	67,7	32,3	20,6	0,16
2014		496,2	23,8	92	79,7	20,3	13,5	0,48
2016		491,6	57,6	122	82,8	17,2	6,4	1,17
2018		541,1	14,4	105	77	23	8,5	0,27
	среднее			103	76,8	23,2	12,2	0,52
2012	«Приокское»	515,4	63,0	172	83,6	16,4	0	1,22
2014		496,2	23,8	99	84,6	15,4	9,3	0,48
2016		491,6	57,6	122	90,5	9,5	0	1,17
2018		541,1	14,4	105	83,9	16,1	3,2	0,27
	среднее			124	85,6	14,4	3,1	0,78
2012	«Созвездие»	515,4	63,2	138	83,6	16,4	0	1,22
2014		496,2	23,8	131	96,7	3,3	0	0,48
2016		491,6	57,6	122	92,3	7,7	0	1,17
2018		541,1	14,4	105	95,3	4,7	0	0,27
	среднее			124	92,0	8,0	0	0,78

Таблица 3. Химический состав плодов новых иммунных к парше колонновидных сортов яблони на начало и конец хранения. Данные 2012, 2014, 2016, 2018 гг.

Table 3. Chemical composition of the scab-immune columnar apples at the beginning and end of storage (2012, 2014, 2016, 2018)

Годы исследований	Сорта	Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Сахаро-кислотный индекс	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	ГТК
2012	Начало хранения (ИСХ)						0,65
	«Восторг»	12,80	11,41	0,68	16,80	2,60	
	«Звезда Эфира»	14,00	12,02	0,74	16,20	3,20	
	«Поэзия»	11,80	9,82	0,62	15,80	1,60	
	«Приокское»	14,00	11,41	0,44	25,90	2,40	
	«Созвездие»	14,00	12,67	0,49	25,90	2,40	
	Среднее по сортам	13,32	11,47	0,59	20,12	2,44	
	Конец хранения (КХ)						
	«Восторг»	10,40	9,69	0,33	29,40	3,00	
	«Звезда Эфира»	12,00	9,39	0,43	21,80	4,10	
	«Поэзия»	10,60	9,69	0,30	32,30	2,40	
	«Приокское»	14,00	11,75	0,11	106,80	8,80	
	«Созвездие»	11,00	10,86	0,25	43,40	4,00	
	Среднее по сортам	11,60	10,28	0,28	46,74	4,46	
(+) – (–) % от ИСХ	-12,91	-10,37	-52,54	+132,31	+82,79		
2014	ИСХ						0,99
	«Восторг»	11,90	8,55	0,98	8,70	3,30	
	«Звезда Эфира»	12,60	10,21	0,82	12,50	6,70	
	«Поэзия»	13,00	8,99	0,82	9,80	3,40	
	«Приокское»	13,40	11,60	0,56	20,70	6,50	
	«Созвездие»	14,20	9,87	0,49	20,10	2,70	
	Среднее по сортам	13,02	9,84	0,75	14,36	4,52	
	КХ						
	«Восторг»	12,60	8,99	0,68	13,20	2,20	
	«Звезда Эфира»	11,00	9,22	0,47	19,60	4,70	
	«Поэзия»	11,20	12,48	0,68	18,3	2,60	
	«Приокское»	13,80	10,53	0,33	31,90	5,00	
	«Созвездие»	11,40	10,32	0,32	22,00	2,80	
	Среднее по сортам	12,00	10,31	0,50	21,00	3,46	
(+) – (–) % от (ИСХ)	-7,83	+4,78	-33,33	+46,24	-23,45		
2016	ИСХ						1,04
	«Восторг»	12,10	9,49	0,49	19,40	4,40	
	«Звезда Эфира»	12,40	11,94	0,48	24,90	6,20	
	«Поэзия»	11,60	10,30	0,72	14,30	4,40	
	«Приокское»	12,50	11,60	0,30	38,70	13,20	
	«Созвездие»	13,10	11,94	0,35	34,10	4,40	
	Среднее по сортам	12,34	11,05	0,47	26,28	6,52	
	КХ						
	«Восторг»	13,00	9,28	0,34	27,30	2,00	
	«Звезда Эфира»	11,00	8,91	0,32	27,80	3,40	
	«Поэзия»	12,00	8,72	0,32	27,30	2,20	
	«Приокское»	13,00	11,61	0,20	58,00	6,60	
	«Созвездие»	13,00	10,74	0,19	56,50	2,00	
	Среднее по сортам	12,40	9,85	0,27	39,38	3,24	
(+) – (–) % от (ИСХ)	+0,49	-10,86	-42,55	+49,85	-50,31		
2018	ИСХ						0,76
	«Восторг»	10,60	9,60	0,41	23,40	13,20	
	«Звезда Эфира»	14,90	11,90	0,73	16,30	12,30	
	«Поэзия»	12,50	11,20	0,57	19,60	7,90	
	«Приокское»	13,80	12,20	0,37	33,00	13,20	
	«Созвездие»	11,40	11,20	0,32	35,00	7,00	
	Среднее по сортам	12,64	11,22	0,48	25,46	10,72	
	КХ						
	«Восторг»	11,90	10,17	0,38	26,80	3,50	
	«Звезда Эфира»	12,00	10,48	0,24	43,70	2,60	
	«Поэзия»	11,60	10,20	0,40	25,50	1,80	
	«Приокское»	12,00	10,92	0,23	47,50	6,20	
	«Созвездие»	12,10	10,80	0,22	49,10	5,30	
	Среднее по сортам	11,92	10,51	0,29	38,52	3,88	
(+) – (–) % от (ИСХ)	-5,70	-6,33	-39,58	+51,30	-63,81		

«Звезда Эфира» и «Созвездие» в 2014 году, «Поэзия» и «Приокское» в 2016 году. В эти годы сложились условия близкие к оптимальному увлажнению, ГТК находился на уровне 1,0, количество выпавших осадков за период май – начало сентября (в 2014 и 2016 гг.) и составил 204,6 и 236,0 соответственно (табл. 1).

В наибольшей степени неблагоприятное воздействие на эффективную лежкость плодов оказывают недостаток осадков и избыток тепла за период 30 суток перед съемом урожая (табл. 2.). Засушливый период за месяц перед съемом плодов оказал негативное влияние на поражаемость плодов сортов «Восторг», «Поэзия» и «Приокское» физиологическим расстройством – «загаром». Так при ГТК 0,48 в 2014 году плоды сорта «Восторг» поразились «загаром» на 12,6 %, при ГТК 0,27 в 2018 году на 4,7 %. В эти годы у сорта «Приокское» отмечено поражение «загаром» у 9,3 и 3,2 % плодов соответственно. В наибольшей степени пострадал от «загара» сорт «Поэзия», плоды которого в 2012 году поразились на 20,6 % (наивысший показатель за все годы исследований) при ГТК 0,16 (сильнейшая засуха), а в 2014 году поражению было подвергнуто 13,5 % плодов при ГТК 0,48.

При ГТК 1,17 в 2016 году плоды этого сорта лишь на 6,4 % пострадали от «загара». Это свидетельствует о том, что условия увлажнения, выраженные ГТК, за месяц до уборки урожая оказывают существенное влияние на возникновение и развитие ФР «загара» в процессе хранения. Плоды сортов «Звезда Эфира» и «Созвездие» абсолютно не поражались «загаром» и весь отход у них пришелся на МЗ.

Плоды яблони имеют различные параметрические значения биохимических компонентов в зависимости от сорта и года сбора урожая [23]. Органические кислоты оказывают влияние на качественные характеристики плодов и их лежкость. Содержание органических кислот в плодах обуславливается как сортовыми особенностями, так и метеорологическими условиями вегетационного периода.

Мониторинг биохимического состава плодов (табл. 3) показал, что в среднем по сортам содержание растворимых сухих веществ в яблоках в процессе хранения в основном снижалось (исключение 2016 год). Наибольшее снижение от исходного показателя отмечалось в 2012 году при ГТК 0,65–12,9 %.

За исследуемый временной период зафиксирована тенденция изменения (в основном снижения) содержания сахаров в плодах изучаемых сортов при хранении. Общее количество сахаров повышалось, в среднем по изучаемой группе сортов, лишь в 2014 году (на 4,8 %). Это повышение объясняется большой потерей влаги плодами при дыхании во время хранения. По некоторым данным уровень сахаров в процессе хранения плодов может быть стабильным, а может повышаться или понижаться. Это зависит скорее от сортовых особенностей, чем от условий хранения [24].

Во время хранения в результате процесса дыхания, потребляющего органические (титруемые) кислоты, фиксируется значительное и прогрессирующее снижение кислотности. У всех изучаемых сортов отмечено снижение содержания органических кислот на конец хранения. Это оказывает влияние на показатели сахарокислотного индекса, от которого в значительной степени зависит вкус плодов, которые к концу хранения становятся слаще. Наибольшее снижение титруемых кислот в процессе хранения – 52,5 % от исходного уровня было в 2012 году при ГТК 0,65.

ГТК оказывает влияние на накопление аскорбиновой кислоты в плодах яблони. Засушливый 2012 год явился стрессовым для плодов яблони, что отразилось в существенном повышении уровня аскорбиновой кислоты в плодах в процессе хранения – 82,8 % от исходного показателя. В другие годы уровень аскорбиновой кислоты снижался. Меньшее снижение отмечено в 2014, 2016 годах при ГТК 0,99 и 1,04 соответственно.

### **Выводы**

В результате проведенных исследований установлено влияние метеорологических условий вегетационного периода на эффективный выход товарных плодов после их хранения. Плоды сорта «Созвездие» имели во все годы изучения наивысшую эффективную сохраняемость.

Лучшая лежкость плодов яблони фиксировалась в годы с достаточным количеством осадков в вегетационный период.

Наиболее комфортные для лежкости условия увлажнения формировались для плодов сортов «Звезда Эфира» и «Созвездие» в 2014 году, «Поэзия» и «Приокское» – в 2016 году. В эти годы сложились условия близкие к оптимальному увлажнению (ГТК находился на уровне 1,0).

На эффективную лежкость плодов в наибольшей степени оказывают неблагоприятное воздействие недостаточность осадков и избыток тепла в период за 30 суток перед съемом урожая. Плоды при таких условиях поражаются физиологическим расстройством – «загар». Сорта «Звезда эфира» и «Созвездие» абсолютно устойчивы к этому функциональному повреждению.

В среднем, по сортам содержание РСВ в плодах в процессе хранения в основном снижалось (исключение 2016 год).

Зафиксирована тенденция снижения содержания в плодах общего количества сахаров по изучаемой группе сортов в процессе хранения.

У всех сортов отмечено снижение содержания органических (титруемых) кислот на конец хранения, что оказывает положительное влияние на показатели сахарокислотного индекса. Наибольшее снижение титруемых кислот в процессе хранения – 52,5 % от исходного уровня было в 2012 году при ГТК 0,65.

Засушливый 2012 год стал стрессовым для плодов яблони. Это отразилось в чувствительном повышении уровня аскорбиновой кислоты в плодах в процессе хранения – 82,8 % от исходного показателя.

Лежкость плодов в зависимости от метеоусловий вегетационного периода имеет сортовую специфичность. Производя мониторинг погодных условий вегетационного периода и учитывая биологическую сортоспецифичность, можно использовать ГТК в качестве одного из предикторных показателей потенциальной лежкости плодов.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Благодарности**

Выражаем благодарность научным сотрудникам и лаборантам лаборатории биохимической и технологической оценки новых сортов и хранения ВНИИСПК.

#### **Conflict of interest**

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

#### **Acknowledgements**

We would like to express our deepest gratitude to the personnel of the Laboratory for Biochemical and Technological Evaluation of New Varieties and Storage (All-Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding).

#### **Список литературы**

1. Седов, Е. Н. Сорта яблони с длительной лежкостью плодов для совершенствования сортимента / Е. Н. Седов, З. М. Серова // Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 2. – С. 16–21. DOI: <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2016.2.1090>.
2. Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change / T. Sugiura, H. Ogawa, N. Fukuda [et al.] // *Scientific Reports*. – 2013. – Vol. 3. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep02418>.
3. Research progress of effects of meteorological factors on apple yield and quality / X. F. Duan, L. Zhang, F. Jin [et al.] // *Chinese Agricultural Science Bulletin*. – 2014. – № 7 – P. 33–37.
4. Impact of climate variability on apple production and diversity in Kullu valley, Himachal Pradesh / V. Sen, R. S. Rana, R. C. Chauhan [et al.] // *Indian Journal of Horticulture*. – 2015. – Vol. 72, № 1. – P. 14–20. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2015.00003.1>.
5. Singh, N. Impact of climate change on apple production in India: A review / N. Singh, D. P. Sharma, H. Chand // *Current World Environment*. – 2016. – Vol. 11, № 1. – P. 251–259. DOI: <https://doi.org/10.12944/CWE.11.1.31>.
6. Гудковский, В. А. Современные технологии хранения плодов сорта Жигулевское / В. А. Гудковский, Л. В. Кожина, В. Л. Урнев // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 3. – С. 83–91.
7. Qu, Z. Possible impact of climate change on the quality of apples from the major producing areas of China / Z. Qu, G. Zhou // *Atmosphere*. – 2016. – Vol. 7, № 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos7090113>.
8. Multivariate analysis between meteorological factor and fruit quality of Fuji apple at different locations in China / Q. Zhang, B.-B. Zhou, M.-J. Li [et al.] // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2018. – Vol. 17, № 6. – P. 1338–1347. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61826-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61826-4).
9. Никитин, А. Л. Рекомендации по длительному хранению плодов иммунных и высокоустойчивых к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК в фруктохранилищах-холодильниках (для средней полосы России) / А. Л. Никитин, М. А. Макаркина. – Орел : ВНИИСПК, 2018. – 48 с.
10. Причко, Т. Г. Влияние погодных условий на формирование устойчивости плодов яблони к развитию загара при хранении / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая // *Плодоводство и ягодоводство России*. – 2015. – Т. 41. – С. 281–292.
11. Гудковский, В. А. Повышение устойчивости плодов яблони к загару и подкожной пятнистости / В. А. Гудковский, Л. В. Кожина, Р. Б. Гучева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2017. – № 7. – С. 20–25.
12. Седов, Е. Н. Инновации в изменении генома яблони. Новые перспективы в селекции / Е. Н. Седов, Г. А. Седышева, М. А. Макаркина [и др.]. – Орел : ВНИИСПК, 2015. – 336 с.
13. Седова, З. А. Изучение лежкости плодов семечковых культур / З. А. Седова, В. А. Гудковский // *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур* / Е. Н. Седов, Т. П. Огольцова. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – С. 177–183.
14. Дементьева, М. И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении / М. И. Дементьева, М. И. Выгонский. – М. : Агропромиздат, 1988. – 231 с.
15. Variations in global temperature and precipitation for the period of 1948 to 2010 / Q. Sun, K. Dongxian, C. Miao [et al.] // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2014. – Vol. 186, № 9. – P. 5663–5679. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3811-9>.
16. Trends in indices of extreme temperature and precipitation in Iran over the period 1960–2014 / M. Rahimi, N. Mohammadian, A. R. Vanasha [et al.] // *Open Journal of Ecology*. – 2018. – Vol. 8, № 7. – P. 396–415. DOI: <https://doi.org/10.4236/oje.2018.87024>.
17. Виноградова, В. В. Волны тепла на Европейской территории России в начале XXI века / В. В. Виноградова // *Известия РАН. Серия географическая*. – 2014. – № 1. – С. 47–55.



18. Popova, E. N. Assessment of variations in the annual sum of active temperatures and total precipitation during the vegetation period in Russia and neighboring countries / E. N. Popova, I. O. Popova, M. S. Semenov // *Russian Meteorology and Hydrology*. – 2018 – Vol. 43, № 6. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068373918060092>.

19. A comprehensive overview of the spatial and temporal variability of apple bud dormancy release and blooming phenology in Western Europe / J. M. Legave, M. Blanke, D. Christen [et al.] // *International Journal of Biometeorology*. – 2013. – Vol. 57, № 2. – P. 317–331. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0551-9>.

20. Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia / A. Ikinici, M. Mamay, L. Unlu [et al.] // *Erwerbs-Obstbau*. – 2014. – Vol. 56, № 4. – P. 131–138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>.

21. Effect of changing climatic conditions on chill units accumulation and productivity of apple in mid hill sub humid zone of western himalayas, India / H. Chand, S. C. Verma, S. K. Bhardwaj [et al.] // *Current World Environment*. – 2016. – Vol. 11, № 1. – P. 142–149. DOI: <https://doi.org/10.12944/CWE.11.1.18>.

22. Кондратенко, Т. Е. Фенология яблони (*Malus domestica* Borkh.) на Киевщине в условиях изменения климата / Т. Е. Кондратенко, П. В. Кондратенко // *Сортоизучение и охрана прав на сорта растений*. – 2015. – Т. 26–27, № 1–2. – С. 49–53. DOI: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2\(26-27\).2015.55911](https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2(26-27).2015.55911).

23. Bartolini, S. Quality evaluation of local apple varieties: physicochemical and antioxidant proprieties at harvest and after cold storage / S. Bartolini, E. Ducci // *Agronomy Research*. – 2017. – Vol. 15, № 5. – P. 1866–1877. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.17.054>.

24. Storage behaviour of ‘ReINETTE du Canada’ apple cultivars Span / M. Guerra, J. B. Valenciano, V. Marcelo [et al.] // *Spanish Journal of Agricultural Research*. – 2010. – Vol. 8, № 2. – P. 440–447. DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2010082-1198>.

## References

1. Sedov EN, Serova ZM. Apple varieties with long fruit storability for the improvement of the assortment. *Horticulture and viticulture*. 2016;(2):16–21. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2016.2.1090>.

2. Sugiura T, Ogawa H, Fukuda N, Moriguchi T. Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change. *Scientific Reports*. 2013;3. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep02418>.

3. Duan XF, Zhang L, Jin F, Jianguo W, Hongjuan D. Research progress of effects of meteorological factors on apple yield and quality. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 2014;(7):33–37.

4. Sen V, Rana RS, Chauhan RC, Aditya. Impact of climate variability on apple production and diversity in Kullu valley, Himachal Pradesh. *Indian Journal of Horticulture*. 2015;72(1):14–20. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2015.00003.1>.

5. Singh N, Sharma DP, Chand H. Impact of climate change on apple production in India: A review. *Current World Environment*. 2016;11(1):251–259. DOI: <https://doi.org/10.12944/CWE.11.1.31>.

6. Gudkovsky VA, Kozhina LV, Urnew VL. Modern technology of storage of fruits of varieties of the Zhiguli. *Bulletin of Michurinsk state agrarian university*. 2016;(3):83–91. (In Russ.).

7. Qu Z, Zhou G. Possible impact of climate change on the quality of apples from the major producing areas of China. *Atmosphere*. 2016;7(9). DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos7090113>.

8. Zhang Q, Zhou B-B, Li M-J, Wei Q-P, Han Z-H. Multivariate analysis between meteorological factor and fruit quality of Fuji apple at different locations in China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2018;17(6):1338–1347. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61826-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61826-4).

9. Nikitin AL, Makarkina MA. Rekomendatsii po dlitel'nomu khraneniyu plodov immunnykh i vysokoustoychivyykh k parshe sortov yabloni selektsii VNIISPK v fruktokhranilishchakh-kholodil'nikakh (dlya sredney polosy Rossii) [Recommendations for the long-term storage of scab-immune apple varieties cultivated at the All-Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding in refrigerators (for central Russia)]. Orel: Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding; 2018. 48 p. (In Russ.).

10. Prichko TG, Chalaja LD. The influence of weather conditions on the formation of the sustainability of apple fruit to the development of sunburn during storage. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2015;41:281–292. (In Russ.).

11. Gudkovsky VA, Kozhina LV, Gocheva RB. Increase the resistance of apple fruits to sunburn and subcutaneous spotting. *Storage and Processing of Farm Products*. 2017;(7):20–25. (In Russ.).

12. Sedov EN, Sedysheva GA, Makarkina MA, Levgerova NS, Serova ZM, Korneeva SA, et al. Innovatsii v izmenenii genoma yabloni. Novye perspektivy v selektsii [Innovation in changing the genome of the apple tree. New perspectives in breeding]. Orel: Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding; 2015. 336 p. (In Russ.).


13. Sedova ZA, Gudkovskiy VA. Izuchenie lezhkosti plodov semechkovykh kul'tur [Studying the preservation capacity of pome fruit]. In: Sedov EN, Ogol'tsova TP, editors. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methodology of variety studies of fruit, berries, and nut-bearing crops]. Orel: Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding; 1999. pp. 177–183. (In Russ.).

14. Dement'eva MI, Vygon'skiy MI. Bolezni plodov, ovoshchey i kartofelya pri khranении [Diseases of fruit, vegetables, and potatoes during storage]. Moscow: Agropromizdat; 1988. 231 p. (In Russ.).


15. Sun Q, Dongxian K, Miao C, Duan Q, Yang T, Ye A, et al. Variations in global temperature and precipitation for the period of 1948 to 2010. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2014;186(9):5663–5679. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3811-9>.
16. Rahimi M, Mohammadian N, Vanasha AR, Whan K. Trends in indices of extreme temperature and precipitation in Iran over the period 1960–2014. *Open Journal of Ecology*. 2018;8(7):396–415. DOI: <https://doi.org/10.4236/oje.2018.87024>.
17. Vinogradova VV. Heat waves in the European Russia at the beginning of the 21st century. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2014(1):47–55. (In Russ.).
18. Popova EN, Popova IO, Semenov MS. Assessment of variations in the annual sum of active temperatures and total precipitation during the vegetation period in Russia and neighboring countries. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2018;43(6). DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068373918060092>.
19. Legave JM, Blanke M, Christen D, Giovannini D, Mathieu V, Oger R. A comprehensive overview of the spatial and temporal variability of apple bud dormancy release and blooming phenology in Western Europe. *International Journal of Biometeorology*. 2013;57(2):317–331. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0551-9>.
20. İkinci A, Mamay M, Unlu L, Bolat I, Ercisli S. Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*. 2014;56(4):131–138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>.
21. Chand H, Verma SC, Bhardwaj SK, Sharma SD, Mahajan PK. Effect of changing climatic conditions on chill units accumulation and productivity of apple in mid hill sub humid zone of western himalayas, India. *Current World Environment*. 2016;11(1):142–149. DOI: <https://doi.org/10.12944/CWE.11.1.18>.
22. Kondratenko TE, Kondratenko PV. Phenology of apple tree (*Malus domestica* Borkh.) in Kyiv oblast in the context of climate change. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2015;26–27(1–2):49–53. (In Ukr.). DOI: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2\(26-27\).2015.55911](https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2(26-27).2015.55911).
23. Bartolini S, Ducci E. Quality evaluation of local apple varieties: physicochemical and antioxidant proprieties at harvest and after cold storage. *Agronomy Research*. 2017;15(5):1866–1877. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.17.054>.
24. Guerra M, Valenciano JB, Marcelo V, Casquero PA. Storage behaviour of ‘Reinette du Canada’ apple cultivars Span. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2010;8(2):440–447. DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2010082-1198>.

#### Сведения об авторах

##### Никитин Андрей Леонидович


канд. сельхоз. наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической и технологической оценки новых сортов и хранения, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, п/о Жилина, тел.: +7 (4862) 42-11-39, e-mail: [nikitin@vniispk.ru](mailto:nikitin@vniispk.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0003-4627-6451>

##### Макаркина Маргарита Алексеевна


д-р сельхоз. наук, заведующая лабораторией биохимической и технологической оценки новых сортов и хранения, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, п/о Жилина, тел.: +7 (4862) 42-11-39, e-mail: [makarkina@vniispk.ru](mailto:makarkina@vniispk.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-7979-3426>

#### Information about the authors

##### Andrej L. Nikitin

Cand.Sci.(Agr.), Senior research of the Laboratory of Biochemical and Technological Evaluation of New Varieties and Storage, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Orel region, 302530, Russia, phone: +7 (4862) 42-11-39, e-mail: [nikitin@vniispk.ru](mailto:nikitin@vniispk.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0003-4627-6451>

##### Margarita A. Makarkina

Dr.Sci.(Agr.), Head of the Laboratory of Biochemical and Technological Evaluation of New Varieties and Storage, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Orel region, 302530, Russia, phone: +7 (4862) 42-11-39, e-mail: [makarkina@vniispk.ru](mailto:makarkina@vniispk.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-7979-3426>