

А.Л. Никитин, кандидат сельскохозяйственных наук
 М.А. Макаркина, доктор сельскохозяйственных наук
 Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
 РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина
 E-mail: nikitin@vniispk.ru

УДК 634.11: 631.526.32: 634.1.076: 631.563

DOI:10.30850/vrsn/2021/6/23-26

ДЕСТРУКТИВНЫЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА ЗА МЕСЯЦ ДО УБОРКИ УРОЖАЯ, УВЕЛИЧИВАЮЩИЕ ПОТЕРИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ ОТ «ЗАГАРА» ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ

Погодные условия влияют как на устойчивость плодов яблони к физиологическим расстройствам в период их хранения, так и на снижение сопротивляемости к ним. На поражение плодов, восприимчивых сортов яблони «загаром» (побурение кожицы) в конце хранения, оказывают влияние погодные условия за 30 суток перед их уборкой. При жаркой погоде днем и теплой ночью плоды поражаются сильнее. Потери возрастают если сумма среднесуточных температур $>10^{\circ}\text{C}$ за месяц до уборки превышает порог в $360\text{--}380^{\circ}\text{C}$. Анализ поражения плодов «загаром» восприимчивых к нему новых иммунных к парше колонновидных сортов яблони селекции ВНИИСПК (Восторг, Поэзия и Приокское) в конце их хранения в различные годы (2014, 2016, 2018) показал тесную зависимость этого расстройства от условий увлажнения активного периода вегетации за месяц до уборки урожая, выраженных при помощи индикатора условного баланса влаги — гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК). Зависимость поражения плодов «загаром» от уровня ГТК аппроксимирована уравнением параболы второго порядка. Получены уравнения для расчета количественных потерь плодов яблони от «загара» (в конце хранения) по гидротермическим условиям за месяц до уборки. Корреляционные отношения между эмпирически полученными и расчетными данными — от 0,99 до 1. Вершины парабол, отражающие максимальное расчетное поражение плодов «загаром» в конце хранения по отношению к осям координат, имеют максимальные пики — 11,17 (Приокское) — 15,21—15,24 % (Восторг и Поэзия соответственно) при ГТК (засушливые условия) — 0,68, 0,69 и 0,70 (Приокское, Поэзия и Восторг соответственно). Чем выше ГТК, тем ниже кривая зависимости и поражение плодов. Расчетные данные можно интерполировать, а ГТК использовать в качестве одного из предикторных индикаторов, влияющих на качество плодов во время хранения.

Ключевые слова: плодородство, яблоня, иммунитет, колонновидность, температура, осадки, гидротермический коэффициент, хранение, качество, «загар», предикторные показатели.

A.L. Nikitin, PhD in Agricultural sciences
 M.A. Makarkina, Grand PhD in Agricultural sciences
 Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding
 RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina
 E-mail: nikitin@vniispk.ru

DESTRUCTIVE HYDROTHERMAL FACTORS OF THE GROWING SEASON ONE MONTH BEFORE HARVEST, INCREASING THE LOSS OF APPLE FRUITS FROM “SUNBURN” DURING STORAGE

Weather conditions affect both the resistance of apple fruits to physiological disorders during their storage, and the decrease in resilience to them. The damage of the fruits of susceptible apple cultivars by “scald” (browning of the skin) at the end of storage is influenced by weather conditions 30 days before harvesting them. In hot weather During the hot day and warm night, the fruits are more affected by “tan”. Losses increase if the sum of the average daily temperatures $>+10^{\circ}\text{C}$ for the month before harvesting exceeds the threshold of $360\text{--}380^{\circ}\text{C}$. The analysis of the damage to the fruits by “scald” of susceptible new scab-immune columnar apple cultivars of the VNIISP breeding — Vostorg, Poesia and Priokskoye at the end of their storage in various years (2014, 2016, 2018) showed a close dependence of this disorder on the conditions of humidification of the active growing season a month before harvest, expressed using the indicator of the conditional moisture balance, i.e. Selyaninov hydrothermal coefficient (SHC). The damage to fruits by “sunburn” directly depends on the level of SHC. The dependence is approximated by the second-order parabola equation. The equations for calculating the quantitative losses of apple fruits from “scald” (at the end of storage) under hydrothermal conditions for a month before harvesting are obtained. The correlation relations between the empirically obtained and calculated data are from 0.99 to 1. The tops of the parabolas reflecting the maximum calculated damage of fruits by “scald” at the end of storage in relation to the coordinate axes have maximum peaks — from 11.17 (Priokskoye) to — 15.21—15.24 % (for Vostorg and Poesia, respectively) with a SHC corresponding to dry conditions — 0.68; 0.69 and 0.70 (Priokskoye, Poesia and Vostorg, respectively). The higher the SHC, the lower the dependence curve and the damage to the fruits by “scald”. The calculated data can be interpolated, and the SHC can be used as one of the predictor indicators that affect the quality of fruits during storage.

Key words: fruit growing, immunity, columnar habit of trees, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, storage, quality, “scald”, predictor indicators.

При длительном хранении плодов яблони возникают потери от скрытых физиологических расстройств, которые не обнаруживаются при уборке урожая и на начальных этапах его хране-

ния. К таковым относят: «загар» (поверхностное побурение кожицы), подкожную пятнистость (горькая ямчатость), побурение мякоти и другие. Их развитие возможно снизить, но нельзя исклю-

чить созданием оптимальных условий хранения, так как они обусловлены внутренним состоянием плодов. [2, 3]

Потери от «загара» при длительном (до 6...8 мес.) хранении плодов, восприимчивых к нему сортов яблони, могут достигать 40...50 % и более. Устойчивость яблочек к этому расстройству определяется в первую очередь генотипом сорта.

Метеоусловия вегетационного и активного периода за 30 суток до уборки способствуют интенсивности или замедлению функционирования механизмов накопления питательных веществ в плодах, определяющих их пищевые качества, а также влияют на сроки их созревания, лежкость и поражаемость физиологическими расстройствами: «загаром», низкотемпературным ожогом, побурением сердцевинки и другими. [1, 4] Для стабильной и качественной сохранности плодов необходимо, чтобы период вегетации проходил при равномерном выпадении осадков без резких атмосферных колебаний температуры. При очень жаркой погоде с обильными осадками перед началом съема плоды быстрее созревают и одновременно значительно ухудшаются условия, формирующие их устойчивость к «загару».

Чем выше температура за месяц перед уборкой днем и ночью, тем вероятнее поражение плодов «загаром». Потери увеличиваются, если за этот период сумма температур превышает 360...380°С. [5, 6]

На основе значения гидротермического коэффициента (ГТК — индикатор условного баланса влаги) за месяц до уборки плодов и подбора аналитической аппроксимирующей функции, заданной уравнением, наилучшим образом описывающей экспериментально установленную из опыта функциональную зависимость (поражение плодов «загаром» при хранении), можно не только интерполировать эмпирически полученные данные в пределах диапазона значений, но и экстраполировать их за его пределы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на участках первичного сортоизучения (сбор плодов для хранения), в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения (обработка и анализ полученных данных), в научной камере промышленного холодильника (изучение лежкости плодов) Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур по общепринятым методикам [7] в 2014, 2016 и 2018 годах. Объекты исследований — новые иммунные к парше колонновидные сорта яблони селекционного института — *Восторг*, *Поэзия* и *Приокское*, у которых выявлена генетическая предрасположенность к поражению плодов «загаром». Индикатор условного баланса влаги — ГТК Сеянинова (1,0...1,4 — оптимальное увлажнение, > 1,4 — избыточное, < 1,0 — засуха).

Температура и относительная влажность воздуха в холодильной камере 2°С и 85...90 % соответственно.

Полученные данные обрабатывали с помощью программ Microsoft Excel и Graphical Analysis 3.1.

Таблица 1.
Гидротермические условия (за месяц до уборки)

Год	Период съема плодов	Сумма среднесуточных температур >10° С, °С	Осадки, мм	ГТК
2014	I декада сентября	496,2	23,8	0,480
2016	II декада сентября	491,6	57,6	1,172
2018	То же	541,1	14,4	0,266

Таблица 2.
Уравнения для расчета количественных потерь плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони от «загара» (на конец хранения) по гидротермическим условиям за месяц до уборки (ГТК — 0,266...1,172)

Сорт	Уравнение	Коэффициент достоверности R ²
<i>Восторг</i>	$y = -56,678x^2 + 78,964x - 12,294$	1
<i>Поэзия</i>	$y = -37,757x^2 + 51,998x - 2,66$	1
<i>Приокское</i>	$y = -46,347x^2 + 63,127x - 10,322$	1

Таблица 3.
Сравнение определенных эмпирических (визуальная ревизия) и статистических (расчетные значения) показателей потерь плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони от «загара» по величине ГТК (за месяц до уборки)

Сорт	Поражение плодов «загаром» по годам и ГТК, %			Среднее за три года	Корреляция
	2014	2016	2018		
<i>Восторг</i>	0,480	1,172	0,266	6,55	1,00
	12,55	2,40	4,70	6,550013	
<i>Поэзия</i>	0,480	1,172	0,266	9,51	0,99
	13,60	6,42	8,50	9,506336	
<i>Приокское</i>	0,480	1,172	0,266	4,16	0,99
	9,30	0	3,19	4,164137	
Среднее по сортам	0,480	1,172	0,266	6,74	
	11,82	2,94	5,46	6,740162	
11,816850 2,940135 5,463501 6,740162					

Примечание. Числитель — визуальная ревизия (в конце хранения), знаменатель — расчетные значения.

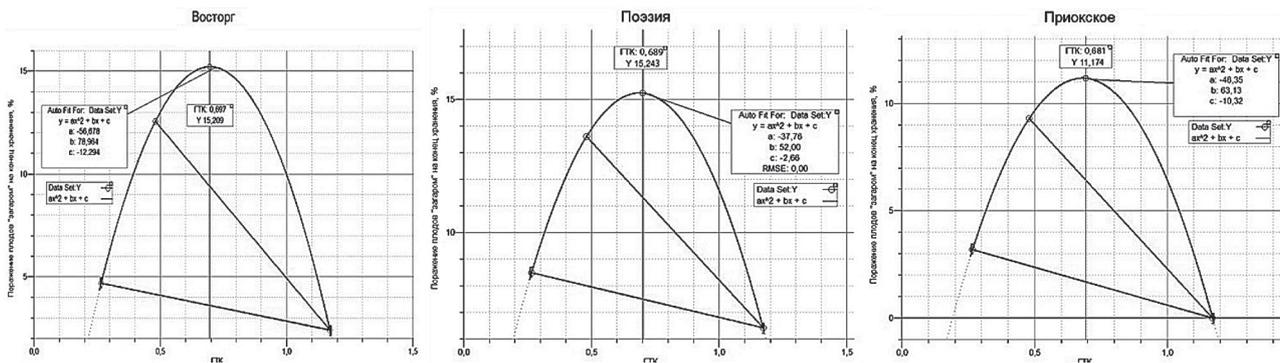
Таблица 4.
Расчетные значения максимального поражения плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони «загаром» в конце хранения и соответствующий ГТК

Сорт	Расчетные значения по оси симметрии параболы	
	максимальное поражение	соответствующий ГТК
<i>Восторг</i>	15,209	0,697
<i>Поэзия</i>	15,243	0,689
<i>Приокское</i>	11,174	0,681

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метеоусловия активных периодов вегетации (за месяц до уборки урожая) по сезонам исследований разнообразны. ГТК в 2016 году был равен 1,172 (начальный уровень оптимального увлажнения), а в 2014 и 2018 — 0,480 и 0,266 соответственно (засуха) (табл. 1).

Установлено, что наивысший уровень достоверности аппроксимации (коэффициент детерминации)



Зависимости расчетных потерь плодов яблони иммунных к парше колонновидных сортов от ГТК за месяц до уборки (2014, 2016, 2018 годы).

равный 1, имеет полиномиальный тип линии тренда второй степени. Высокие коэффициенты по сортам говорят об абсолютно достоверной полученной модели, практически полностью исключающей погрешности.

Количественная зависимость потерь плодов яблони от «загара» гидротермическим коэффициентом аппроксимирована уравнением параболы в виде квадратичной функции:

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (1)$$

где y – зависимая переменная (количественные потери плодов от «загара», %), x – независимая переменная (ГТК за месяц до уборки), a, b, c – расчетные коэффициенты, изменяющиеся по сортам (табл. 2).

В таблице 3 представлены показатели количественных потерь плодов яблони от «загара» полученные эмпирическим путем в конце хранения, с помощью расчетов по уравнениям, приведенным в таблице 2. Корреляция между показателями – от 0,99 (*Поэзия* и *Приокское*) до 1,00 (*Восторг*). Величины средних показателей за три года при визуальных ревизиях и расчетные – практически одинаковы. В конце хранения плодов в холодильной камере было отмечено, что ГТК за месяц до уборки плодов из сада влияет на их поражение «загаром» по сортам.

В расчетных показателях потерь плодов от «загара» в зависимости от ГТК в конце хранения также наблюдалась четкая тенденция. Кривые парабол (см. рисунок), отражающие потери плодов от «загара», по отношению к координатным осям, возрастают до максимальных значений при ГТК – 0,68...0,70.

Деструктивно-максимальные расчетные значения поражения плодов «загаром» находятся на пересечении оси симметрии на вершинах парабол. Вершины парабол показывают, что максимальные значения поражения плодов «загаром» – от 11,17 (*Приокское*) до 15,21...15,24 (*Восторг* и *Поэзия*) соответствуют максимальным расчетным значениям ГТК 0,68, 0,69 и 0,70 (*Приокское*, *Поэзия* и *Восторг* соответственно).

Расчетные максимальные значения поражения плодов «загаром» в конце хранения, учитывающие характер поражения, выражаемый параболической

связью, получены по формулам вида (2) и (3) и представлены в таблице 4.

$$y = \frac{4ac - b^2}{4a} \quad (2)$$

$$x = -\frac{b}{2a} \quad (3)$$

Значения увлажнений, при которых «загар» снижается до минимума, находятся близко к оптимальным и начинаются от ГТК – 1,10.

Таким образом, в результате проведенных исследований как эмпирически, так и расчетным способом, установлено влияние метеорологических условий за месяц до уборки плодов сортов, генетически предрасположенных к физиологическим расстройствам, на их поражаемость «загаром» в процессе хранения.

Наиболее удовлетворительные условия, обеспечивающие минимальное поражение плодов «загаром» сложились в 2016 году (среднее – 2,94 % при оптимальном ГТК – 1,172).

На основе аппроксимирующей аналитической функции с постоянными для каждого сорта коэффициентами можно делать будущие интерполяционные прогнозы без использования непосредственной эмпирической ревизии поражения плодов «загаром», рассчитав только ГТК за конкретный период.

Расчетный способ позволяет корректировать лабораторные, эмпирически полученные данные, и определить к какой группе принадлежит каждый исследуемый сорт по его восприимчивости к физиологическому расстройству «загару» в зависимости от условий увлажнения конкретного вегетационного периода.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гудковский, В.А. Система сокращения потерь и сохранения качества плодов и винограда при хранении: методические рекомендации / В.А. Гудковский // Мичуринск, 1990. – 120 с.
2. Корнилов, И.И. Прогнозирование сроков хранения яблок / И.И. Корнилов // Садоводство и виноградарство. – 1990. – № 8. – С. 18–19.
3. Кравцов, С.А. Лежкоспособность плодов и способы ее диагностики / С.А. Кравцов // Агропромышленное

- производство: Опыт, проблемы и тенденция развития. – 1991. – Сер. 2. – № 4. – С. 27–33.
4. Криворот, А.М. Технологии хранения плодов / А.М. Криворот // Ин-т плодоводства Нац. акад. наук Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – 262 с.
 5. 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.
 6. Никитин, А.Л. Хранение яблок: прошлое, настоящее, будущее. / А.Л. Никитин, М.А. Макаркина // Орел: ВНИИСПК, 2020. – 314 с.
 7. Седова, З.А. Изучение лежкости плодов семечковых культур / Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур // З.А. Седова, В.А. Гудковский // Под общ. ред. Е.Н. Седов, Т.П. Огольцова. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 177–183.
 2. Kornilov, I.I. Prognozirovanie srokov hraneniya yablok / I.I. Kornilov // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 1990. – № 8. – S. 18–19.
 3. Kravcov, S.A. Lezhkosposobnost' plodov i sposoby ee diagnostiki / S.A. Kravcov // Agropromyshlennoe proizvodstvo: Opyt, problemy i tendenciya razvitiya. – 1991. – Ser. 2. – № 4. – S. 27–33.
 4. Krivorot, A.M. Tekhnologii hraneniya plodov / A.M. Krivorot // In-t plodovodstva Nac. akad. nauk Belarusi. – Minsk: IVC Minfina, 2004. – 262 s.
 5. Nikitin, A.L. Vliyanie meteouslovij na lezhkost' plodov immunnyh k parshe kolonnovidnyh sortov yabloni / A.L. Nikitin, M.A. Makarkina // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv. – 2019. – T. 49. – № 4. – S. 545–554.
 6. Nikitin, A.L. Hranenie yablok: proshloe, nastoyashchee, budushchee. / A.L. Nikitin, M.A. Makarkina // Orel: VNIISPК, 2020. – 314 s.
 7. Sedova, Z.A. Izuchenie lezhkosti plodov semechkovyh kul'tur / Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur // Z.A. Sedova, V.A. Gudkovskij /// Pod obshch. red. E.N. Sedov, T.P. Ogol'cova. – Orel: VNIISPК, 1999. – S. 177–183.

LIST OF SOURCER

1. Gudkovskij, V.A. Sistema sokrashcheniya poter' i sohraneniya kachestva plodov i vinograda pri hranenii: metodicheskie rekomendacii / V.A. Gudkovskij // Michurinsk, 1990. – 120 s.