

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ДИАГНОСТИКИ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА СЪЕМА ПЛОДОВ ЯБЛОНИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОКА

И.А. Сидорова , к.с.-х.н.

Н.С. Левгерова, д.с.-х.н.

Е.С. Салина, к.с.-х.н.

ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жулина, sidorova@vniispk.ru

Аннотация

В качестве показателей технической степени зрелости яблок для сока изучали йодкрахмальную пробу (ЙКП), твердость плодов, содержание в них растворимых сухих веществ (РСВ) и титруемых кислот. Работа проводилась на 11 иммунных к парше сортах яблони селекции ВНИИСПК. Установлено, что значения ЙКП значительно варьируют по годам. Только у сортов Солнышко, Рождественское, Орловим и Памяти Хитрово изменчивость значений ЙКП можно считать умеренной. Для данных сортов применение ЙКП как показателя технической зрелости плодов не исключено. У всех других сортов она высокая, что свидетельствует о зависимости данного показателя от многих условий и ненадежности использования ЙКП в качестве индикатора технической степени зрелости для сока. Умеренные расхождения в значениях плотности мякоти в годы исследований у сортов говорят о достаточной надежности данного показателя при определении технической степени зрелости для сока и возможности его использования как показателя технической зрелости плодов для сока. Показатель РСВ для большинства сортов был достаточно стабилен в оптимальный срок съема и свидетельствовал о незначительной степени варьирования ($V \leq 10\%$) за исключением сортов Памяти Хитрово, Имрус и Антоновка обыкновенная, у которых отмечена средняя степень изменчивости данного показателя ($10\% < V \leq 20\%$). На основании этого содержание РСВ в плодах – достаточно надежный способ определения технической степени зрелости для сока. Содержание титруемых кислот – лабильный показатель, характеризующийся более высокой степенью изменчивости ($V > 20\%$), чем содержание РСВ, вследствие чего оно не является стабильным показателем из-за значительной зависимости от условий вегетации и не может служить надежным индикатором технической степени зрелости для сока. Полученные данные показали, что наиболее достоверными показателями технической степени зрелости плодов яблони для сока являются плотность тканей плодов (4,4...8,6 кг/см) и содержание РСВ (10% и выше).

Ключевые слова: яблоня, сорта, сок, техническая степень зрелости для сока, йодкрахмальная проба, твердость плодов, растворимые сухие вещества, титруемая кислотность

SOME WAYS TO DIAGNOSE THE OPTIMAL TIME OF HARVESTING APPLES FOR JUICE PRODUCTION

I.A. Sidorova , cand. agr. sci.

E.S. Salina, cand. agr. sci.

N.S. Levgerova, doc. agr. sci.

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPK, sidorova@vniispk.ru

Abstract

The iodine starch sample (ISS), the density of the fruit, the content of soluble solids (SS) and titratable acids were studied as indicators of the technical degree of maturity of apples for juice. The work was carried out on 11 scab-immune apple varieties of VNIISPK breeding. It has been found that ISS values significantly vary by years. Only in 'Solnyshko', 'Rozhdestvenskoye', 'Orlovim' and 'Pamiaty Khitrovo' the variability of ISS values can be considered to be temperate. For these apple varieties the use of ISS as an indicator of the technical maturity of fruits is not excluded. In all other varieties, it is high, indicating the dependence of this indicator on many conditions and the unreliability of ISS use as an indicator of technical maturity for juice. Moderate differences in the values of the density of the pulp in the courses of the study in varieties indicate sufficient reliability of this indicator in determining the technical degree of maturity for juice and the possibility of its use as an indicator of the technical maturity of the fruit for juice. The SS indicator for most varieties was stable enough at the optimum time of harvesting and testified to a slight degree of variation ($V \leq 10\%$) with the exception of 'Pamiaty Khitrovo', 'Imrus' and 'Antonovka Obyknoennaya', which were characterized by an average degree of variability of this indicator ($10\% \leq V \leq 20\%$). On this basis, the content of SS in the fruit is a fairly reliable way to determine the technical degree of maturity for the juice. The content of titratable acids is the labile index that is characterized by a higher degree of variability ($V > 20\%$) than the SS content, so that it is not a stable indicator due to the significant dependence on the conditions of vegetation and can not serve as a reliable indicator of the technical degree of maturity for juice. The obtained data showed that the most reliable indicators of the technical degree of maturity of apples for juice are the density of fruit tissues (4.4—8.6 kg / cm) and the SS content (10% and above).

Key words: apple, varieties, juice, technical degree of maturity for juice, iodine starch sample, density of fruit, soluble solids, titratable acidity

Введение

Яблоня является основным видом сырья для соковой отрасли в России. При производстве сока должны использоваться плоды специально подобранных сортов с четко выраженными признаками определенной технической зрелости, которая позволяет получать продукт высокого качества с минимальным процентом отходов (Даскалов и др., 1969; Причко, 2001; 2002).

Срок наступления технической зрелости яблок для переработки на сок разными авторами трактуется по-разному. Е.П. Франчук (1986) считает, что для переработки на сок техническая зрелость близка к потребительской. Аналогичных взглядов придерживается

Ю.Г. Скрипников (1988), по мнению которого плоды для сока должны быть полностью вызревшими. Некоторые источники сообщают, что для яблок и груш техническая зрелость наступает на 2...3 дня позже съемной, когда плоды еще несколько не дозрели. К этому времени в плодах количество сахара становится максимально возможным, титруемая кислотность сохраняется на оптимальном уровне, содержание растворимого пектина в мякоти минимально, мякоть сохраняет твердость. Переработка такого сырья обеспечивает хороший выход сока с небольшим содержанием осадка, и сок легко осветляется (Глазунов, Царану, 1988). По другим данным техническая зрелость яблок, предназначенных для получения сока, наступает на 10...12 дней раньше съемной (пищевой) зрелости. В таких плодах содержится максимальное количество кислот и сахара и минимальное растворимого пектина. При переработке такого сырья получается наибольший выход хорошего сока (Шашилова, Федина, 1988). В ГОСТ 27572-2017 «Яблоки свежие для промышленной переработки» техническая зрелость яблок определяется как степень зрелости, при которой они достигают оптимальных технологических свойств для переработки на определенные продукты. Техническая зрелость соответствует фазе развития плода, в которой он может быть переработан, то есть в этой стадии зрелости плоды обладают высокими технологическими качествами для их переработки на соответствующие продукты. По мнению А.М. Криворот (2007), техническая зрелость плодов, предназначенных для сока, должна характеризоваться максимальной сокоотдачей. Таким образом, техническая степень зрелости плодов для производства сока должна характеризоваться оптимальным сочетанием технологических показателей для данного вида продукта – это высокий выход сока и высокие пищевые и вкусовые его качества.

Несмотря на то, что техническая степень зрелости плодов является важной технологической характеристикой сорта, исследования по определению оптимальной технической зрелости яблок для производства сока практически отсутствуют.

В связи с этим целью исследований было изучить показатели технической степени зрелости яблок для сока несколькими способами и выделить из них наиболее достоверные.

Материалы и методика исследований

Объектами исследований были иммунные к парше сорта яблони селекции ВНИИСПК: Орловим, Юбиляр – летнего срока созревания; Зарянка, Солнышко – осеннего срока созревания; Болотовское, Веняминовское, Имрус, Кандиль орловский, Памяти Хитрово, Рождественское, Свежесть – зимнего срока созревания. В качестве контроля использовался сорт Антоновка обыкновенная.

Плоды указанных сортов снимались в 3 срока с интервалами в 200°C, начиная с накопления суммы активных температур (выше 5°C) 1800...2000°C (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Мичуринск, 1973).

Определялись следующие показатели степени зрелости:

плотность мякоти (твердость) – на 20 плодах пенетрометром типа «Салгирка» с площадью стержня 4,5 мм² (Широков, 1988);

йодкрахмальная проба (ЙКП) – на 10 плодах путем окрашивания поперечного среза плода, помещенного на 5...10 секунд в раствор йода в йодистом калии. Интенсивность развивающейся при этом в течение 1...2 минут синей окраски оценивается в баллах: 0 – отсутствие окрашивания; 1 – слабое окрашивание под кожицей; 2 – большая часть

мякоти не окрашена; 3 – светлые пятна за пределами сердечка; 4 – появление светлых участков у семенного гнезда; 5 – весь срез окрашен в синий цвет (Целуйко, 1969);

Биохимические показатели плодов (после съема) изучались по общепринятым методикам (Ермаков, 1987; ГОСТ 8756.0-70):

массовая доля растворимых сухих веществ (PCB) – рефрактометром типа РПЛ-3 (ГОСТ ISO 2173-2013);

массовая доля титруемых кислот (общая кислотность) – титрованием водной вытяжки 0,1 N раствором гидроксида натрия (ГОСТ ISO 750-2013);

Экспериментальные данные обрабатывались методами вариационной статистики согласно руководству В.А. Доспехова (1985), с помощью программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Проведенные опыты показали, что значения ЙКП значительно варьируют по годам (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели оптимальной технической степени зрелости яблок для сока при различных способах определения (в среднем за 2011...2014 гг.)

Сорт	ЙКП (баллы)		Твердость, кг/см ³		PCB, %		Кислотность, %	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	V, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	V, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	V, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	V, %
Орловим	3,8±0,49	22,2	6,1±0,21	6,0	11,0±0,49	7,7	0,96±0,07	12,9
Юбиляр	2,6±1,00	70,8	4,6±1,08	40,2	11,3±0,27	4,2	0,90±0,05	10,5
Зарянка	1,9±0,64	47,4	6,9±0,0	0,0	13,0±0,57	6,2	0,72±0,20	38,9
Солнышко	3,2±0,24	15,1	5,7±0,39	13,8	13,3±0,11	1,6	1,04±0,12	24,0
Памяти Хитрово	2,1±0,28	22,4	4,9±0,57	20,2	13,8±0,93	11,7	0,99±0,08	14,5
Кандиль орловский	2,4±0,31	25,5	5,3±0,36	13,8	11,9±0,47	7,9	0,76±0,10	23,7
Болотовское	2,1±0,86	71,7	8,0±1,23	26,5	12,9±0,11	1,5	0,49±1,4	49,7
Имрус	2,6±0,98	65,6	5,9±0,85	24,7	12,3±0,79	11,1	0,80±0,06	12,5
Веньяминовское	2,5±0,45	31,5	4,4±0,43	16,7	14,3±0,58	7,0	0,60±0,08	24,2
Рождественское	2,4±0,25	18,0	4,5±0,51	19,4	12,5±0,24	3,3	0,53±0,02	6,3
Свежесть	2,2±0,52	40,1	8,6±0,31	6,2	12,0±0,52	7,0	0,85±0,07	13,4
Антоновка обыкновенная (к)	2,4±0,40	28,5	7,0±0,71	17,6	11,3±1,03	15,9	1,11±0,16	25,7

Так, для летнего сорта Орловим в 2011 и 2013 гг. при максимальном выходе сока ЙКП имела значения 3,5 и 3,0 балла соответственно, а в 2012 г. ее значение составило 5,0 баллов, что характерно для незрелых плодов (рисунок 1).

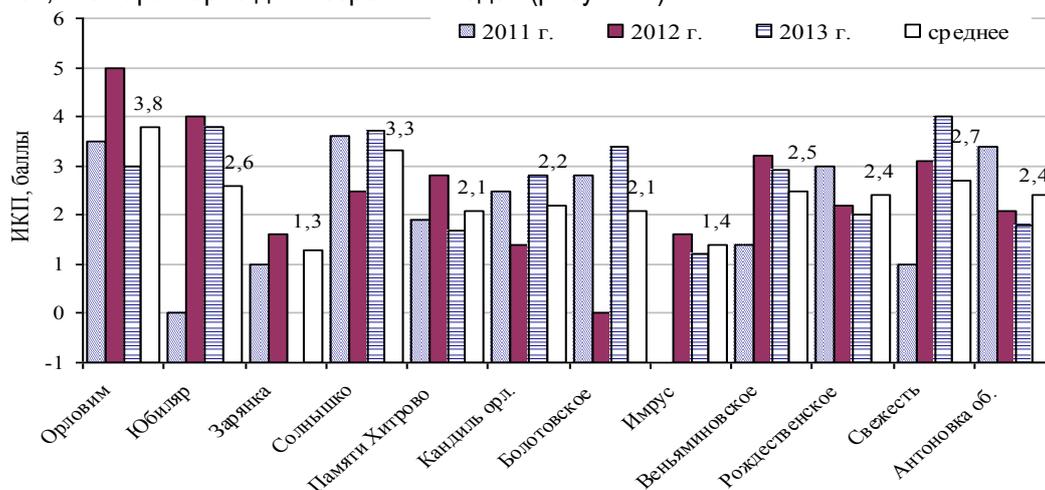


Рисунок 1 – Динамика значений йодкрахмальной пробы яблок при максимальном выходе сока в годы исследований

Среднее значение показателя ЙКП плодов сорта Юбиляр составило 2,6 балла, при этом в 2012 г. данный показатель был равен 4,0 баллам, в 2013 г. – 3,8 баллам, а в 2011 г. – 0 баллам, что фактически свидетельствовало о перезревании.

Значение ЙКП у плодов осеннего сорта Зарянка составило в 2011 г. 2,8 балла и в 2012 г. 1,0 балла. Практически на одном уровне было значение ЙКП у плодов сорта Солнышко в 2011 и в 2013 гг. – 3,6 и 3,7 балла соответственно, но в 2012 г. оно составило 2,5 балла.

Значение ЙКП плодов зимнего сорта Памяти Хитрово в 2011 и в 2013 гг. составило 1,9 и 1,7 балла соответственно, в 2012 г. – 2,8 балла. У плодов сорта Кандиль орловский в 2011, 2013 и 2014 гг. ЙКП имела значения 2,5; 2,8 и 3,0 балла соответственно, в 2012 г. – 1,4 балла.

ЙКП, как показатель технической зрелости для сока, для плодов сорта Болотовское, по нашему мнению, не может использоваться, так как при максимальном выходе сока значительно различалась по годам: 2,8 балла в 2011 г., 0 баллов в 2012 г. и 3,4 балла в 2013 г. У сорта Имрус отмечено незначительное варьирование значений ЙКП в 2012 и 2013 гг. – 1,6 и 1,2 балла соответственно. В 2014 г. данный показатель составил 5,0 балла.

Значение ЙКП у плодов сорта Веньяминовское в 2011 г. было 1,4 балла, в 2012 и в 2013 гг. – 3,2 и 2,9 балла соответственно. Близкие значения по показателю ЙКП имели плоды сорта Рождественское: в 2012 и 2013 гг. – 2,2 и 2,0 балла соответственно, однако в 2011 г. проба имела значение 3,0 балла. ЙКП в годы исследований у плодов сорта Свежесть отличалась значительным варьированием: в 2011 г. – 1,0 балла, в 2012 г. – 3,1 балла и в 2013 г. – 2,6 балла, среднее значение 2,2 балла. У плодов контрольного сорта Антоновка обыкновенная в 2012 и 2013 гг. отмечены близкие значения ЙКП: 2,1 и 1,8 балла соответственно при среднем значении 2,4 балла, но в 2011 г. проба составила 3,4 балла.

При рассмотрении средних значений ЙКП у летних, осенних и зимних сортов отмечена тенденция ее уменьшения: 4,9 балла (летние) → 2,6 балла (осенние) → 2,3 балла (зимние).

Проведенные исследования показали, что показатель ЙКП не был стабильным в годы исследований (таблица 1). Только у сортов Солнышко, Рождественское, Орловим и Памяти Хитрово изменчивость значений ЙКП можно считать умеренной. Для данных сортов применение ЙКП как показателя технической зрелости плодов не исключено. У всех других сортов она высокая, что свидетельствует о зависимости данного показателя от многих условий и ненадежности использования ЙКП в качестве индикатора технической степени зрелости для сока.

Плотность мякоти плодов уменьшается в процессе созревания, что связано с гидролизом пектина в клеточных стенках (Сапожникова, 1965; Губашиев, 2003). Этот показатель во многих странах является критерием степени зрелости (Седов и др., 2010; Williams, Benkeblia, 2018). Зафиксированные значения плотности мякоти плодов при максимальном выходе сока в годы исследований для разных сортов характеризовались разной степенью изменчивости. Так, для сортов Зарянка, Орловим, Свежесть величина плотности мякоти в период максимальной сокоотдачи была стабильной. Для сортов Солнышко, Кандиль орловский, Веньяминовское, Антоновка обыкновенная, Рождественское, Памяти Хитрово плотность мякоти в период максимальной сокоотдачи отличалась средней степенью изменчивости. Умеренной изменчивостью плотности мякоти по годам характеризовались сорта Имрус и Болотовское. Высокая вариабельность плотности мякоти в годы исследования отмечена лишь у сорта Юбиляр (таблица 1). Таким образом, умеренные расхождения в значениях плотности мякоти в годы исследований у ряда сортов говорят о достаточной надежности данного показателя как индикатора

технической степени зрелости для сока. Поэтому при определении оптимальной степени зрелости плодов для сока значение плотности мякоти, по нашему мнению, может использоваться как показатель технической зрелости плодов для сока.

В соответствии с ГОСТ 27572-87 «Яблоки свежие для промышленной переработки» в условиях Центральной России яблоки, предназначенные для переработки, в том числе для сока, должны содержать не менее 10% РСВ – летние сорта, и не менее 12% – осенние и зимние сорта. В результате трехлетних исследований выявлено, что в установленные сроки съема для получения максимального выхода сока яблоки соответствовали требованиям стандарта по содержанию РСВ.

Показатель РСВ для большинства изучавшихся сортов достаточно стабилен в оптимальный срок съема: в плодах летних сортов находился в пределах от 10,4...12,2%, степень варьирования незначительная ($V \leq 10\%$), для осенних сортов от 12,2 до 13,8% и низкой степенью варьирования ($V \leq 10$). Среди зимних сортов показатель РСВ варьировал незначительно ($V \leq 10$), за исключением сортов Памяти Хитрово (13,2...16,0%), Имрус (10,4...13,6%) и контрольного сорта Антоновка обыкновенная (8,80...13,0%), у которых отмечена средняя степень изменчивости данного показателя ($10\% < V \leq 20\%$) (таблица 1).

Результаты исследований показали, что для определения технической степени зрелости для сока и установления срока съема, гарантирующего высокий выход сока и его соответствие нормативным документам, определение содержания РСВ в нем достаточно надежный способ, так как высокое накопление РСВ, как правило, совпадает со способностью плодов максимально отдавать сок

Степень зрелости плодов по-разному влияет на содержание кислот. При созревании общая кислотность снижается. Погодные условия также влияют на содержание кислот: чем больше осадков за вегетационный период, тем выше кислотность плодов (Даскалов и др., 1969; Шобингер, 2004).

Проведенные исследования показали, что содержание титруемых кислот у летнего сорта Орловим различалось по годам: при среднем содержании 0,96% составило 0,80...1,10% (таблица 1). При максимальном выходе сока содержание кислот у плодов летнего сорта Юбиляр варьировало от 0,81% до 1,03% при среднем значении 0,90%. Высокое содержание титруемых кислот зависит от погодных условий: чем больше количество осадков в вегетационный период, тем выше кислотность плодов.

Вегетационный период в 2011 г. был более влажным, чем в другие годы, что и отразилось на содержании кислот плодов сорта Орловим. Однако у сорта Юбиляр максимальное содержание кислот в плодах отмечено в более засушливый год.

Содержание титруемых кислот в плодах осеннего сорта Зарянка довольно сильно варьировало: при максимальном выходе сока в 2011 г. содержание кислот составило 0,96%, в 2012 г. – 0,44%. В плодах сорта Солнышко содержание титруемых кислот составило 1,30% (2013 г.) и 0,64% (2012 г.) при среднем значении 1,04%. В плодах сорта Зарянка высокая кислотность отмечена в период вегетации с избыточным увлажнением (2011 г.), а в плодах сорта Солнышко – в более засушливый период.

Содержание кислот в плодах сортов зимнего срока созревания также сильно изменялось по годам. Так, для сорта Памяти Хитрово титруемая кислотность в технической стадии зрелости плодов при среднем значении 0,99% варьировала по годам в пределах 0,86...1,19%. При максимальном выходе сока содержание кислот у плодов сорта Кандиль орловский варьировало 0,51...0,99%, в среднем же составило 0,76%. В плодах сортов Памяти Хитрово и Кандиль орловский более высокое содержание титруемых кислот отмечено в менее увлажненные периоды вегетации (2013 и 2014 гг.). В плодах сортов

Болотовское, Имрус, Веняминовское, Свежесть и Антоновка обыкновенная более высокое содержание титруемых кислот наблюдалось в дождливые вегетационные периоды.

Данные таблицы 1 показывают, что содержание титруемых кислот лабильный показатель, характеризующийся более высокой степенью изменчивости, чем содержание РСВ ($V > 20\%$). Наиболее стабильной была кислотность плодов сорта Рождественское ($V \leq 10\%$). Умеренная вариабельность содержания титруемых кислот отмечена у сортов Юбиляр, Имрус, Орловим, Свежесть, Памяти Хитрово.

В целом же титруемая кислотность не является стабильным показателем из-за значительной зависимости от условий вегетации и не может служить надежным индикатором технической степени зрелости для сока.

Выводы

Сравнительная оценка ряда способов определения технической степени зрелости яблок для сокового производства показала, что единого объективного метода определения данного показателя нет, поскольку многие критерии наступления технической зрелости яблок для сока зависят от биологических особенностей сорта и погодных условий. Наиболее достоверными показателями технической степени зрелости плодов яблони для сока являются плотность тканей плодов (4,4...8,6 кг/см) и содержание РСВ (10% и выше).

Литература

1. Даскалов П., Асланян Р., Тенов Р., Живков М., Баяджиев Р. Плодовые и овощные соки (перевод с болгарского). М.: Пищевая промышленность, 1969. 424 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. ГОСТ 27572-2017 Межгосударственный стандарт. Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 8 с.
4. ГОСТ 8756.0-70 Продукты пищевые консервированные. Отбор проб и подготовка их к испытанию. М: Стандартинформ, 2010. 8 с.
5. ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. М.: Стандартинформ, 2014. 8 с.
6. Глазунов А.И., Царану И.Н. Технология вин и коньяков. М.: Агропромиздат, 1988. С. 342.
7. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
8. Криворот А.М. Рекомендации по организации и проведению уборки плодов семечковых культур в интенсивных насаждениях. [Электронный ресурс] URL: <http://asprus.ru/blog/rekomendacii-po-organizacii-i-provedeniyu-uborki-plodov-semechkovykh-kultur-v-intensivnyx-nasazhdeniyax/>. (дата обращения 01.04.2019).
9. Причко Т.Г. Методы прогноза сроков съема яблок (рекомендации). Краснодар, 2001. 15 с.
10. Причко Т.Г. Биохимические и технологические аспекты хранения и переработки плодов яблони. Краснодар, 2002. 172 с.
11. Седов Е.Н., Левгерова Н.С., Салина Е.С., Серова З.М. Подбор и селекция сортов яблони для сокового производства. Орел: ВНИИСПК, 2010. 116 с.
12. Скрипников Ю.Г. Технология переработки плодов и ягод. М.: Агропромиздат, 1988. 284 с.
13. Франчук Е.П. Товарные качества плодов. М.: Агропромиздат, 1986. 269 с.
14. Целуйко Н.А. Определение срока съема плодов семечковых культур. М.: Колос, 1969. 72 с.
15. Шашилова В.П., Федина В.Н. Хранение и переработка плодов и ягод. М.: Росагропромиздат, 1988. 64 с.

16. Широков Е.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. М.: Агропромиздат, 1988. 319 с.
17. Williams R.S., Benkeblia N. Biochemical and physiological changes of star apple fruit (*Chrysophyllum cainito*) during different "on plant" maturation and ripening stages. // *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 236. P. 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.007>

References

1. Daskalov, P., Aslanyan, R., Tenov, R., Zhivkov, M., & Bayadzhiev, R. (1969). *Fruit and vegetable juice*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost. (In Russian).
2. Dosphehov, B.A. (1985). *Methods of the Field Experiment (with statistic processing of investigation results)*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
3. Interstate standard (2017). *Fresh apples for processing. Specifications. (GOST 27572-2017)*. Moscow: Standartinform. (In Russian).
4. Interstate standard (2010). *Canned food products. Sampling and preparation of samples for test. (GOST 8756.0-70)*. Moscow: Standartinform. (In Russian).
5. Interstate standard (2014). (GOST ISO 750-2013) *Fruit and vegetable products. Determination of titratable acidity*. Moscow: Standartinform. (In Russian).
6. Glazunov, A.I., & Tsaranu, I.N. (1988). *Technology of wines and cognacs*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
7. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Yarosh, N.P., Peruanskii, Yu.V., Lukovnikova, G.A. & Ikonnikova, M.I. (1987). *Methods of biochemical research of plants*. A.I. Ermakov (Ed.). Leningrad: Agropromizdat. (In Russian).
8. Krivorot, A.M. (2007). *Recommendations on organization and holding of fruits removal of pome fruit plants in intensive plantings* Retrieved from: <http://asprus.ru/blog/rekomendacii-po-organizacii-i-provedeniyu-uborki-plodov-semechkovykh-kultur-v-intensivnykh-nasazhdeniyakh/>.
9. Prichko T.G. (2001). *Methods of the forecast of terms of removal of apples (recommendations)*. Krasnodar. (In Russian).
10. Prichko, T.G. (2002). *Biochemical and technological aspects of storage and processing of apple fruits*. Krasnodar. (In Russian).
11. Sedov, E.N., Levgerova, N.S., Salina, E.S., & Serova, Z.M. (2010). *Apple selection and breeding for juice production*. Orel: VNIISPK. (In Russian).
12. Skripnikov, Yu.G. (1988). *Processing technology of fruits and berries*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
13. Franchuk, E.P. (1986). *Commodity qualities of fruits*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
14. Tseluyko, N.A. (1969). *Determination of term of fruits removal of pome fruit plants*. Moscow: Kolos. (In Russian)
15. Shashilova, V.P., & Fedina, V.N. (1988). *Storage and processing of fruits and berries*. Moscow: Rosagropromizdat. (In Russian).
16. Shirokov, E.P. (1988). *Technology of storage and processing of fruits and vegetables with standardization bases*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
17. Williams, R.S., & Benkeblia, N. (2018). Biochemical and physiological changes of star apple fruit (*Chrysophyllum cainito*) during different "on plant" maturation and ripening stages. *Scientia Horticulturae*, 236, 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.007>