

## ТВЕРДОСТЬ МЯКОТИ ЯБЛОК КАК ИНДИКАТОР ТЕХНИЧЕСКОЙ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ ДЛЯ СОКА

Е.С. Салина , к.с.-х.н.

И.А. Сидорова, к.с.-х.н.

Н.С. Левгерова, д.с.-х.н.

*ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина, salina@vniispk.ru*

### Аннотация

Представлены данные по использованию значений твердости мякоти плодов яблони в качестве показателя технической степени зрелости плодов для сока. Изучение проводилось на 10 иммунных к парше сортах яблони селекции ВНИИСПК. Контролем служил сорт Антоновка обыкновенная. Оптимальная степень зрелости для сока соотносилась с твердостью мякоти плодов, позволяющей получать максимальный выход сока с высокими вкусовыми качествами. Определение твердости мякоти проводили на 20 плодах пенетрометром типа «Салгирка» с площадью стержня 4,5 мм<sup>2</sup> в динамике: сразу после съема, в момент предполагаемой технической зрелости и через 7...10 дней после нее. Максимальным выходом сока (выше 70,0%) за годы исследований характеризовались плоды, твердость мякоти которых находилась в пределах 4,3...7,1 кг/см<sup>2</sup>. Минимальной сокоотдачей – около 50% – характеризовались плоды с рыхлой мякотью (2,6...3,6 кг/см<sup>2</sup>). Твердой мякотью и высокой сокоотдачей отличались плоды зимних сортов: Свежесть, Болотовское, Антоновка обыкновенная. Более высокой твердостью мякоти и более высоким выходом сока характеризовались яблоки в 2011 и 2012 гг. (6,2 кг/см<sup>2</sup>; 65,0% и 6,1 кг/см<sup>2</sup>; 64,9% соответственно), чем в 2013 г. (5,3 кг/см<sup>2</sup>; 62,3%), что связано с погодными условиями вегетационного периода – 2013 г. был более засушливым и менее теплым, чем 2011 и 2012 гг. Отмечена разная степень сортовой изменчивости твердости мякоти плодов при максимальном выходе сока. Для большинства сортов она характеризовалась как средняя. Высокая вариабельность твердости мякоти в годы исследования отмечена лишь у сорта Юбиляр. Наибольшей стабильностью данного показателя характеризовались сорта Зарянка, Орловим и Свежесть. Умеренные расхождения в значениях твердости мякоти плодов при максимальном выходе сока говорят о достаточной надежности данного показателя как индикатора технической степени зрелости для сока.

**Ключевые слова:** яблоня, сорта, сок, техническая степень зрелости для сока, твердость мякоти плодов

## APPLE FRUIT FIRMNESS AS AN INDICATOR OF TECHNICAL MATURITY FOR JUICE

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

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

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

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

### Abstract

Data on the use of apple fruit firmness as an indicator of the technical maturity of the fruit for juice are presented. The study was conducted on 10 scab immune apple varieties of VNIISPK breeding. Antonovka Common was taken as a control variety. The optimum degree of maturity for the juice was correlated with the fruit firmness, which allows to obtain the maximum yield of juice with high taste. The fruit firmness was determined on 20 fruits by penetrometer of the Salgirka type with a rod area of 4.5 mm<sup>2</sup> in the following dynamics: immediately after the removal of the fruits from the trees, at the time of expected technical maturity and in 7–10 days after it. The fruits with fruit firmness within 4.3–7.1 kg/cm<sup>2</sup> were characterized by the maximal yield of juice (above 70.0%) during the years of the study. Fruits with a loose pulp (2.6–3.6 kg/cm<sup>2</sup>) were characterized by the minimal yield of juice – about 50%. The fruits of the varieties of winter dates of maturing were characterized by dense flesh and high juice yield: Svezhest, Bolotovskoye and Antonovka Obyknovennaya. In 2011 and 2012 apples were characterized by higher fruit firmness and higher juice yield (6.2 kg/cm<sup>2</sup>; 65.0% and 6.1 kg/cm<sup>2</sup>; 64.9%, respectively) than in 2013 (5.3 kg/cm<sup>2</sup>; 62.3%) what was connected with the weather conditions during the vegetation period – in 2013 it was more drier and less warm than in 2011 and 2012. Different degrees of varietal variability in flesh firmness of the fruits with a maximum yield of juice were observed. For most varieties it was characterized as average. During the study years, high variability of fruit firmness was noted only in the variety Yubilar. The varieties Zarianka, Orlovim and Svezhest were characterized by the highest stability of that indicator. Moderate differences in the firmness of the fruit pulp at the maximum juice yield indicate sufficient reliability of this indicator as an indicator of the technical degree of maturity for juice.

**Key words:** apple, varieties, juice, technical degree of maturity for juice, fruit firmness

### Введение

Для производства сока должны использоваться плоды с четко выраженными признаками определенной технической зрелости. Именно подбор сортов и спелость сырья решающим образом влияют на технологию и качество продукта (Даскалов и др., 1969; Причко, 2001; 2002; Шобингер, 2004).

Оптимальная степень зрелости плодов для производства сока характеризуется не только максимальной сокоотдачей, но и высокими органолептическими качествами

конечного продукта. Зрелость плодов влияет на их плотность: в процессе созревания плотность мякоти уменьшается, так как протопектин переходит в пектин (Фельдман, 1979; Губашиев, 2003). Твердость мякоти характеризует механические свойства плодов и имеет большое значение для технической переработки, так как структура плодовой мякоти определяет выход сока. Твердость плодов – один из главных показателей плода, описывающий его текстуру, часто используемый производителями для определения оптимальной даты съема (Родиков, 2009; Lachapelle et al., 2013).

В связи с этим целью данной работы было изучение твердости мякоти плодов яблони селекции ВНИИСПК для определения технической степени зрелости для сока.

### **Материалы и методика исследований**

Работа выполнялась во ВНИИСПК. В качестве объектов исследования использованы 10 сортов яблони различных сроков созревания селекции ВНИИСПК. Контролем служил сорт Антоновка обыкновенная как повсеместно распространенный в плодовых насаждениях и широко используемый в переработке.

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

Определение твердости мякоти проводили на 20 плодах пенетрометром типа «Салгирка» с площадью стержня 4,5 мм<sup>2</sup> (Широков, 1988) в динамике: сразу после съема, в момент предполагаемой технической зрелости и через 7...10 дней после нее (Методические указания по проведению исследований по хранению плодов, ягод и винограда, 1993). Результаты измерений переводили в кг/см<sup>2</sup> (Никитин, 2000).

Выход сока определяли по формуле:

$$C = \frac{A - B}{A} \cdot 100,$$

где: С – выход сока, А – масса плодов до прессования, В – масса отжимок после прессования (Даскалов, 1969).

Опытная переработка на сок осуществлялась согласно существующим стандартам, ТУ и технологическим инструкциям в стеклянных банках типа 1-82-500 по 3...5 банок каждого сорта.

Экспериментальные данные обрабатывались методами вариационной статистики согласно руководствам Б.А. Доспехова (1985), Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999), а также на персональном компьютере IBM PC с помощью программы Microsoft Excel.

### **Результаты и обсуждение**

Определение твердости яблок показало, что у большинства изучаемых сортов твердость мякоти была на уровне или ниже сорта Антоновка обыкновенная. Лишь сорта Болотовское и Свежесть отличался более плотной, чем у контрольного сорта, мякотью (таблица 1).

Максимальным выходом сока (выше 70,0%) за годы исследований характеризовались плоды, твердость мякоти которых находилась в пределах 4,3...7,1 кг/см<sup>2</sup> (рисунок 1). Минимальной сокоотдачей – около 50% – характеризовались плоды с рыхлой мякотью (2,6...3,6 кг/см<sup>2</sup>). Именно твердые плоды (выше 7,1 кг/см<sup>2</sup>) обеспечивали выход сока от 53,0 до 70,0%. Причем, твердой мякотью и сравнительно высокой сокоотдачей отличались плоды зимних сортов: Свежесть (2011...2013 г.), Болотовское (2011 г.), Антоновка обыкновенная (2011 г.) (таблица, рисунок).

Таблица 1 – Твердость мякоти плодов яблоки в оптимальные сроки съема (2011...2013 гг.)

Срок созревания	Сорт	Год изучения	Выход сока, %	Плотность мякоти, кг/см <sup>2</sup>	$\bar{x}$	V, %	
Летний	Орловим	2011	73,3	5,7	6,1	6,0	
		2012	69,3	6,6			
		2013	69,1	6,1			
	Юбиляр	2011	52,4	2,6	4,6	40,2	
		2012	71,3	7,1			
		2013	60,5	4,2			
Осенний	Зарянка	2011	65,6	6,9	6,9	0,0	
		2012	69,5	6,9			
	Солнышко	2011	66,7	4,4	5,7	13,8	
		2012	59,1	5,6			
		2013	64,9	6,2			
	Зимний	Памяти Хитрово	2011	53,3	6,0	4,9	20,2
2012			64,5	5,1			
2013			58,0	3,6			
Кандиль орловский		2011	80,5	4,9	5,3	13,8	
		2012	61,7	4,6			
		2013	56,8	5,1			
Болотовское		2011	70,0	10,9	8,0	26,5	
		2012	68,2	5,8			
		2013	62,5	7,4			
Веняминовское		2011	50,0	3,6	4,4	16,7	
		2012	65,0	5,4			
		2013	77,2	4,3			
Рождественское		2011	64,3	5,0	4,5	19,4	
		2012	60,0	5,3			
		2013	53,0	3,3			
Свежесть		2011	68,4	9,3	8,6	6,2	
		2012	69,0	8,6			
		2013	56,3	8,0			
Антоновка обыкновенная (к)		2011	70,0	8,4	7,0	17,6	
		2012	62,5	7,1			
		2013	61,8	5,4			
НСР <sub>05</sub>					1,2	-	
V, %					22,2	-	

Нужно отметить, что в 2011 и 2012 годы яблоки в целом характеризовались более высокой твердостью мякоти и более высоким выходом сока (6,2 кг/см<sup>2</sup>; 65,0% и 6,1 кг/см<sup>2</sup>; 64,9% соответственно), чем в 2013 году (5,3 кг/см<sup>2</sup>; 62,3%) (таблица 1). Очевидно, это связано с погодными условиями вегетационного периода – 2013 год был более засушливым, чем 2011 и 2012 годы. В целом повышенная температура воздуха во время созревания плодов приводит к снижению их плотности и твердости (Atkinson et al., 2001; Yuri et al., 2019). Причиной этого считается изменение метаболизма, которое приводит к потере мембранной целостности (Lachapelle et al., 2013).

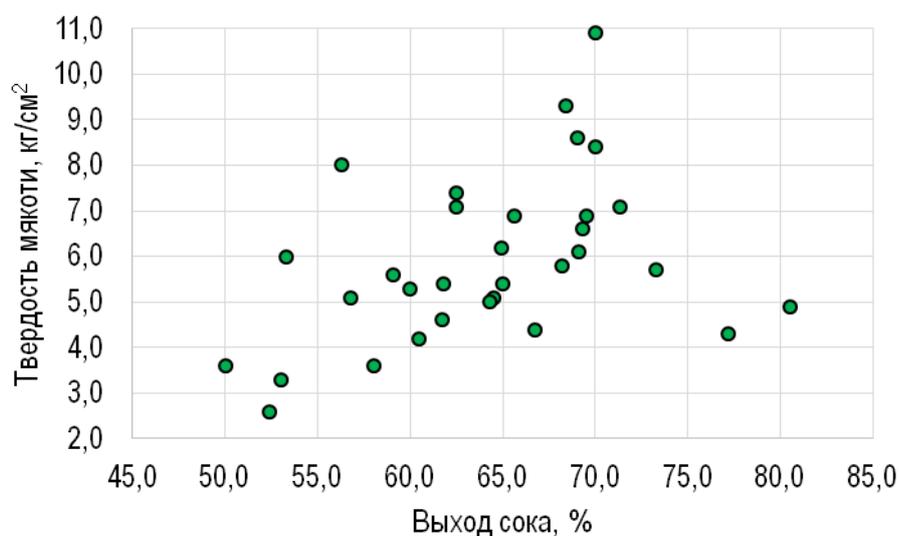


Рисунок 1 – Зависимость выхода сока от твердости мякоти плодов

Зафиксированные значения твердости мякоти плодов при максимальном выходе сока в годы исследований для разных сортов характеризовались разной степенью изменчивости. Так, для сортов Зарянка, Орловим, Свежесть величина твердости мякоти в период максимальной сокоотдачи была стабильной. Для сортов Солнышко, Кандиль орловский, Веняминовское, Антоновка обыкновенная, Рождественское, Памяти Хитрово твердость мякоти в период максимальной сокоотдачи отличалась средней степенью изменчивости. Умеренной изменчивостью твердости мякоти по годам характеризовался сорт Болотовское. Высокая вариабельность твердости мякоти в годы исследования отмечена лишь у сорта Юбиляр (таблица 1).

### Выводы

Умеренные расхождения в значениях твердости мякоти в годы исследований у ряда сортов яблони говорят о достаточной надежности данного показателя как индикатора технической степени зрелости для сока. В связи с вышеизложенным, при определении оптимальной степени зрелости плодов для сока значение твердости мякоти, по нашему мнению, может использоваться как показатель технической зрелости плодов для сока.

### Литература

1. Губашиев З.Б. Размещение сортов яблони технологического назначения в экологических зонах Кабардино-Балкарии по их продуктивности, товарным и технологическим качествам плода: дис. ...канд. с.-х. наук. Нальчик, 2003. 243 с.
2. Даскалов П., Асланян Р., Тенов Р., Живков М., Баяджиев Р. Плодовые и овощные соки (перевод с болгарского). М.: Пищевая промышленность, 1969. 424 с.
3. Доспехов Б.А. Методика опытного опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Левгерова Н.С., Леонченко В.Г. Технологическая оценка сортов //Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 168-178.

5. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности. М.: Россельхозакадемия. 1993. 108 с.
6. Никитин А.Л. Дополнение к методике определения прочности кожицы и плотности мякоти плодов // Міжвідомчий тематичний науковий збірник Садівництво. 2000. № 51. С. 208-213.
7. Причко Т.Г. Биохимические и технологические аспекты хранения и переработки плодов яблони. Краснодар, 2002. 172 с.
8. Причко Т.Г. Методы прогноза сроков съема яблок (рекомендации). Краснодар, 2001. 15 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск, 1973. 492 с.
10. Родиков С.А. Методы и устройства анализа зрелости яблок. М.: Физматлит, 2009. 216 с.
11. Фельдман А.Л. Факторы повышения качества свежих и консервированных плодов и овощей. М.: Пищевая промышленность. 1979. 168 с.
12. Широков Е.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. М.: Агропромиздат, 1988. 319 с.
13. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: Научные основы и технологии. СПб: Профессия, 2004. 640 с.
14. Atkinson C.J., Taylor L., Kingswell G. The importance of temperature differences, directly alter anthesis, in determining growth and cellular development of Malus fruits // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2001. Vol. 76, N. 6. P. 721-731. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2001.11511437>
15. Lachapelle M., Bourgeois G., DeEll J.R. Effects of postharvest weather conditions on firmness of 'McIntosh' apples at harvest time // HortScience. 2013. Vol. 48, N. 4. P. 474-480. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.4.474>
16. Yuri J.A., Moggia C., Sepulveda A., Poblete-Echeverria C., Valdes-Gomez H., Torres C.A. Effect of cultivar, rootstock, and growing conditions on fruit maturity and postharvest quality as part of a six-year apple trial in Chile // Scientia Horticulturae. 2019. Vol. 253, N. 27. P. 70-79. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.020>

## References

1. Gubashiev, Z.B. (2003). *Placement of apple varieties of technological purpose in ecological zones of Kabardino-Balkaria according to their productivity, commodity and technological qualities of the fruit (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Nalchik, Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy, Russia. (In Russian).
2. Daskalov, P., Aslanyan, R., Tenov, R., Zhivkov, M., & Bayadzhiev, R. (1969). *Fruit and vegetable juice*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost. (In Russian).
3. Dosepov, B.A. (1985). *Methods of the Field Experiment (with statistic processing of investigation results)*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
4. Levgerova, N.S., & Leonchenko, V.G. (1999). Technological evaluation of cultivars. In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops* (pp 168-178). Orel: VNIISPK. (In Russian).
5. Anonymous (1993). *Methodical regulations on chemical and technological variety investigation of vegetable, fruit and berry crops for canning industry*. Moscow. (In Russian).
6. Nikitin, A.L. (2000). Addition to a technique of determination of a skin durability and a pulp density of fruits. *Interdepartment subject scientific collection "Sadivnytstvo"*, 51, 208-213. (In Russian).

7. Prichko, T.G. (2002). *Biochemical and technological aspects of storage and processing of apple fruits*. Krasnodar. (In Russian).
8. Prichko T.G. (2001). *Methods of the forecast of terms of removal of apples (recommendations)*. Krasnodar. (In Russian).
9. Lobanov, G.A. (Ed.) (1973). *Program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops*. Michurinsk: VNIIS. (In Russian).
10. Rodikov, C.A. (2009). *Methods and Devices of Analysis of Apple Maturity*. Moscow: Fismatlit. (In Russian).
11. Feldman, A.L. (1979). *Factors to improve the quality of fresh and canned fruits and vegetables*. Moscow: Food industry. (In Russian).
12. Shirokov, E.P. (1988). *Technology of storage and processing of fruits and vegetables with standardization bases*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
13. Schobinger, W. (2004). *Fruit and Vegetable Juices: Scientific Basis and Technology*. St. Petersburg: Professiya Publ. (In Russian).
14. Atkinson, C.J., Taylor, L., & Kingswell, G. (2001). The importance of temperature differences, directly alter anthesis, in determining growth and cellular development of *Malus* fruits. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(6), 721-731. <https://doi.org/10.1080/14620316.2001.11511437>
15. Lachapelle, M., Bourgeois, G., & DeEll, J.R. (2013). Effects of postharvest weather conditions on firmness of 'McIntosh' apples at harvest time. *HortScience*, 48(4), 474-480. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.4.474>
16. Yuri, J.A., Moggia, C., Sepulveda, A., Poblete-Echeverría, C., Valdés-Gómez, H., & Torres, C.A. (2019). Effect of cultivar, rootstock, and growing conditions on fruit maturity and postharvest quality as part of a six-year apple trial in Chile. *Scientia Horticulturae*, 253(27), 70-79. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.020>