



## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

### АГРОНОМИЯ

УДК 630.23

*М.В. Репях*

#### ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ ЯБЛОНИ НА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА им. Вс. М. КРУТОВСКОГО

*М.В. Репях*

#### THE ASSESSMENT OF VARIABILITY OF EXTRACTIVES IN THE APPLE FRUITS AT THE BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER Vs.M. KRUTOVSKY

**Репях М.В.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного университета науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск. e-mail: mrepyah@yandex.ru

**Репях М.В.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Selection and Gardening, Siberian State University of Science and Technologies named after Acad. M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk. E-mail: mrepyah@yandex.ru

Яблоня является особенным пищевым и лечебным плодовым растением, поэтому необходима усиленная работа по сохранению и улучшению ее ассортимента, особенно в резко континентальных условиях Сибири. Вкусовые качества и пищевая ценность плодов яблони зависят от количества содержания в них сахаров, органических кислот, полифенолов и других веществ. Большая часть кислот представлена яблочной, лимонной, урсоловой, фоллиевой, хлорогеновой, янтарной. В работе приведены данные по изменчивости содержания экстрактивных веществ в плодах яблони разных сроков созревания, произрастающих на территории Ботанического сада Крутовского. Отражены результаты сахарно-кислотного коэффициента в плодах летних и зимних сортов. Полученные данные используются при выращивании вегетативного потомства с целью получения сортов со сбалансированным содержанием биологически активных веществ. Приведен анализ ранжирования сортов по соотношению сахара и кислотности. Установлены сорта, отличающиеся максимальным количеством баллов по сахарно-кислотному балансу. Представлены резуль-

таты исследований по содержанию экстрактивных веществ в плодах летних и зимних сортов. Установлено, что проявляется некоторая изменчивость с максимальными показателями в сторону сортов зимнего срока созревания. Выделены сорта и отдельные особи с повышенным и пониженным содержанием экстрактивных веществ. Содержание витамина С и кислот у некоторых сортов в саду им. Вс.М. Крутовского выше, чем у тех же сортов, произрастающих в европейской части страны. Данные исследования могут быть использованы при выращивании вегетативного потомства с целью получения сортов с повышенным содержанием БАВ, что особенно ценно в условиях Сибирского региона.

**Ключевые слова:** яблоня, сорт, изменчивость, экстрактивные вещества, кислотность.

The apple-tree is a special nutritional and medical fruit plant therefore persistent work on the preservation and improvement of its range, especially in sharply continental conditions of Siberia is necessary. Palatability and nutritional value of apple fruit depend on the amount of content of sug-

ars, organic acids, polyphenols and other substances. A large part of presented acids are malic, citric, ursolic, folic, chlorogenic and amber. The paper presents the data on the variability of the content of extractives in fruit of different terms of ripening grown in the Botanical garden named after Vs.M. Krutovsky. The results of sugar and acid coefficient are reflected in fruits of summer and winter varieties. The data obtained are used in cultivation of vegetative posterity to receive the varieties with balanced content of biologically active substances. The analysis of varieties ranking according to the ratio of sugar and acidity is provided. The varieties differing in the maximum number of points on sugar acid balance are established. The results of studies on the content of extractives in the fruits of summer and winter varieties are presented. The variability with the maximum indicators towards the varieties of winter maturing is found to be manifested. The varieties and sorts with high and low contents of extractives are allocated. The content of vitamin C and acids in some varieties in the garden named after Vs.M. Krutovsky was higher than those of the same varieties growing in the European part of the country. These researches can be used at cultivation of vegetative posterity for the purpose of receiving varieties with high content of biologically active substances, which is especially valuable in the conditions of Siberian region.

**Keywords:** apple-tree, variety, variability, extractives, acidity.

**Введение.** Яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh) является особенно ценным пищевым и лечебным растением, ее плоды содержат большое количество витаминов, минеральных, органических веществ. Биохимический состав плодов в основном зависит от сортовой принадлежности, почвенно-климатических условий, сроков сбора и способов хранения. Изучение содержания экстрактивных веществ в плодах яблони позволит выделить сорта и биотипы с наибольшим содержанием полезных компонентов в пищевом и лечебном отношении.

В плодах яблони содержатся: 85 % воды, 11,3 % углеводов, представленных в основном сахарами; 0,4 % белков, 0,6 % клетчатки, органические кислоты, минералы (калий – 248 мг% и железо – 2,2 мг%), инозит и витамины (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, С, Е, РР, Р, К<sub>1</sub>). Содержание витамина С

в яблоках в среднем невысокое – от 8 до 60 мг%. Сахара – это преимущественно фруктоза – 2,6–11,8 %; глюкоза – 1,5–6,7; сахароза – 0,9–5,3 % [2, 5].

Вкусовые качества яблок зависят в основном от соотношения имеющихся в них сахаров, органических кислот и вяжущих компонентов. Соотношение кислот распределяется следующим образом: на яблочную приходится 72 %; лимонную – 17; янтарную – 6,8; на долю остальных – около 4 %. Важное значение для организма человека (регуляция обмена веществ) имеют хлорогеновая, урсоловая кислоты.

Количество кислот в плодах яблони варьирует от 0,7 до 2,4 % в зависимости от сортовой принадлежности, экологических условий. Из различных сахаров, входящих в состав плодов, особо важное значение имеют дисахарид (сахароза), моносахара (глюкоза и фруктоза). Из сахароспиртов в яблоках присутствует сорбит.

Сахарно-кислотный коэффициент, составляющий 13,0–17,3, показывает, что плоды яблони имеют повышенные потребительские качества.

Количество пектиновых веществ, входящих в состав плодов и делающих их лечебными, составляет 0,48–1,80 %. Пектиновые вещества встречаются в трех видах: протопектин, пектин, пектиновая кислота. Протопектин – нерастворимое вещество, содержащееся в клеточных стенках; пектин – растворимое вещество, находящееся в клеточном соке.

Биологически активные вещества (БАВ) в яблоках, в отличие от пищевых, требуются в очень малых количествах и, не влияя на вкусовые качества, обуславливают диетические свойства плодов и оказывают профилактическое или терапевтическое действие, в частности Р-активные вещества (катехины, антоцианы, лейкоантоцианы). Кроме того, к биологически активным веществам относятся микроэлементы (йод, кобальт, медь, железо и др.), аминокислоты, арбутины, дигликозиды антоцианов, кумарины, серотонин, схизандрин, тритерпеновые кислоты, эфедрин.

При неблагоприятных погодных условиях (прохладное дождливое лето) в яблоках накапливается меньшее количество сухих веществ, а следовательно сахаров, и повышается их кислотность. В годы с жарким летом наблюдается

обратное явление [6]. Химический состав плодов зависит также от расположения их на дереве и размеров.

В резко континентальных условиях Сибири ограничивается возможность использования яблони при промышленном и частном садоводстве, в связи с тем, что многие сорта данного вида, успешно произрастающие на европейской территории страны, вымерзают или не успевают дать полноценный урожай в суровых климатических условиях [1, 2].

**Цель исследований.** Оценка изменчивости экстрактивных веществ в плодах яблони разного срока созревания, произрастающих на территории сада им. Вс.М. Крутовского.

**Задачи исследований:** провести отбор по содержанию экстрактивных веществ в сортах яблони летнего и зимнего сроков созревания; изучить проявление изменчивости яблони разных сортов по сахарно-кислотному коэффициенту, физико-химическим свойствам и содержанию экстрактивных веществ в плодах яблони, выделить наиболее перспективные сорта.

**Методы и результаты исследований.** Используются традиционные, научно обоснованные методы сбора полевого материала при проведении научных исследований. Для решения поставленных задач были использованы общепринятые методики [3, 4].

Влажность плодов (W) определялась путем высушивания до постоянной массы при температуре 105 °С

$$W = (M_1 - M_2) \cdot 100 / (M_1 - M),$$

где M – масса бьюкса, г; M<sub>1</sub> – масса бьюкса с навеской до высушивания, г; M<sub>2</sub> – масса бьюкса с навеской после высушивания, г.

Содержание сахаров в яблочном соке ис-

следуемых плодов определяли по редуцирующей (восстановительной) способности в пересчете на глюкозу. Для определения общего выхода сахаров использовался метод Бертрана, или збулиостатический, основанный на реакции окисления сахаров медно-щелочным раствором, в результате которой двухвалентная медь Cu<sup>2+</sup> переходит в одновалентную Cu<sup>+</sup> и выпадает в осадок в виде оксида меди (Cu<sub>2</sub>O).

Определение кислотности основано на титровании определенных объемов экстракта раствором 0,1 н щелочи в присутствии индикатора. Результаты титрования выражали в процентах одной из наиболее распространенных или главных органических кислот (яблочной), входящих в состав объекта. Для вычисления общей кислотности (K) количество щелочи, которое пошло на титрование пробы, переводят в см<sup>3</sup> только 0,1 н раствора

$$K = \frac{a \cdot Y_1}{Y_2 \cdot n} \cdot 100,$$

где a – количество 0,1 н щелочи, см<sup>3</sup>; Y<sub>1</sub> – общий объем вытяжки, мг; Y<sub>2</sub> – объем вытяжки, взятой для титрования, мг; n – навеска, г.

Чтобы результат выразить в какой-либо из основных органических кислот, его умножали на переводной коэффициент (1 см<sup>3</sup> 0,1 н раствора щелочи соответствует 6,7 мг яблочной кислоты).

Проведенный анализ показал, что сахарно-кислотный коэффициент сортов летнего срока созревания, который определяется отношением сахар/кислотность (табл. 1), варьирует в значительных пределах – от 1,98 у сорта Грушовка московская до 18,15–21,93 % у сортов Аркад стаканчатый и Медовка.

Таблица 1

**Варьирование сахарно-кислотного коэффициента в плодах летних сортов**

Сорт	x <sub>ср.</sub> ±m	V, %	t <sub>ф</sub> при t <sub>05</sub> =2,45
1	2	3	4
Аврора	2,99±0,23	23,1	1,92
Аркад стаканчатый	18,15±1,31	21,6	4,18
Белый налив	3,36±0,14	12,5	1,76
Грушовка московская	1,98±0,16	24,2	2,37

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Золотой шип	6,39±0,24	19,5	0,41
Медовка	21,93±1,47	20,1	5,46
Нобилис	3,19±0,09	8,5	1,84
Папировка	3,87±0,16	12,4	1,53
Петербургская летняя	3,97±0,14	10,6	1,49
Среднее	7,31	91,9	–

Внутрисортная изменчивость характеризуется от низкого до высокого уровня варьирования при очень высоком межсортном.

Оптимальное соотношение сахара и кислотности составляет 13–17 %, следовательно, в группу с наиболее благоприятным сочетанием сахаров и кислот попадает сорт Аркад стаканчатый. Более высокий коэффициент (21,93) – у сорта Медовка, низкие – у всех остальных сортов, что показывает удаление коэффициентов в сторону кислотности.

Ранжирование сортов летнего срока созревания по соотношению сахара и кислотности показало, что лидирующее число баллов (22–

25) отмечено у сортов Аркад стаканчатый, Золотой шип, Медовка; на втором месте (13–15 баллов) – сорта Белый налив, Папировка, Петербургская летняя; на третьем (4–11 баллов) – Аврора, Грушовка московская, Нобилис (табл. 2).

Сахарно-кислотный коэффициент у плодов зимнего срока созревания находится в пределах  $\pm\sigma$  (табл. 3). Исключение составляет сорт Шаропай, имеющий достоверно ( $t_{\phi} > t_{05}$ ) меньшее значение в сравнении со средним. Все значения показателя являются ниже оптимальных в связи с максимальными показателями кислотности.

Таблица 2

#### Ранговое распределение сортов по соотношению сахара и кислотности в плодах летних сортов, балл

Сорт	Сахар	Кислотность	Сахарно-кислотный коэффициент	Сумма	Ранг
Аврора	3	3	2	8	8
Аркад стаканчатый	6	8	8	22	3
Белый налив	8	1	4	13	6
Грушовка московская	1	2	1	4	9
Золотой шип	9	7	9	25	1
Медовка	7	9	7	23	2
Нобилис	2	6	3	11	7
Папировка	5	4	5	14	5
Петербургская летняя	4	5	6	15	4

Таблица 3

#### Варьирование сахарно-кислотного коэффициента в плодах зимних сортов

Сорт	$x \pm m$	V, %	$t_{\phi}$ при $t_{05}=2,45$
Антипасхальная	4,98±0,17	10,2	0,22
Бельфлер-китайка	6,42±0,47	22,0	1,64
Зеленое Крутовского	4,00±0,11	8,2	1,07
Ренет бергамотный	5,92±0,25	12,7	1,50
Шаропай	2,80±0,18	19,3	2,83
Среднее	4,82	32,2	

При ранжировании по сахарно-кислотному балансу установлено преимущество среди представителей сортов зимнего срока созревания: Антипасхальная, Бельфлер-китайка, Ренет бергамотный. Минимальное число баллов (4–8) по данному показателю отмечено у сортов Зеленое Крутовского и Шаропай (табл. 4).

При сравнении летних и зимних сортов по физическим свойствам плодов наблюдалось наличие достоверного различия по влажности: максимальная влажность (на 10,3 %) отмечена у

зимних сортов (табл. 5). По удельному весу существенных различий не выявлено ( $t_{\phi}=1,18 < t_{05}$ ).

По среднему содержанию экстрактивных веществ существенных различий между летними и зимними сортами не установлено ( $t_{\phi} < 2,18$ ). По содержанию витамина С, сахара и кислот в пределах групп сортов, отличающихся сроками созревания, проявляется некоторая изменчивость с максимальными показателями в сторону сортов зимнего срока (табл. 6).

Таблица 4

**Ранговое распределение сортов по соотношению сахара и кислотности в плодах зимних сортов, балл**

Сорт	Сахар	Кислотность	Сахарно-кислотный коэффициент	Сумма	Ранг
Антипасхальная	3	4	3	10	3
Бельфлер-китайка	1	5	5	11	2
Зеленое Крутовского	4	2	2	8	4
Ренет бергамотный	5	3	4	12	1
Шаропай	2	1	1	4	5

Таблица 5

**Показатели физических свойств плодов летних и зимних сортов**

Показатель	Группа сортов	$\bar{X}$	$\pm m$	V, %	$t_{\phi}$ при $t_{05}=2,18$
Удельный вес, г/см	Летние	0,72	0,04	16,2	1,18
	Зимние	0,67	0,01	4,5	
Влажность, %	Летние	84,38	0,61	2,1	3,20
	Зимние	86,73	0,41	1,0	

Таблица 6

**Варьирование содержания экстрактивных веществ в плодах летних и зимних сортов**

Показатель	Группа сортов	$\bar{X}$	$\pm m$	V, %	$t_{\phi}$ при $t_{05}=2,18$
Сахар, %	Летние	24,70	1,73	21,0	0,32
	Зимние	26,96	6,89	25,5	
Витамин С, мг%	Летние	15,22	2,51	49,6	1,05
	Зимние	18,61	2,00	24,7	
Кислотность, %	Летние	5,60	0,86	46,5	0,32
	Зимние	5,99	0,86	32,0	
Рутин, %	Летние	3,21	0,44	41,4	0,39
	Зимние	3,81	1,48	87,1	
Галотанин, %	Летние	1,36	0,19	41,5	0,38
	Зимние	1,61	0,63	87,2	

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что при значительном варьировании физико-химических свойств плодов летних и зимних сортов коллекции Вс.М. Крутовского по среднему содержанию витамина С, сахара, кислот существенных различий между ними не выявлено.

**Выводы.** Полученные результаты позволили отобрать отдельные сорта и биотипы, которые существенно отличаются высокими показателями по сбалансированному содержанию экстрактивных веществ, что позволяет использовать их для размножения ценного селекционного потомства.

### Литература

1. *Васильева В.Н.* Яблоня в Сибири: интродукция, селекция, сорта. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
2. *Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Моксина Н.В.* Селекционные исследования в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 1998. – 162 с.
3. *Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А.* Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991. – 320 с.
4. *Томчук Р.И., Томчук Г.Н.* Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. – М.: Лесн. пром-сть, 1973. – 360 с.

5. *Турова А., Травникова А., Сапожникова Э.* О пользе яблок // Наука и жизнь. – 1988. – № 8. – С. 64–67.
6. *Франчук Е.П.* Мелкоплодные формы яблони как возможные доноры улучшения химического состава плодов // Селекция яблони на улучшение качества плодов: сб. ст. – Орел, 1985. – С. 67–70.

### Literatura

1. *Vasil'eva V.N.* Jablonja v Sibiri: introdukcija, selekcija, sorta. – Novosibirsk: Nauka, 1991. – 151 s.
2. *Matveeva R.N., Butorova O.F., Moksina N.V.* Selekcionnye issledovanija v Botanicheskom sadu im. Vs.M. Krutovskogo. – Krasnojarsk: Izd-vo SibGTU, 1998. – 162 s.
3. *Obolenskaja A.V., El'nickaja Z.P., Leonovich A.A.* Laboratornye raboty po himii drevesiny i celljulozy. – M.: Jekologija, 1991. – 320 s.
4. *Tomchuk R.I., Tomchuk G.N.* Drevesnaja zelen' i ee ispol'zovanie v narodnom hozjajstve. – M.: Lesn. prom-st', 1973. – 360 s.
5. *Turova A., Travnikova A., Sapozhnikova Je.* O pol'ze jablok // Nauka i zhizn'. – 1988. – № 8. – S. 64–67.
6. *Franchuk E.P.* Melkoplodnye formy jabloni kak vozmozhnye donory uluchshenija himicheskogo sostava plodov // Selekcija jabloni na uluchshenie kachestva plodov: sb. st. – Orel, 1985. – S. 67–70.

