

УДК 634.11:613.2

ОЦЕНКА ЯБЛОК С ПОЗИЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Данила Юрьевич Солопов

студент

Анна Юрьевна Медеяева

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

amplieeva-anna84@yandex.ru

Елена Ивановна Попова

кандидат сельскохозяйственных наук

Юрий Викторович Трунов

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

trunov.yu58@mail.ru

Светлана Александровна Брюхина

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

sv_mich@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Исследовательская работа посвящена оценке антиоксидантной, витаминной и минеральной ценности яблок. Получены новые данные по комплексному содержанию антиоксидантов, витаминов и минеральных солей в плодах современных промышленных сортов яблони Антоновка обыкновенная, Лигол, Лобо и Хоней Крисп. Выделены сорта яблони, плоды которых наиболее богаты биологически активными веществами и могут быть использованы в качестве ценного сырья при разработке пищевых продуктов и ингредиентов для здорового питания.

Ключевые слова: яблоня, плоды, антокидантная активность, биохимический состав

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки РФ «Разработка новых технологических решений производства и рецептур продуктов здорового питания с использованием растительного сырья» на 2024 г. (№ госрегистрации FESU-2023-0004).

В связи с постоянно возрастающей конкуренцией плодов на мировом рынке роль качества продукции приобретает важнейшее значение [4].

Качество плодов определяется различными показателями, которые всесторонне характеризуют их свойства, потребительскую ценность и назначение (размер, форма, окраска, аромат, вкус, свежесть, состояние зрелости, лежкоспособность, дефекты кожицы и мякоти и др.) [2].

Важнейший его показатель – биохимический состав и, в первую очередь, концентрация витаминов. Накопление аскорбиновой кислоты – специфическая особенность сорта, хотя этот показатель может варьировать по годам в зависимости от погодных условий до 50% [6]. Сахара яблок представлены в основном фруктозой, глюкозой и сахарозой. Особенно богаты сахарами яблоки зимнего срока созревания.

В настоящее время приоритетными направлениями в области пищевых производств является разработка новых пищевых продуктов, полученных с помощью технологий целенаправленного изменения биохимического состава [1]. Для получения качественно новых продуктов важно использовать сырье с повышенным содержанием биологически активных веществ, имеющих высокую антиоксидантную активность. Антиоксиданты используют в пищевых продуктах для предотвращения потери цвета, остановки прогоркания, появления неприятных запахов, возникающих в результате реакции самоокисления. Но еще более важно то, что антиоксиданты благотворно

воздействуют на человеческий организм, блокируя действия свободных радикалов [7, 10].

В структуре плодородческой отрасли России яблоня – одна из самых распространенных плодовых культур. На долю плодов яблони от мирового производства всех фруктов приходится около 10% [2, 5].

Народнохозяйственное значение яблони заключается в высокой пищевой ценности плодов, т.к. они являются ценным источником антиоксидантов, а также витаминов, минеральных веществ и т.д. [3, 12]. Разнообразие сортов и огромный потенциал позволяют возделывать яблоню в различных климатических зонах.

Биохимический состав яблок обусловлен спецификой сорта, генотипическими особенностями, агроклиматическими условиями произрастания и уровнем агротехники [1, 13]. Значительный удельный вес при выборе сорта приходится на его экологическую устойчивость, продуктивность и качество плодов. Важно, чтобы производство данных сортов было рентабельным для производителей промышленного масштаба с точки зрения урожайности и качества плодов [8, 9].

Анализ перспективных сортов яблок позволяет выявить наиболее ценные из них по биохимическому составу и использовать их в качестве сырья при разработке новых видов рецептур для производства пищевых продуктов здорового питания [11].

Исследования проводили в 2022-23 гг. в НОЦ им. В.И. Будаговского Мичуринского ГАУ, на тест-полигоне «Умный сад», с использованием инновационных компонентов технологий: интенсивный сад яблони на среднерослом подвое 54-118 (*инновационная* уплотненная ширина междурядий и в ряду, *инновационная* форма кроны Би-баум); суперинтенсивный сад яблони на карликовом подвое Парадизка Будаговского (*инновационный* посадочный материал, *инновационная* суперуплотненная схема посадки деревьев, до 9500 дер./га, *инновационная* форма кроны суперверетено, *инновационная* система фиксации стволов на основе композитных материалов).

Объекты исследования: сорта яблони – Антоновка обыкновенная (контроль, эталон зимостойкости и морозостойкости), Лигол (очень урожайный европейский сорт с плодами высокого качества), а также наиболее значимые в современном садоводстве зимние сорта яблони средней полосы России – Лобо (широко известный в России канадский сорт) и Хоней Крисп (новый урожайный американский сорт с плодами высокого качества).

Цель – дать оценку товарно-потребительских качеств и биохимической ценности современных промышленных сортов яблок для переработки по содержанию антиоксидантов, витаминов и минеральных солей.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- определить содержание сахаров в яблоках.
- определить кислотность яблок.
- рассчитать сахаро-кислотный индекс яблок.
- установить антиоксидантную ценность яблок изучаемых сортов.
- определить содержание сухих веществ в яблоках.
- определить содержание аскорбиновой кислоты в яблоках.
- определить содержание Р-активных веществ в яблоках.

В таблице 1 представлены результаты определения суммарного содержания сахаров и кислотности яблок.

Таблица 1

Содержание в яблоках сахаров и кислот

Сорта	Содержание в плодах		
	сахаров, мг/100 г	кислотность, %	сахаро-кислотный индекс
Хани Крисп	15,8±	0,54±	29,3±
Лигол	13,2±	0,66±	20,0±
Лобо	12,7±	0,72±	17,6±
Антоновка обыкновенная	10,5±	0,86±	12,2±

Содержание сахаров в изучаемых сортах находилось в пределах 10,5-15,8%. Максимальное содержание сахаров было в плодах сорта Хани Крисп

(15,8%), минимальное – в плодах сорта Антоновка обыкновенная (10,5%). Сорта Лигол (13,2%) и Лобо (12,7%) занимали промежуточное положение.

Кислотность плодов изучаемых сортов находилась в пределах 10,5-15,8%. Наиболее высокая кислотность плодов была у сорта Антоновка обыкновенная (0,86%), наиболее низкое – у сорта Хани Крисп (0,54%). Сорта Лигол (0,66%) и Лобо (0,72%) занимали промежуточное положение.

Сахаро-кислотный индекс плодов изучаемых сортов находился в пределах 10,5-15,8%. Наиболее высокий сахаро-кислотный индекс плодов был у сорта Хани Крисп (29,3), наиболее низкий – у сорта Антоновка обыкновенная (12,2%). Сорта Лигол (20,0) и Лобо (17,6) занимали промежуточное положение.

В таблице 2 представлены результаты определения суммарного содержания антиоксидантов, сухих веществ и аскорбиновой кислоты.

Как показали биохимические анализы, содержание антиоксидантов во всех 4 сортах находилось на довольно высоком уровне.

Наибольшие значения были у сортов Антоновка обыкновенная (131 мг/100 г) и Хани Крисп (125 мг/100 г), у сортов Лигол и Лобо значения несколько меньше (99 мг/100 г и 92 мг/100 г, соответственно).

Таблица 2

Содержание в яблоках биологически активных веществ

Сорта	Содержание в плодах		
	антиоксидантов по кверцетину, мг/100 г	сухих веществ, %	аскорбиновой кислоты, мг/100 г
Хани Крисп	125±6	14,1±0,7	12,2±0,6
Лигол	92±5	13,6±0,7	11,6±0,6
Лобо	99±5	16,5±0,8	13,6±0,7
Антоновка обыкновенная	131±6	11,8±0,6	16,9±0,8

Содержание сухих веществ в изучаемых сортах находилось в пределах 11,8-16,5%. Максимальное содержание сухих веществ было в плодах сорта Лобо (16,5%), минимальное – в плодах сорта Антоновка обыкновенная. Сорта

Лигол (13,6%) и Хани Крисп (14,1%) занимали промежуточное положение.

По содержанию аскорбиновой кислоты был выделен сорт Антоновка обыкновенная (16,9 мг/100 г). Меньше всего аскорбиновой кислоты обнаружено в сорте Лигол (12,2 мг/100 г). Среднее значение по данному показателю имели сорта Хани Крисп (12,2 мг/100 г) и Лобо (13,6 мг/100 г). В целом диапазон значений был в пределах 11,6-16,9 мг/100 г.

В таблице 3 представлены результаты определения Р-активных веществ в яблоках.

Таблица 3

Содержание Р-активных веществ в плодах, мг%

Сорта	Содержание в плодах Р-активных веществ		
	антоцианов, мг%	катехинов, мг%	флавонолов, мг%
Хани Крисп	96±5	51±3	165±8
Лигол	144±7	27±1	177±9
Лобо	171±9	36±2	189±9
Антоновка обыкновенная	132±7	40±2	195±10

По содержанию Р-активных веществ можно выделить сорта Антоновка обыкновенная и Лобо. В них содержится наибольшее количество флавонолов и антоцианов по сравнению с остальными сортами. По содержанию катехинов остальные сорта превзошел сорт Хани Крисп, однако антоцианов и флавонолов в нем содержится меньше всего.

В таблице 4 представлены результаты определения минеральных веществ в яблоках.

Проведенные исследования показали, что содержание калия в плодах находилось в пределах 378-587 мг%. Однако в сравнении по этому показателю можно выделить сорт Лигол, в нем калия несколько больше (587 мг%), меньше всего калия в сорте Хани Крисп (378 мг%), а сорта Лобо и Антоновка обыкновенная имели средние значения данного показателя (434 и 447 мг%, соответственно).

По содержанию кальция можно выделить сорта Лобо (145 мг%). Немного меньше кальция было в плодах сорта Хани Крисп (128 мг%). Наименьшие значения отмечены у сортов Антоновка обыкновенная и Лигол (104 и 106 мг%, соответственно). Таким образом, содержание кальция в яблоках находилось в пределах 104-145 мг%.

Таблица 4

Содержание минеральных веществ в плодах исследуемых сортов

Сорта	Содержание минеральных веществ в плодах, мг%					
	Калий	Кальций	Натрий	Магний	Фосфор	Железо,
Хани Крисп	378±10	128±4	<10	29±2	262±40	40,8±2,45
Лигол	587±15	106±5	<10	38±5	304±28	46,3±2,6
Лобо	434±12	145±10	<10	30±3	214±11	31,6±2,9
Антоновка обыкновенная	447±32	104±9	<10	27±1	182±30	35,4±2,9

Натрия в плодах обнаружено ничтожное количество, менее 10 мг% во всех изучаемых сортах.

Содержание магния в яблоках всех сортов приблизительно одинаковое и составило 0,029-0,038 мг%. Больше всего магния было в сорте Лигол (38 мг%), меньше всего – в Антоновке обыкновенной (27 мг%), а Хани Крисп и Лобо имели средние значения (29 и 30 мг%, соответственно).

Было определено, что фосфора в яблоках содержится 0,182-0,304 мг%. Наименьшее значение по содержанию фосфора было отмечено у сорта Антоновка обыкновенная (0,182 мг%), наибольшее – у сорта Лигол (0,304 мг%). Лобо и Хани Крисп имели средние значения (0,214 и 0,262 мг%, соответственно).

В результате проведенных исследований было установлено, что содержание железа в яблоках изучаемых сортов было в пределах 31,6-46,3 мг%. Больше всего железа обнаружено в сортах Лигол (46,3 мг%) и Хани Крисп (40,8 мг%), меньше всего в сортах Антоновка обыкновенная (35,4 мг%) и Лобо (31,6 мг%).

Заключение

В условиях Тамбовской области получены новые данные по комплексному содержанию антиоксидантов, витаминов и минеральных солей в плодах современных промышленных сортов яблони Антоновка обыкновенная, Лигол, Лобо и Хоней Крисп.

Наиболее ценными по содержанию аскорбиновой кислоты являются сорта Лобо и Антоновка обыкновенная. По суммарному содержанию антиоксидантов были выделены сорта Хани Крисп и Антоновка обыкновенная.

Анализ содержания минеральных веществ в яблоках показал, что сорт Лигол выделялся по более высокому содержанию калия, магния, фосфора и железа, однако кальция в нем обнаружено меньше, чем в других сортах.

В сравнении с другими сортами Лобо можно выделить по более высокому содержанию кальция, а по содержанию калия, фосфора и магния он занимал среднее положение, однако железа в нем было меньше, чем в остальных сортах.

Сорт Хани Крисп имел довольно высокие показатели по содержанию фосфора, кальция и железа, но калия в нем было меньше всего.

Контрольный сорт Антоновка обыкновенная по содержанию калия имел среднее значение, а по содержанию кальция, магния, фосфора и железа имел значения ниже, чем у остальных сортов. Натрия во всех исследуемых сортах практически не обнаружено.

Проведенные исследования по оценке антиоксидантной, витаминной и минеральной ценности плодов яблони сортов позволяют сделать выводы, что все 4 сорта могут быть рекомендованы в качестве сырья для получения пищевых продуктов повышенной ценности, в том числе лечебно-профилактического назначения.

Список литературы:

1. Верзилин А.В., Трунов Ю.В. Выращивание плодов яблони с высоким содержанием биологически активных веществ. Мичуринск, 2004.
2. Дулов М.И. Биохимический состав и производство яблок в странах мира // Наукосфера. 2022. N 2-1. С. 90-96.

3. Захаров В.Л. Содержание биологически активных веществ и микроэлементов в плодах сортов яблони торговой сети Липецкой области / В.Л. Захаров, О.А. Дубровина, Т.А. Солдатова, М.Р. Голощапова // Агропромышленные технологии центральной России. 2018. С.8-20.

4. Концепция системы управления биологическими и производственными процессами в садоводстве на основе цифровых технологий с использованием искусственных нейронных сетей / Ю.В. Трунов и др. // Садоводство и виноградарство. 2019. №5. С. 54-58.

5. Концепция научных исследований «Садоводство будущего» / Ю.В. Трунов, А.А. Завражнов, И.М. Куликов, А.И. Завражнов // Плодородие. 2019. №1(106). С. 51-55.

6. Лисова Е.Н., Медеяева А.Ю., Попова Е.И. Изучение биохимических показателей ягод земляники при подборе сырья для переработки // В сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения). Мат. нац. науч.-практ. конф., посвящ. 85-й годовщине со дня рожд. профессора Потапова В.А. 2019. С. 184-186.

7. Макарова Н.В., Зюзина А.В. Исследование антиоксидантной активности яблок различных сортов // Техника и технология пищевых производств. 2011. С.89-94.

8. Макаренко С.А. Сравнительная оценка биохимии плодов яблони алтайских сортов как источника питательных и биологически активных веществ // Химия растительного сырья. 2021. № 3. С. 245-252.

9. Причко Т.Г., Чалая Л.Д., Смелик Т.Л. Технические и биохимические показатели плодов перспективных сортов яблони, выращенных в условиях Юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015. № 35. С. 109-122.

10. Сравнительные исследования содержания фенольных соединений, флавоноидов и антиоксидантной активности яблок разных сортов / Н.В. Макарова, Д.Ф. Валиулина., О.И. Азаров., А.А. Кузнецов // Химия растительного сырья. 2018. N 2. С. 115-122.

11. Тарова З.Н., Бобрович Л.В., Борисова О.А. Биохимические показатели плодов яблони в условиях промышленного сада ООО «Сады Старой Руссы» // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания, № 1. 2022. С.98-103.

12. Товарные и биохимические качества плодов яблони при использовании минеральных удобрений / Ю.В. Трунов, Н.С. Вязьмикина, Л.Б. Трунова, А.Ю. Амплеева // В сб.: Физиологические основы формирования продуктивности, устойчивости и качества продукции в современном садоводстве. Мат. междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. А.С. Овсянникова. 2013. С. 129-132.

13. Химический состав яблок при некорневых подкормках минеральными удобрениями и биостимулятором роста эдагум / Ю.В. Трунов и др. // Сельскохозяйственная биология. 2012. Т.47. №1. С. 93-97.

UDC 634.11:613.2

EVALUATION OF APPLES FROM THE POSITION OF DESIGNING PRODUCTS FOR HEALTHY NUTRITION

Danila Yu. Solopov

student

Anna Yu. Medelyaeva

candidate of agricultural sciences, associate professor

ampleeva-anna84@yandex.ru

Elena Iv. Popova

candidate of agricultural Sciences

Yury V. Trunov

doctor of agricultural sciences, professor

trunov.yu58@mail.ru

Svetlana Al. Bryukhina

candidate of agricultural Sciences, associate Professor

sv_mich@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russian Federation

Abstract. The research work is devoted to assessing the antioxidant, vitamin and mineral value of apples. New data have been obtained on the complex content of antioxidants, vitamins and mineral salts in the fruits of modern industrial apple varieties Antonovka vulgaris, Ligol, Lobo and Honey Crisp. Apple tree varieties have been identified whose fruits are the richest in biologically active substances and can be used as valuable raw materials in the development of food products and ingredients for a healthy diet.

Key words: apple tree, fruits, antioxidant activity, biochemical composition

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 13.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 13.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.