

**СОРТА ЯБЛОНИ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ИМ. И. В. МИЧУРИНА
КАК БАЗИС ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРЕИМУЩЕСТВА
БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ**

© 2024 г. **Н. Н. Савельева**, доктор биологических наук, **А. Н. Юшков**, доктор сельскохозяйственных наук,
А. С. Земисов, **Н. В. Борzych**, **В. В. Чивилев**, кандидаты сельскохозяйственных наук

Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина,
393774, Тамбовская обл., Мичуринск, ул. Мичурина, 30
E-mail: saveleva_natalya_nic@mail.ru

Работу проводили в 2019–2023 гг. в Тамбовской области. Цель исследований – выделение ценных генотипов яблони с повышенным содержанием в плодах биологически активных соединений для промышленного производства и использования в дальнейшей селекции. Объектами служили 15 сортов яблони (Успенское, Скала, Вымпел, Флагман, Стела, Былина, Фрегат, Красуля, Памяти Нестерова, Благовест, Академик Казаков, Мунстер, Чародейка, Пурпуровое ЦГЛ), включенных в Государственный реестр, а также перспективный сорт Гурман. В качестве контроля использовали сорта Антоновка обыкновенная и Богатырь. Схема посадки 6×3 м, год закладки – 2009 г., подвой – 54–118. Исследование биохимического состава плодов проводили общепринятыми методами в трехкратной повторности. Наибольшее накопление витамина С отмечено в плодах сортов Успенское (26,5 мг/100 г) и Скала (25,6 мг/100 г), что выше уровня контроля (Антоновка обыкновенная) соответственно на 74,3 % и 68,4 %. Высокое содержание Р-активных соединений зафиксировано у сортов Скала, Красуля, Успенское – 231...296 мг/100 г, что на 9,0...39,6 % превышает контроль Антоновка обыкновенная. Сорт Памяти Нестерова по накоплению растворимых сухих веществ (17,5 %) и сахаров (15,2 %) превзошел контрольные сорта на 22,4... 63,4 %. У сорта Гурман зафиксировано наибольший сахаро-кислотный индекс (39,1 ед.), что больше, чем у Антоновки обыкновенной, в 4,7 раза, по сравнению с сортом Богатырь – в 2,7 раза. Плоды сорта Вымпел по содержанию хлорогеновой кислоты превзошли средний показатель по сортам на 38,4 %. С учетом установленных свойств изученных сортов яблони основным направлением использования их продукции можно считать потребление в свежем виде, а также производство натуральных продуктов переработки функционального назначения с высоким содержанием витаминов и биологически активных веществ.

**APPLE VARIETIES OF THE I. V. MICHURIN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER AS A BASIS FOR
ENSURING THE BREEDING ADVANTAGE OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS**

N. N. Saveleva, A. N. Yushkov, A. S. Zemisov, N. V. Borzykh, V. V. Chivilev

Michurin Federal Scientific Center,
393774, Tambovskaya obl., Michurinsk, ul. Michurina, 30
E-mail: saveleva_natalya_nic@mail.ru

The research was conducted in 2019–2023 at the I. V. Michurin Federal Scientific Center, Michurinsk, Tambov region. The aim of the work was to identify valuable genotypes of apple trees with an increased content of biologically active compounds in fruits for industrial production and use in further breeding. 15 apple varieties by the I. V. Michurin Federal Scientific Center's breeding were the objects of the work. It was varieties Uspenskoye, Skala, Vimpel, Flagman, Stela, Bylina, Frigate, Krasulya, Pamyati Nesterova, Blagovest, Akademik Kazakov, Munster, Carodeyka, Purpurnoe CGL included at the State Register of breeding achievements approved for use, as well as Gourman variety passing variety testing. Antonovka obyknovennaya and Bogatyr varieties were used as controls. Planting scheme was 6×3 m., year of laying – 2009, rootstock 54–118. The soil type was leached medium-power black soil with a loamy mechanical composition. Fruits biochemical composition study was carried out by generally accepted methods in three-fold repetition. The highest accumulation of vitamin C (mg / 100 g) was noted in the fruits of the Uspenskoye (26.5) and Skala (25.6) varieties, which exceeds the control level (Antonovka obyknovennaya) by 74.3 % and 68.4 %. A high content of P-active compounds (from 231 to 296 mg/100 g) was noted in the varieties Skala, Krasulya, Uspenskoye, which is 9.0... 39.6 % higher than the control (Antonovka obyknovennaya). The Pamyati Nesterova variety in terms of accumulation of SDS (17.5 %) and the amount of sugars (15.2 %) exceed the level of control varieties by 22.4... 63.4 %. The Gourman variety has the highest value of SAI (39.1 units), which exceeds the level of Antonovka obyknovennaya by 4.7 times and Bogatyr by 2.7 times. In terms of chlorogenic acid content the fruits of the Vimpel variety exceeded the average by 38.4 %. Fresh consumption is the main purpose of the obtained apple varieties as well as natural processed products for functional purposes with a high content level of vitamins and biologically active substances production.

Ключевые слова: яблоня, сорт, биологически-активные вещества, биохимический состав.

Keywords: apple tree, variety, biologically active substances, biochemical composition

Яблоки считают богатым источником полезных соединений, оказывающих положительное влияние на здоровье человека. Они обладают длительной лежкостью, способной обеспечить потребление в свежем виде круглый год. Прекрасные вкусовые качества и ценный биохимический состав сделали яблоки одними из самых распространенных фруктов в мире и наиболее часто потребляемыми в нашей стране [1, 2, 3].

К 2030 г. прогнозируется увеличение количества сердечно-сосудистых заболеваний [4]. Благодаря противовоспалительным, гипополипидемическим и другим полезным свойствам потребление яблок обеспечивает поддержание необходимого баланса между активными формами кислорода (АФК) и антиоксидантами, улучшая сердечную функцию и целостность сосудов [5]. Свежие яблоки богаты полифенолами, витамином С, флавонои-

дами – природными антиоксидантами [6]. В результате, например, потребление плодов яблони сорта Anurka, которые характеризуются самой высокой концентрацией полифенолов среди всех сортов, произрастающих на юге Италии, снижало содержание уровня общего холестерина и липопротеинов низкой плотности в крови человека, одновременно увеличивая количество липопротеинов высокой плотности [7, 8].

Пектин и флоризин предотвращают увеличение массы тела, регулируют баланс кишечной микрофлоры и уменьшают воспалительные процессы в организме людей [9, 10]. Полифенолы замедляют ухудшение памяти, флоризин обладает антивозрастным эффектом, флоретин улучшает пространственную ориентацию, что в целом задерживает старение организма [11, 12]. Следует внимательно относиться к употреблению яблок только людям с повышенным содержанием мочевой кислоты в плазме крови, чтобы избежать таких заболеваний, как подагра [13].

Сегмент производства органической продукции в мире невелик и составляет всего 1...3%. В основном потребление фруктов, не загрязненных вредными веществами, отмечают в Германии, Франции, Великобритании, США, Канаде и Японии [1]. Такие страны, как Швейцария и Дания, пошли по пути выращивания иммунных к парше сортов яблони, которые исключают применение фунгицидов. И на их основе с использованием биологических средств борьбы с вредителями развернуто производство органических продуктов питания [14, 15, 16].

На сегодняшний день существуют различные методы исследований, применяемые в селекции на улучшение химического состава плодов. Среди них генная инженерия и биоинформатика, белковая химия и оценка содержания биологически активных соединений. Развивается биотехнология, позволяющая получать оздоровленные растения, а следовательно, и более качественные плоды. Во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур уделяют внимание целенаправленным ступенчатым скрещиваниям, когда лучшие сеянцы от простых скрещиваний используют для гибридизации между собой или с высоковитаминными сортами. Созданы сорта яблони на основе полиплоидии. Триплоидные сорта (Августа, Синап орловский, Осиповское и др.) характеризуются регулярным плодоношением, высокой массой, товарностью и ценным химическим составом плодов [17].

Цель исследований – выделение ценных генотипов яблони с повышенным содержанием в плодах биологически активных соединений для промышленного производства и использования в дальнейшей селекции.

Методика. Работу проводили в Федеральном научном центре имени И. В. Мичурина в 2019–2023 гг. (г. Мичуринск, Тамбовская обл.) в селекционном саду № 7. Изучали плоды 15 сортов яблони (*Malus domestica* B.) селекции Федерального научного центра им. И. В. Мичурина, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (Успенское, Скала, Вымпел, Флагман, Стела, Былина, Фрегат, Красуля, Памяти Нестерова, Благовест, Академик Казаков, Мунстер, Чародейка, Пурпуровое ЦГЛ) и проходящих сортоиспытание (Гурман). В качестве контрольных использовали сорт народной селекции Антоновка обыкновенная и экологически адаптированный сорт Богатырь. Схема посадки 6×3 м, подвой 54–118, сад заложен в 2009 г. Система содержания междурадий – залужение, в рядах – механизированная обработка. Орошение и удобрения не использовали, про-

Табл. 1. Метеорологические условия в годы исследований

Год	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Гидротермический коэффициент (ГТК)
Среднегодовое	7,2	583,1	0,91
2019	7,8	445,0	0,85
2020	8,2	512,0	0,89
2021	7,2	570,0	0,94
2022	7,3	722,4	0,98
2023	7,7	611,9	0,91

водили необходимые защитные мероприятия от болезней и вредителей.

Тип почвы в насаждениях яблони – выщелоченный чернозем среднесиловый с суглинистым механическим составом. Агрохимические показатели: содержание гумуса (ГОСТ 26213-91) – 4,8...5,7%, кислотность (ГОСТ 26212-2021) – 5,3...5,6 ед. pH, содержание азота (по Тюрину и Кононовой) – 8,0 мг/100 г (повышенное), подвижного фосфора и калия (ГОСТ 26204-91) – соответственно 13,0...14,0 мг/100 г и 13,0...15,0 мг/100 г, обменного кальция (ГОСТ 26487-85) – 22,3 мг-экв./100 г, сумма обменных оснований (по Каппену – Гильковицу) – 26,7 мг-экв./100 г.

За время проведения исследований наблюдали отклонение среднегодовой температуры воздуха от средне-годовое от 0,0 (2021 г.) до 1,0 °С (2020 г.). Сумма выпавших осадков характеризовалась неравномерным распределением по годам (табл. 1). В 2019 г. их количество было наименьшим – 445,0 мм, что на 23,7% ниже среднегодовое уровня. За 2020 и 2021 гг. сумма осадков также была меньше нормы на 71,1 и 13,1 мм соответственно. В 2022 г. она превысила среднегодовое значение на 139,3 мм, или на 23,9%, в 2023 г. – на 28,8 мм, или 4,9%. Место проведения исследований находится в зоне недостаточного увлажнения – ГТК (гидротермический коэффициент) варьировал от 0,85 (2019 г.) до 0,98 (2022 г.) единиц. В 2019 и 2020 гг. величина этого показателя была ниже среднегодовое на 6,6 и 2,2%, в 2022 г. – на 7,7% выше, что указывает на приближение к уровню обеспеченного увлажнения.

Исследование биохимического состава плодов проводили общепринятыми методами в трехкратной повторности. Содержание растворимых сухих веществ определяли рефрактометрическим методом на рефрактометре типа RL-3 (ГОСТ 28562-90), содержание суммы сахаров – по методу Бертрана (ГОСТ 8756.13-87), титруемую кислотность – титрованием вытяжек 0,1 н NaOH с последующим пересчетом на яблочную кислоту (ГОСТ 25555.0-82). Концентрацию аскорбиновой кислоты (АК, или витамин С) определяли йодометрическим методом, пектиновых веществ – объемным методом по С. Я. Райк, хлорогеновой кислоты – ускоренным методом С. М. Манусян и Г. Н. Ходжумян.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием общепринятых методов математической статистики [18, 19], а также пакетов прикладных компьютерных программ Microsoft Office Excel 2010, STATISTIKA 6.0 for Windows. В таблице представлены коэффициент вариации (C_v %) и показатель наименьшей существенной разницы (HC_{05}) для оценки достоверности различий между сортами с вероятностью 95%.

Результаты и обсуждение. Наибольшее накопление витамина С за годы исследований отмечено в плодах осенних сортов Успенское – 26,5 мг/100 г и Скала – 25,6 мг/100 г, что превышает уровень контрольного сорта Антоновка обыкновенная на 74,3% и 68,4% соответственно (табл. 2). В продукции сортов Вымпел, Флагман, Стела и Былина величина этого показателя была больше, чем у контрольного сорта Богатырь, соответственно на 9,0, 6,8,

Табл. 2. Биохимический состав плодов сортов яблони селекции ФНЦ им. И. В. Мичурина (среднее за 2019–2023 гг.)

Сорт	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Органические кислоты, %	Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	СКИ	Р-активные катехины, мг/100 г	Хлорогеновая кислота, мг/100 г
Успенское	26,5	0,85	15,4	11,9	14,0	296	185
Скала	25,6	0,96	14,9	12,0	12,5	231	198
Вымпел	23,7	0,76	14,3	11,4	15,0	176	207
Флагман	21,5	0,54	15,7	13,0	24,1	183	146
Стела	21,4	0,50	13,8	11,7	23,4	109	117
Былина	21,1	0,69	15,1	11,8	17,1	188	170
Фрегат	19,8	0,79	14,1	11,5	14,6	139	188
Красуля	19,4	0,35	13,7	11,5	32,9	248	113
Памяти Нестерова	19,3	0,47	17,5	15,2	32,3	148	118
Благовест	17,6	0,79	15,2	13,6	17,2	145	180
Академик Казаков	17,5	0,66	15,4	12,1	18,3	186	170
Мунстер	16,3	0,53	14,1	13,5	25,5	112	180
Гурман	15,8	0,33	15,9	12,9	39,1	180	122
Антоновка обыкновенная (контроль)	15,2	1,10	12,9	9,3	8,4	212	108
Богатырь (контроль)	14,7	0,71	14,3	10,2	14,4	200	98
Чародейка	12,9	0,46	14,5	11,6	25,2	132	109
Пурпуровое ЦГЛ	9,3	0,87	14,4	12,5	14,4	212	134
C _v %	24,1	32,4	7,1	11,1	40,9	27,1	24,5
НСР ₀₅	5,7	0,40	2,3	2,1	13,3	92,1	52,9

6,7 и 6,4 мг/100 г. В целом высокое (15,8...19,8 мг/100 г) содержание АК в плодах, которое было больше, чем у контрольных сортов Антоновка обыкновенная (на 3,9...30,2%) и Богатырь (на 7,5...34,7%), отмечено у 46,7% сортов.

Концентрация витамина С в яблоках сорта Пурпуровое ЦГЛ ниже, чем у сорта Успенское, на 17,2 мг/100 г, а по сравнению с контрольным сортом Богатырь, на 5,4 мг/100 г, но по уровню Р-активных соединений (212 мг/100 г) его продукция находится на уровне контрольных. По происхождению Пурпуровое ЦГЛ – сеянец сорта Присцилла из США. Он устойчив к парше, мучнистой росе и благодаря высокой дегустационной оценке довольно широко распространен в производстве. Низкий уровень накопления витамина С, возможно, обусловлен генетически, что и наблюдали в потомстве [20].

По количеству Р-активных соединений выделяются генотипы Успенское (296 мг/100 г), Скала (231 мг/100 г), Красуля (248 мг/100 г), у которых величина этого показателя была выше, чем у контрольного сорта Антоновка обыкновенная, на 39,6%, 9,0% и 17,0% соответственно. Основная часть изучаемых сортов (73,3%) характеризовалась средним уровнем накопления таких веществ в плодах – от 112 до 212 мг/100 г при НСР 92,1 мг/100 г. Наименьшее содержание Р-активных соединений отмечено у сорта Стела – 109 мг/100 г, что ниже контроля (Богатырь) на 45,5%.

Растворимые сухие вещества (РСВ) в плодах яблони в основном представлены сахарами [18, 20]. Среди изученных генотипов по величине этого показателя выделяется сорт Памяти Нестерова, плоды которого содержат 17,5% РСВ и 15,2% сахаров, что выше уровня контрольного сорта Антоновки обыкновенной на 36,7% и 63,4% соответственно, Богатырь – на 22,4% и 49,0%. Его плоды обладают десертным вкусом с выдержанным балансом сахара и кислоты, а также высоким СКИ – 32,3 ед. Диапазон содержания РСВ в исследуемой выборке варьировал от 12,9% (Антоновка обыкновенная) до 17,5% (Памяти Нестерова). Высокой величиной этого показателя (более 15%) характеризовались сорта Успенское, Флагман, Былина, Благовест, Академик Казаков, Гурман, среднее (13,7...14,9%) [18, 20] содержание отмечено у большей части (53,3%) изученных сортов.

В плодах яблони накапливалось в среднем 10...11% сахаров, при наименьшей величине этого показателя 9,3% (Антоновка обыкновенная) и самой высокой – 15,2% (Памяти Нестерова). Все изученные сорта селекции ФНЦ им. И. В. Мичурина превосходили контрольные по нако-

плению сахаров на 1,2...5,9%. Это связано с направленной селекцией на выведение сладких плодов из-за изменения вкусовых предпочтений потребителей, которые произошли в результате практически монопольного представления яблок южных сортов в торговых сетях на протяжении уже более чем 30 лет.

Вкус плодов во многом зависит от сочетания в них сахара и кислоты, что отражает показатель сахаро-кислотного индекса. Чем ниже его величина, тем сильнее вкус яблок смещается в сторону кислого. Наибольший СКИ (39,1 ед.) отмечен у сорта Гурман. Он отличается ценными товарно-потребительскими качествами и особенно гармоничным вкусом плодов. Кроме того, высокий сахаро-кислотный индекс характерен для яблок сорта Красуля (32,9 ед.), что обеспечивает сбалансированный вкус. Сахаро-кислотный индекс сортов Стела, Флагман, Чародейка и Мунстер варьирует от 23,4 до 25,5 ед. и превышает средний уровень по изученной выборке (20,5 ед.) на 14,1...24,4%.

Содержание в плодах титруемых органических кислот изменялось (C_v = 32,4%) от 0,33% у сорта Гурман до 0,96% у сорта Скала, что ниже, чем у Антоновки обыкновенной на 0,77...0,14%. Наибольшее содержание хлорогеновой кислоты отмечено у сорта Вымпел (207,0 мг/100 г), у которого оно было выше среднего по сортам (149,6 мг/100 г) на 38,4%, а по сравнению с контрольными сортами Антоновка обыкновенная и Богатырь – на 91,7% и 111,2% соответственно.

На основании результатов исследований были рассчитаны коэффициенты вариации изучаемых показателей биохимического состава плодов. Наибольшей вариабельностью характеризовались величины сахаро-кислотного индекса – 40,9%. Величины C_v для растворимых сухих веществ и суммы накапливаемых сахаров были сравнительно невысокими – 7,1% и 11,1%, что свидетельствует о большей стабильности этих признаков в целом по сортам яблони.

Выводы. Наибольшим накоплением витамина С характеризуется продукция сортов Успенское и Скала (25,6...26,5 мг/100 г), Р-активных соединений – Скала, Красуля, Успенское (231...296 мг/100 г), которые превосходят по величинам этих показателей контрольный сорт Антоновка обыкновенная соответственно на 74,1...74,3% и 9,0...39,6%.

Содержание сахаров в продукции всех изученных сортов (11,4...15,2%) было больше, чем у контрольных, на 1,2...5,9%. Лучшим по накоплению РСВ (17,5%) и суммы сахаров (15,2%) был сорт Памяти Нестерова. По РСВ он

превысил контрольные сорта на 3,2...4,6%, по сумме сахаров – на 5,0...5,9%. У сорта Гурман отмечен наибольший СКИ (39,1 ед.), что в 4,7 раза выше, чем у Антоновки обыкновенной, и в 2,7 раза, по сравнению с сортом Богатырь. Содержание хлорогеновой кислоты в плодах сорта Вымпел превосходит среднюю величину показателя по изученным сортам на 38,4%, уровень контрольных сортов Антоновка обыкновенная и Богатырь – на 91,7% и 111,2% соответственно.

Выращенная продукция может быть использована и для производства натуральных продуктов переработки функционального назначения с высоким содержанием витаминов и биологически активных веществ.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина». Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Обеспечение стабильности устойчивости геномных яблоки к грибу *Venturia Inaequalis* (Cooke) Wint. / Н. Н. Савельева, А. Н. Юшков, А. С. Земисов и др. // Биосфера. 2022. Т. 14. № 4. С. 384–386.
2. Innovative technologies of increasing the efficiency of the breeding process of fruit crops / A. N. Yushkov, N. N. Saveleva, V. V. Chivilev, et al. // Achievements of Science and Technology of AICis. 2019. Vol. 33. No. 2. P. 27–30. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10207.
3. Селекционная оценка гибридного потомства яблоки по накоплению в плодах аскорбиновой кислоты / А. С. Земисов, А. Н. Юшков, Н. Н. Савельева и др. // Плодоводство и ягодное хозяйство России. 2020. № 61. С. 24–28.
4. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: Update from the GBD 2019 study / G. A. Roth, G. A. Mensah, C. O. Johnson, et al. // Journal of the American College of Cardiology. 2020. Vol. 76. No. 25. P. 2982–3021. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.010
5. Design, synthesis, molecular modelling and biological evaluation of novel 3-(2-naphthyl)-1-phenyl-1H-pyrazole derivatives as potent antioxidants and 15-lipoxygenase inhibitors / S. A. Ali, S. M. Awad, A. M. Said, et al. // Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry. 2020. Vol. 35. No. 1. P. 847–863. doi: 10.1080/14756366.2020.1742116.
6. Fisetin inhibits lipopolysaccharide-induced inflammatory response by activating β -catenin, leading to a decrease in endotoxin shock / I. M. Molagoda, J. A. C. Jayasingha, Y. H. Choi, et al. // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. No. 1. Article 8377. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-87257-0> (дата обращения: 12.09.2024) doi: 10.1038/s41598-021-87257-0.
7. Lactofermented Annurca apple puree as a functional food indicated for the control of plasma lipid and oxidative amine levels: Results from a randomised clinical trial / G. C. Tenore, D. Caruso, G. Buonomo, et al. // Nutrients. 2019. Vol. 11. No. 1. Article 122. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/1/122> (дата обращения: 12.09.2024) doi: 10.3390/nu11010122.
8. A boost in mitochondrial activity underpins the cholesterol-lowering effect of Annurca apple polyphenols on hepatic cells / E. Sommella, N. Badolati, G. Riccio, et al. // Nutrients. 2019. Vol. 11. No. 1. Article 163. <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/1/163163> (дата обращения: 12.09.2024). doi: 10.3390/nu11010163.
9. Alteration of the gut microbiota associated with childhood obesity by 16S rRNA gene sequencing / X. Chen, H. Sun, F. Jiang, et al. // PeerJ-Life and Environment. 2020. Vol. 8. Article 8317. <https://peerj.com/articles/8317/> (дата обращения: 12.11.2024). doi: 10.7717/peerj.8317.
10. Apple flavonols mitigate adipocyte inflammation and promote Angiogenic factors in LPS- and cobalt chloride-stimulated adipocytes, in part by a peroxisome proliferator-activated receptor- γ -dependent mechanism / D. M. Liddle, M. E. Kavanagh, A. J. Wright, et al. // Nutrients. 2020. Vol. 12. No. 5. Article 1386. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/5/1386/> (дата обращения: 12.11.2024). doi: 10.3390/nu12051386.
11. Protective effect of apple polyphenols on chronic ethanol exposure-induced neural injury in rats / F. Wang, J. Li, L. Li, et al. // Chemico-Biological Interactions. 2020. Vol. 326. P. 109–113. doi: 10.1016/j.cbi.2020.109113.
12. Tripathi S., Mitra Mazumder P. Comprehensive investigations for a potential natural prophylaxis-a cellular and murine model for apple cider vinegar against hydrogen peroxide and scopolamine induced oxidative stress // Drug Development Research. 2022. Vol. 83. No. 1. P. 105–118. doi: 10.1002/ddr.21849.
13. Rafiullah M., Siddiqui K., Al-Rubeaan K. Association between serum uric acid levels and metabolic markers in patients with type 2 diabetes from a community with high diabetes prevalence // International Journal of Clinical Practice. 2020. Vol. 74. No. 4. Article 13466. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijcp.13466> (дата обращения: 12.11.2024) doi: 10.1111/ijcp.13466.
14. Gessler C. Vf scab resistance of Malus // Trees-structure and function. 2012. Vol. 26. No. 1. P. 95–108. doi: 10.1007/s00468-011-0618-y.
15. Genetic Characterization of the Apple Germplasm Collection in Central Italy: The Value of Local Varieties / G. Marconi, N. Ferradini, L. Russi, et al. // Front. Plant Sci. 2018. Vol. 9. Article 1460. <https://www.frontiersin.org/journals/plantscience/articles/10.3389/fpls.2018.01460/full>. (дата обращения: 12.11.2024). doi: 10.3389/fpls.2018.01460.
16. Savelyev N. I., Lyzhin A. S., Savelyeva N. N. Genetic diversity of genus Malus Mill. for scab resistance genes // Russian Agricultural Sciences. 2016. Vol. 42. No. 5. P. 310–313. doi: 10.3103/S1068367416050189.
17. Седов Е. Н., Макаркина М. А., Серова З. М. Селекция яблоки на улучшение биохимического состава плодов // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 1. С. 76–84.
18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
19. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др. // под ред. Ермакова А. И. 3 изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение. 1987. 430 с.
20. Черенкова Т. А. Савельева Н. Н. Биохимический состав плодов иммунных к парше сортов яблоки пригодных для получения натуральных высоковитаминных продуктов питания // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014. № 7–8. С. 93–95.

Поступила в редакцию 20.06.2024

После доработки 01.09.2024

Принята к публикации 05.11.2024