

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЯБЛОК РАЗНЫХ СОРТОВ УРАЛЬСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Н.Л. Наумова**, доктор технических наук, доцент

**А.А. Лукин**, кандидат технических наук, доцент

**Е.А. Велисевич**, аспирант

**Н.А. Наумов**, студент

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

**E-mail:** n.naumova@inbox.ru

**Ключевые слова:** яблоки, биологически активные вещества, безопасность, сад интенсивного типа.

**Реферат.** Свежие плоды яблони содержат различные компоненты, в том числе моно-, ди- и полисахариды, органические кислоты, тритерпеноиды, фитостеролы, полифенолы, белок, витамины, макро- и микроэлементы, в которых нуждается человек. Целью исследований явилось изучение биологически активных веществ и безопасности яблок пяти сортов зимнего и осеннего сроков созревания: Первоуральская, Краса Свердловска, Благая весть, Свердловчанин, Экранное – для выявления наиболее ценных плодов с позиций современной нутрициологии. Яблони произрастали в равных климатических и агротехнических (капельный полив и фертигация) условиях ИП ГК(Ф)Х Филипповой А.А. (Челябинская обл., Каслинский р-н, д. Григорьевка). Установлено, что содержание нерастворимых пищевых волокон в яблоках исследуемых сортов не имело резких колебаний, вариабельность показателя составила 14,3 %. Количества витамина С, пектина, полифенолов и флавоноидов, напротив, имели существенную вариативность – до 275, 100, 61 и 50 % соответственно в зависимости от сорта. Показатели безопасности (содержание Hg, Pb, патулина, ГХЦГ, ДДТ) в яблоках не превысили норм ТР ТС 021/2011. Содержание нитратов в плодах было характерно для продукции яблоневых садов интенсивного типа. При этом уровни Pb изменялись от 0,036 до 0,103 мг/кг, нитратов – от 23,4 до 35,4 мг/кг. Повышенные количества исследуемых биологически активных веществ и низкие уровни загрязнителей позволяют отнести яблоки сортов Первоуральская и Краса Свердловска к лучшим плодам данного яблоневого сада.

## BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES AND SAFETY OF APPLES OF DIFFERENT VARIETIES OF THE URAL SELECTION

**N.L. Naumova**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**A.A. Lukin**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

**E.A. Velisevich**, PhD Student

**N.A. Naumov**, Student

South Ural State University (NRU)

**Keywords:** apples, biologically active substances, safety, intensive garden.

**Abstract.** Fresh apple fruits contain various components, including mono-, di- and polysaccharides, organic acids, triterpenoids, phytosterols, polyphenols, protein, vitamins, and macro- and microelements humans need. The purpose of the research was to study the biologically active substances and safety of apples of five varieties of winter and autumn ripening: Pervouralskaya, Krasa Sverdlovskaya, Blagovaya Vesti, Sverdlovchanin, Ekrannoe - to identify the most valuable fruits from the standpoint of modern nutritionology. The apple trees grew in equal climatic and agrotechnical (drip irrigation and fertigation) conditions IP GK(F) H Filippova A.A. (Chelyabinsk region, Kaslinsky district, Grigoryevka village). It was found that the content of insoluble dietary fiber in apples of the studied varieties did not have sharp fluctuations; the variability of the indicator was 14.3%. On the contrary, the amounts of vitamin C, pectin, polyphenols, and flavonoids had significant variability - up to 275, 100, 61, and 50%, respectively, depending on the variety. Safety indicators (content of Hg, Pb, patulin, HCH, DDT) in apples did not exceed the standards of TR CU 021/2011. The nitrate content in fruits was typical for the products of intensive apple orchards. At the same time, Pb levels varied from 0.036 to 0.103 mg/kg, nitrates - from 23.4 to 35.4 mg/kg. Increased amounts of studied biologically active

*substances and low levels of contaminants make it possible to classify apples of the Pervouralskaya and Krasa Sverdlovsk varieties as the best fruits of this apple orchard.*

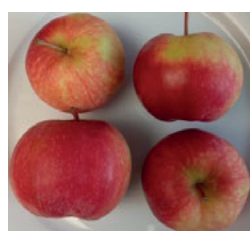
Благодаря привлекательности свойств яблок как для потребителей, так и для производителей яблони культивируют во многих странах и в промышленных масштабах, и в личных хозяйствах населения [1]. Мировое садоводство сегодня развивается по пути создания интенсивных и суперинтенсивных насаждений с применением различных агроприемов – орошения, внесения корневых и внекорневых подкормок, в том числе минеральных удобрений. Известно, что в зависимости от сорта и условий выращивания свежие плоды яблони содержат различные компоненты, в том числе моно-, ди- и полисахариды, органические кислоты, тритерпеноиды, фитостеролы, полифенолы, белок, витамины (А, С, Е,  $\beta$ -каротин), макро- и микроэлементы (Fe, Mg, Ca, Zn, Mn, S, Cu, K), в которых нуждается человек [2, 3]. Биологически активные вещества, присутствующие в яблоках, обладают значительным потенциалом для улучшения здоровья человека, способствуя профилактике сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, атеросклероза, диабета, воспаления и др. [4].

Современное производство яблок в России позволяет решить проблему импортозамещения, что весьма актуально в связи с приостановлением поставок яблок из Польши, Молдовы, Украины и др. В настоящее время известно более 20 тыс. сортов яблок, в РФ и странах СНГ районировано свыше 300 видов [2]. В общем объеме выращиваемых сортов яблони зимние занимают 60 %, осенние – 25, летние – 15 %. Создание новых сортов яблоневых насаждений, способных противодействовать жестоким и долгим зимам, хорошо плодоносить и образовывать плоды хорошего качества, было главной задачей пловодоводов Урала и Сибири. После долгих исследований были созданы сорта для особенных климатических условий Уральского региона, в частности Экранное, Благая весть, Краса Свердловска и др. [5 – 7]. В настоящее время сортимент яблок очень разнообразен, и не всегда потребителю удастся самостоятельно выбрать полезный плод.

Целью исследований явилось изучение биологически активных веществ и безопасности яблок разных сортов уральской селекции для выявления наиболее ценных плодов с позиций современной нутрициологии.

Объектами исследований явились свежие яблоки пяти помологических сортов: Первоуральская, Краса Свердловска, Благая весть, Свердловчанин зимних сроков созревания и Экранное – осеннего срока созревания урожая 2022 г. Данные сорта выведены специалистами Свердловской селекционной станции садоводства (Свердловская обл., г. Екатеринбург). Внешний вид плодов (рисунок) соответствовал требованиям ГОСТ 34314-2017 с акцентом на цветовые особенности окраски кожицы и формы, специфичные для каждого помологического сорта.

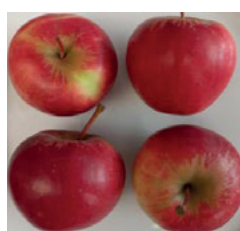
Плодовые деревья произрастали в равных агротехнических и климатических условиях ИП ГК(Ф)Х Филипповой А.А. (бренд «Григорьевские сады», Челябинская обл., Каслинский р-н, д. Григорьевка). Возраст плодовых культур составил 5–6 лет, подвой – вегетативно размножаемый клоновый 54-118, агротехника возделывания – по интенсивным технологиям (капельный полив и фертигация).



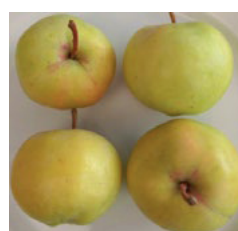
Первоуральская



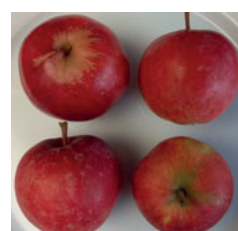
Краса  
Свердловска



Благая весть



Свердловчанин



Экранное

Внешний вид яблок исследуемых сортов

Appearance of apples of the studied varieties

Плоды яблонь отбирали с разных сторон полога в потребительской стадии зрелости. Определяли содержание нерастворимых пищевых волокон (по ГОСТ Р 54014-10), флавоноидов (по Р 4.1.1672-03), витамина С [8], полифенолов [9], пектина [10], токсичных элементов (по МУК 4.1.1482-03), микотоксина патулина (по ГОСТ 34140-17), пестицидов (по ГОСТ 30349-96), нитратов (по МУ 5048-89). Поскольку вещества яблока неодинаково распределены между его кожей, мякотью и семенами, определение исследуемых показателей проводили, измельчая все составные части яблока.

Одним из факторов здорового образа жизни и успешного долголетия считают полноценное и сбалансированное питание, обязательным условием которого является содержание в ежедневном рационе пищевых волокон (ПВ), дефицит которых приводит к серьезным нарушениям здоровья – развитию различных заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), сердечно-сосудистой системы, метаболическим нарушениям углеводного и липидного обмена, избыточной массе тела [11]. Цельные яблоки содержат в среднем от 2 до 3 % ПВ, в состав которых входят растворимые (в основном пектиновые вещества – 0,5–1,6 %) и нерастворимые (0,7–1,6 %) формы – целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин, которые в большем количестве содержатся в кожуре плодов [12 – 15]. Установлено, что количество нерастворимых пищевых волокон не имело резких колебаний (1,4 – 1,6 г/100 г) в исследуемых сортах яблок, вариабельность показателя составила 14,3 % (табл. 1). Содержание пектина при этом имело некоторую изменчивость – от минимального значения (1,2 – 1,3 мг/100 г) у сортов Экранное и Свердловчанин до максимального (2,4 мг/100 г) у сорта Краса Свердловска.

Известно, что пектин предохраняет слизистые ЖКТ от раздражающего действия агрессивных факторов, обеспечивает противовоспалительный эффект, ингибирует рост патогенных микроорганизмов и их адгезию к эпителиальным клеткам, являясь защитным барьером против оппортунистической микробной инвазии во время неблагоприятных для организма моментов (например, стресса).

Он также обладает противовоспалительным, гипогликемическим, противоопухолевым эффектами [16].

Таблица 1

Биологически активные вещества свежих яблок  
Biologically active substances of fresh apples

| Биологически активные вещества            | Сорт           |                   |              |               |           |
|-------------------------------------------|----------------|-------------------|--------------|---------------|-----------|
|                                           | Первоуральская | Краса Свердловска | Благая весть | Свердловчанин | Экранное  |
| Нерастворимые пищевые волокна, г/100 г    | 1,6±0,1        | 1,6±0,1           | 1,4±0,1      | 1,5±0,1       | 1,5±0,1   |
| Пектин, мг/100 г                          | 2,0±0,1        | 2,4±0,1           | 1,8±0,1      | 1,3±0,1       | 1,2±0,1   |
| Полифенолы, ммоль/л экв. галловой кислоты | 0,66±0,01      | 0,65±0,01         | 0,53±0,01    | 0,41±0,01     | 0,43±0,01 |
| Флавоноиды (в пересчете на рутин), %      | 0,05±0,01      | 0,04±0,01         | 0,04±0,01    | 0,05±0,01     | 0,06±0,01 |
| Витамин С, мг/100 г                       | 13,3±1,1       | 16,5±0,6          | 4,8±0,1      | 4,6±0,1       | 4,4±0,1   |

Полифенольные соединения яблок обладают выраженной антиоксидантной, противораковой и гепатопротекторной активностью, ингибируют стеатоз печени и атеросклероз, снижают воспалительные процессы и антибактериальную гликемию [17]. Межсортовое сравнение яблок по количеству полифенолов показало, что относительно высокое (на 61 % больше) содержание этих биологически активных веществ было зафиксировано в плодах Первоуральская и Краса

Свердловска по отношению к яблокам Экранное и Свердловчанин. Доказано, что уровень фенольных веществ в яблоках в большей степени зависит от климатической зоны произрастания, типа почвы, количества солнечных дней, объема выпавших осадков и т. д., но из всех факторов самым значимым является сорт яблок [18]. Однако для количественного уровня флавоноидов в плодах изучаемых сортов данная особенность не была характерной. Несколько большее содержание флавоноидов было определено в яблоках Экранное (0,06 %), меньшее (0,04 %) – в плодах яблонь Краса Свердловска и Благая весть. Известно, что флавоноиды – полифенольные соединения, которые чаще в виде гликозидных форм обнаруживаются во всех частях растений, где они являются вторичными метаболитами и выполняют ряд важных функций, определяя запах, вкус, рост и репродукцию. Среди биологических эффектов флавоноидов выделяют антиоксидантный, противовоспалительный, противоопухолевый, эстрогеноподобный, противодиабетический, противомикробный и др. [19].

Витамин С, содержащийся в яблоках, способствует повышению иммунитета человека, предотвращению развития анемии, проявляя антиоксидантное и омолаживающее действие [20]. Определена существенная вариативность (275 %) величины аскорбиновой кислоты в яблоках исследуемых сортов с преобладанием (16,5 мг/100 г) в Красе Свердловска и относительно низким содержанием (4,4 – 4,8 мг/100 г) в плодах сортов Экранное, Свердловчанин и Благая весть. Известно, что содержание аскорбиновой кислоты в плодах яблони является нестабильным и варьирует в зависимости от степени их зрелости, продолжительности хранения, температурного и водного режимов созревания и др. [21].

Яблони относятся к биологическим объектам, участвующим в циркуляции химических элементов в системе «почва – растение», поэтому они поглощают, в том числе, тяжелые элементы (As, Cd, Cr, Hg, Pb) из почвы, которые зачастую не обладают установленной биологической ролью и даже известны как токсичные в низких концентрациях. Определено (табл. 2), что уровень свинца в яблоках не превысил регламентированной нормы ТР ТС 021/2011, при этом его содержание в плодах Экранное и Свердловчанин было максимальным среди других сортов, что обусловлено интенсивностью поглощения этого элемента яблоней, зависящей от свойств почвы (химического состава, содержания высокодисперсных минеральных и органических веществ, pH, окислительно-восстановительного потенциала и др.), регулирующих процессы мобилизации и иммобилизации соединений элементов [22]. Ртуть в исследуемых яблоках обнаружена не была.

Таблица 2

**Показатели безопасности свежих яблок**  
**Safety indicators for fresh apples**

| Показатели                                   | Норма по ТР ТС 021/2011, не более | Сорт           |                   |              |               |             |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------|--------------|---------------|-------------|
|                                              |                                   | Первоуральская | Краса Свердловска | Благая весть | Свердловчанин | Экранное    |
| Токсичные элементы, мг/кг<br>свинец<br>ртуть | 0,4<br>0,02                       | 0,047±0,001    | 0,047±0,001       | 0,036±0,001  | 0,070±0,002   | 0,103±0,005 |
|                                              |                                   | Не обнаружена  |                   |              |               |             |
| Микотоксин патулин мг/кг                     | 0,05                              | Не обнаружен   |                   |              |               |             |
| Пестициды, мг/кг                             |                                   | Не обнаружены  |                   |              |               |             |
| ГХЦГ (α-, β-, γ-изомеры)                     | 0,05                              |                |                   |              |               |             |
| ДДТ и его метаболиты                         | 0,1                               |                |                   |              |               |             |
| Нитраты, мг/кг                               | Не регламентируется               | 28,1±1,1       | 23,4±1,5          | 30,5±1,7     | 32,3±1,9      | 35,4±1,8    |

Микотоксины являются естественными загрязнителями. Они привлекают внимание из-за их воздействия на здоровье человека, а также огромных экономических потерь для пищевой промышленности из-за снижения урожайности плодовых культур, потери доходов от торговли и др. [23]. В частности, микотоксин патулин, нормируемый в яблоках, оказывает ярко выраженное гепато- и нефротоксическое действие [24]. Исследуемая плодовая продукция была безопасна по причине отсутствия в ней патулина.

Хлорорганические пестициды ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан) и ГХЦГ (гексахлорциклогексан) относятся к числу химических средств защиты растений в многолетних насаждениях для борьбы с различными вредными насекомыми [25]. Поступая с пищей в организм человека, указанные контаминанты проявляют тератогенное, канцерогенное, гормональное, неврологическое свойства [26 – 28]. Данные пестициды не были обнаружены в яблоках изучаемых сортов.

В связи с неконтролируемым использованием азотных удобрений в количестве, не сбалансированном с другими минеральными удобрениями, в садах и приусадебных участках возникла проблема увеличения содержания нитратов в плодово-овощных культурах, в частности, в яблоках [29]. Поступление нитратов в больших количествах может вызвать различные нарушения функционального состояния организма, например, метгемоглобинемию, тканевую гипоксию; установлена также их способность к иммунодепрессивному действию [30]. В нормативных документах (ТР ТС 021/2011, СанПиН 2.3.2.1078-01) отсутствуют сведения о предельно допустимой концентрации нитрат-ионов в яблоках. Однако в литературных источниках описаны следующие нормы: допустимая суточная доза нитратов для взрослого человека 325 – 350 мг, для детей – 50 мг [31]. Суточное потребление нитратов для человека не должно превышать 5 мг на 1 кг массы тела, т. е. не более 350 мг в сутки для человека массой 70 кг [32]. Установлено, что наименьшее количество (23,4 мг/кг) нитратов было свойственно яблокам сорта Краса Свердловска, наибольшее (35,4 мг/кг) – плодам сорта Экранное, что характерно для продукции яблоневых садов интенсивного типа и обусловлено применением азотсодержащих минеральных подкормок и удобрений [29]. Учитывая допустимую суточную дозу потребления нитратов для детей, необходимо внимательно формировать их пищевой рацион с включением исследуемых яблок.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Содержание таких биологически активных веществ, как нерастворимые пищевые волокна, в яблоках исследуемых сортов не имело резких колебаний, вариабельность показателя составила 14,3 %. Количества же витамина С, пектина, полифенолов и флавоноидов, напротив, имели существенную вариативность – до 275, 100, 61 и 50 % соответственно в зависимости от сорта.

2. Показатели безопасности (содержание Hg, Pb, патулина, ГХЦГ, ДДТ) в яблоках не превысили норм ТР ТС 021/2011. Количество нитратов в плодах было характерно для продукции яблоневых садов интенсивного типа. При этом уровни свинца изменялись от 0,036 до 0,103 мг/кг, нитратов – от 23,4 до 35,4 мг/кг.

3. Повышенные количества исследуемых биологически активных веществ и низкие уровни контаминантов позволяют отнести яблоки сортов Первоуральская и Краса Свердловска к лучшим плодам данного яблоневого сада.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *К особенностям мирового и российского производства плодовой продукции (яблок и груш)* / Л.Г. Деменина, А.Б. Петрова, К.А. Савицкая, Л.М. Кавеленова // Самарский научный вестник. – 2018. – Т. 7, № 2 (23). – С. 20–26.

2. Дулов М.И. Биохимический состав и производство яблок в странах мира // Наукосфера. – 2022. – № 2–1. – С. 90–96.
3. Мотылева С.М. Полиэлементный состав плодов некоторых сортов яблони селекции ГНУ «ВНИИСПК» // Аграрный вестник Урала. – 2010. – Т. 75, № 9. – С. 66–70.
4. *Malus domestica*: a review on nutritional features, chemical composition, traditional and medicinal value / J. Patocka, K. Bhardwaj, B. Klimova [et al.] // Plants. – 2020. – № 9 (11). – P. 1408. – <https://doi.org/10.3390/plants9111408>.
5. Джураева Ф.К., Мурсалимова Г.Р., Мережко О.Е. Биохимический состав плодов яблони в качестве генетического источника для селекции на Южном Урале // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 40, № 2. – С. 105–111.
6. Макаренко С.А. Приоритетные направления селекции яблони для районов с суровыми климатическими условиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 8 (178). – С. 28–35.
7. Мазунин М.А., Орешин Е.И. Результаты селекции яблони в Южно-Уральском НИИПОК // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 5. – С. 39–41.
8. Pancham Y.P., Girish B., Sanjay S.S. UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder // Pharma Innovation. – 2020. – Vol. 9 – Is. 5. – P. 5–8.
9. A reproducible, rapid and inexpensive Folin-Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts / N. Cicco, M.T. Lanorte, M. Paraggio, M. Viggiano // Microchemical journal. – 2009. – Vol. 91, Is. 1. – P. 107–110. – <https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.08.011>.
10. Кукин М.Ю. Усовершенствование технологии получения пектина из яблок // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2017. – № 2. – С. 9–17. – <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2017-10-2-9-17>.
11. Slavin J.L., Lloyd B. Health benefits of fruits and vegetables // Advances in Nutrition. – 2012. – Vol. 3, N 4. – P. 506.
12. Dietary fibre content of thirteen apple cultivars / F. Gheys, S.M. Blankenship, E. Young, R. McFeeters // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1997. – Vol. 75. – P. 333.
13. From apple to applesauce: processing effects on dietary fibres and cell wall polysaccharides / M. Colin-Henrion, E. Mehinagic, C.M.G.C. Renard [et al.] // Food Chemistry. – 2009. – Vol. 117, N 2. – P. 254. – <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.109>.
14. Fadaei V., Salehifar M. Some chemical and functional characteristics of dietary fiber from five fiber sources // European Journal of Experimental Biology. – 2012. – Vol. 2, N 3. – P. 525.
15. Gut fermentation of dietary fibres: physico-chemistry of plant cell walls and implications for health / B.A. Williams, L.J. Grant, M.J. Gidley, D. Mikkelsen / International Journal of Molecular Sciences. – 2017. – Vol. 18, N 10. – P. 2203.
16. Колохина А.А. Биологическая активность и фармакологическое применение пектинов // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 37. – С. 974–982.
17. Полифенолы как перспективные биологически активные соединения / Т.Н. Бобрышева, Г.С. Анисимов, М.С. Золоторева [и др.] // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 1. – С. 92–107. – <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-1-92-107>.
18. 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. – <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021039177>.
19. Тутельян В.А., Лашнева Н.В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флавонолы и флавоны: распространенность, пищевые источники, потребление // Вопросы питания. – 2013. – Т. 82, № 1. – С. 4–22.
20. Comparative analysis of endogenous hormones in leaves and roots of two contrasting *Malus* species in response to hypoxia stress / T. Bai, R. Yin, C. Li [et al.] // Journal of Plant Growth Regulation. – 2011. – Vol. 30. – P. 119–127.
21. 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. – № 2. – С. – 115–122. – <https://doi.org/10.14258/jcrpm.2018022205>.
22. Азаренко Ю.А., Ермохин Ю.И. Оценка потенциала поглощения микроэлементов растениями в зависимости от их концентрации в почве // Омский научный вестник. – 2012. – № 2 (114). – С. 150–155.
23. Чернова А.В., Петроченкова А.В., Демиденко Е.О. Исследование проблемы контаминации пищевых продуктов токсигенными микотоксинами // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2023. – Т. 63, № 1. – С. 28–35.
24. Алмухтар О.А.Х., Джабир М.С., Цублова Е.Г. Изменение некоторых биохимических показателей сыворотки крови животных под влиянием патулина // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15, № 6. – С. 148–152. – <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-6-3-11>.
25. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Хоробрых Р.Р. Загрязнение водных объектов остатками хлорорганических инсектицидов ДДТ и ГХЦГ // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2014. – № 1 (73). – С. 68–70.
26. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера / В.П. Чащин, А.А. Ковшов, А.Б. Гудков, Б.А. Моргунов // Экология человека. – 2016. – № 6. – С. 3–8.
27. Tanabe S., Subramanian A. Bioindicators of POPs: monitoring in developing countries. – Kyoto, Japan: Kyoto University Press; Melbourne: Trans Pacific Press – 2006. – 190 p.
28. Следовые концентрации хлорорганических соединений в биологических жидкостях жителей юга Дальнего Востока России / В.Ю. Цыганков, М.В. Ярыгина, О.Н. Лукьянова [и др.] // Экология человека. – 2019. – № 1. – С. 15–19.
29. Некоторые особенности зависимости содержания нитратов в яблоках из садов разного назначения / Е.Е. Слынько, А.Ю. Слынько, А.Н. Мироновский, Н.Г. Ярлыков // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 1 (57). – С. 11–18. – <https://doi.org/10.35694/YARCX.2022.57.1.002>.
30. Дубинина Ю.А., Ремизов Г.М. Сравнительная оценка загрязнения пищевых продуктов нитратами // Амурский научный вестник. – 2016. – № 1. – С. 70–77.
31. Овоци и нитраты / ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области [Электронный ресурс.] – URL: <http://cgie.62.rospotrebnadzor.ru/content/1216/63040> (дата обращения: 11.11.2023).
32. Реутов В.П. Нитратно-нитритный фон существования современного человека и продолжительность жизни // Евразийское научное объединение. – 2016. – Т. 1, № 3 (15). – С. 68–76.

## REFERENCES

1. Demenina L.G., Petrova A.B., Savickaya K.A., Kavelenova L.M., *Samarskij nauchnyj vestnik*, 2018, Vol. 7, No. 2 (23), pp. 20–26. (In Russ.)
2. Dulov M.I. *Naukosfera*, 2022, No. 2–1, pp. 90–96. (In Russ.)
3. Motyleva S.M. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2010, Vol. 75, No. 9, pp. 66–70. (In Russ.)
4. Available at: <https://doi.org/10.3390/plants9111408>.
5. Dzhuraeva F.K., Mursalimova G.R., Merezhko O.E., *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 2014, Vol. 40, No. 2, pp. 105–111. (In Russ.)
6. Makarenko S.A. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.*, 2019, No. 8 (178), pp. 28–35. (In Russ.)
7. Mazunin M.A., Oreshin E.I., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, No. 5, pp. 39–41. (In Russ.)
8. Pancham Y.P., Girish B., Sanjay S.S. UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder, *Pharma Innovation*, 2020, Vol. 9 (5), P. 5–8.
9. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.08.011>
10. Available at: <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2017-10-2-9-17>
11. Slavin J.L., Lloyd B. Health benefits of fruits and vegetables, *Advances in Nutrition*, 2012, Vol. 3, N 4, P. 506.
12. Gheyas F., Blankenship S.M., Young E., McFeeters R. Dietary fibre content of thirteen apple cultivars, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1997, Vol. 75, P. 333.

13. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.109>.
14. Fadaei V., Salehifar M. Some chemical and functional characteristics of dietary fiber from five fiber sources, *European Journal of Experimental Biology*, 2012, Vol. 2, N 3, P. 525.
15. Williams B.A., Grant L.J., Gidley M.J., Mikkelsen D. Gut fermentation of dietary fibres: physico-chemistry of plant cell walls and implications for health, *International Journal of Molecular Sciences*, 2017, Vol. 18, N 10, P. 2203.
16. Kolohina A.A. *Biologicheskaya aktivnost' i farmakologicheskoe primeneniye pektinov* (Biological activity and pharmacological application of pectins), Innovations. The science. Education, 2021, No. 37, pp. 974-982. (In Russ.)
17. Available at: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-1-92-107>
18. Available at: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021039177>
19. Tutel'yan V.A., Lashneva N.V., *Voprosy pitaniya*, 2013, Vol. 82, No. 1, pp. 4–22. (In Russ.)
20. Bai T., Yin R., Li C., Ma F., Yue Z., Shu H. Comparative analysis of endogenous hormones in leaves and roots of two contrasting *Malus* species in response to hypoxia stress, *Journal of Plant Growth Regulation*, 2011, Vol. 30, P. 119–127.
21. Available at: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2018022205>
22. Azarenko Yu.A., Ermohin Yu.I., *Omskij nauchnyj vestnik*, 2012, No. 2 (114), pp. 150–155. (In Russ.)
23. Chernova A.V., Petrochenkova A.V., Demidenko E.O., *Nauchnye trudy Dal'rybvтуza*, 2023, Vol. 63, No. 1, pp. 28-35. (In Russ.)
24. Available at: <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-6-3-11>
25. Galiulin R.V., Galiulina R.A., Horobryh R.R., *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie*, 2014, No. 1 (73). pp. 68–70. (In Russ.)
26. Chashchin V.P., Kovshov A.A., Gudkov A.B., Morgunov B.A., *Ekologiya cheloveka*, 2016, No. 6, pp. 3–8. (In Russ.)
27. Tanabe S., Subramanian A. *Bioindicators of POPs: monitoring in developing countries*, Kyoto, Japan: Kyoto University Press, Melbourne: Trans Pacific Press, 2006, 190 p.
28. Cygankov V.YU., Yarygina M.V., Luk'yanova O.N., Boyarova M.D., Erofeeva N.I., Gamova S.V., Gumovskij A.N., Kiku P.F., *Ekologiya cheloveka*, 2019, No. 1, pp. 15–19. (In Russ.)
29. Available at: <https://doi.org/10.35694/YARCX.2022.57.1.002>
30. Dubinina Yu.A., Remizov G.M., *Amurskij nauchnyj vestnik*, 2016, No. 1, pp. 70–77. (In Russ.)
31. Available at: <http://cgie.62.rospotrebnadzor.ru/content/1216/63040> (November 11, 2023).
32. Reutov V.P. *Evrazijskoe nauchnoe ob"edinenie*, 2016, Vol. 1, No. 3 (15), pp. 68–76. (In Russ.)