

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.1.7-24>
УДК 635.21:631.524.6



Состояние и перспективы селекции картофеля с высокой антиоксидантной активностью в России и мире (обзор)

© 2026. Н. В. Гулаева, А. Л. Бакунов , [А. В. Милехин](#), [С. Л. Рубцов](#),
А. А. Вязовой

ФГБУН Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, г. Самара, Российская Федерация

Цель обзора – провести анализ результатов научных исследований по влиянию на здоровье человека антиоксидантной активности картофеля, рассмотреть современные подходы к селекции картофеля с высокой антиоксидантной активностью. Картофель с ярко окрашенной кожурой и мякотью клубней является источником важнейших природных антиоксидантов (антоцианы, каротиноиды, фенольные соединения, витамины и т. д.). Потребление антиоксидантов с пищей на регулярной основе защищает человека от преждевременного старения, снижает риск ишемической болезни сердца, замедляет атеросклеротические процессы, предупреждает сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет, язву двенадцатиперстной кишки, артрит, ожирение, патологии зрения, различные виды рака и многие другие заболевания, а также эффективно укрепляет иммунитет. С применением современных молекулярно-генетических подходов в селекции картофеля содержание антиоксидантов можно повысить в несколько раз (до 2000–4000 мкг/кг). Основой для такой селекции служат преимущественно южноамериканские формы с высоким содержанием антоцианов и каротиноидов. Повышение эффективности селекции по признакам окраски мякоти клубня (красная, синяя или фиолетовая) соотносят с разработкой ДНК-маркеров для выявления аллелей ключевых генов биосинтеза антоцианов, который у картофеля контролируется преимущественно транскрипционным комплексом MYB-bHLH-WD40 (MBW). С данным признаком связывают два основных гена StAN1 и StF3'5'H и следующие ферменты: халконсинтазы (CHS); халконфлаванонизомеразы (CHI); дигидрофлавонол-4-редуктазы (DFR); флавонон-3-гидроксилазы (F3H); флавоноид-3'-гидроксилазы (F3'H); флавоноид-3',5'-гидроксилазы (F3'5'H); антоцианидинсинтазы (ANS). Прогресс в области изучения молекулярных механизмов антоциановой пигментации, а также развитие современных молекулярно-генетических методов в значительной степени позволят облегчить многие задачи селекционного процесса при создании сортов картофеля с повышенным содержанием антиоксидантов.

Ключевые слова: антиоксиданты, селекция картофеля, антоцианины, флавоноиды, фенольные кислоты, каротиноиды

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН Самарский федеральный исследовательский центр РАН (тема № FMRW-2025-0015).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гулаева Н. В., Бакунов А. Л., [Милехин А. В.](#), [Рубцов С. Л.](#), Вязовой А. А. Состояние и перспективы селекции картофеля с высокой антиоксидантной активностью в России и мире (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2026;27(1):7–24. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.1.7-24>

Поступила: 11.08.2025 Принята к публикации: 26.01.2026 Опубликовано онлайн: 27.02.2026

The state and prospects of breeding potato with high antioxidant activity in Russia and in the world (review)

© 2026. Nadezhda V. Gulaeva, Alexey L. Bakunov , [Alexey V. Milekhin](#),
[Sergey L. Rubtsov](#), [Artiom A. Vyazovoy](#)

Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
г. Самара, Российская Федерация

The purpose of the review is to analyze the results of scientific research on the effect of antioxidant activity of potatoes on human health, to consider modern approaches to breeding potato with high antioxidant activity. Potato with brightly colored peel and tuber flesh is a source of the most important natural antioxidants (anthocyanins, carotenoids, phenolic compounds, vitamins, etc.). The consumption of antioxidants with food on a regular basis protects a person from premature aging, reduces the risk of coronary heart disease, slows down atherosclerotic processes, prevents cardiovascular diseases, diabetes mellitus, duodenal ulcer, arthritis, obesity, visual pathologies, various types of cancer and many other diseases, and also effectively strengthens the immune system. With the use of modern molecular genetic approaches in potato breeding the content of antioxi-

dants can be increased several times (up to 2000–4000 mg/kg). The bases for such breeding are mainly South American forms with high content of anthocyanins and carotenoids. An increase in the efficiency of breeding based on the color of tuber flesh (red, blue, or violet) is correlated with the development of DNA markers to identify alleles of key genes of anthocyanin biosynthesis. The biosynthesis of anthocyanins in potatoes is mainly controlled by the MYB-bHLH-WD40 (MBW) transcription complex. Two main genes are associated with this trait *StAN1* and *StF3'5'H* and the following enzymes: chalcon synthase (*CHS*); chalconlavanone isomerase (*CHI*); dihydroflavonol-4-reductases (*DFR*); flavonone-3-hydroxylases (*F3H*); flavonoid-3'-hydroxylases (*F3'H*); flavonoid-3',5'-hydroxylases (*F3'5'H*); anthocyanidin synthases (*ANS*). Progress in the study of the molecular mechanisms of anthocyanin pigmentation, as well as the development of modern molecular genetic methods, will greatly facilitate many tasks of the breeding process when creating potato cultivars with a high content of antioxidants.

Keywords: antioxidants, potato breeding, anthocyanins, flavonoids, phenolic acids, carotenoids

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in accordance with the State Research Plans of the Samara Federal Research Scientific Center RAS (theme No. FMRW-2025-0015).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert assessment of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Gulaeva N. V., Bakunov A. L., Milekhin A. V., Rubtsov S. L., Vyazovoy A. A. The state and prospects of breeding potato with high antioxidant activity in Russia and in the world (review). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2026;27(1):7–24. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.1.7-24>

Received: 11.08.2025

Accepted for publication: 26.01.2026

Published online: 27.02.2026

В настоящее время в селекционных программах картофеля все большее внимание уделяется повышению качества, диетической ценности картофеля и продуктов его переработки. Это связано с необходимостью улучшения качества питания человека – снижение калорийности пищи и увеличение содержания полноценного белка, витаминов, минералов, антиоксидантов и т. д. [1, 2, 3].

Начиная с 90-х годов, в нашей стране и во всем мире проводятся обширные исследования по определению антиоксидантных свойств различных растительных объектов, как наиболее перспективных источников антиоксидантов [4, 5, 6].

Внимание ученых привлекает картофель с цветной окраской мякоти клубней (темно-синей, фиолетовой, ярко-красной, ярко-розовой), который обладает ценным биохимическим составом и содержит большое количество антиоксидантов [1, 3, 7].

Антиоксиданты – это вещества, ингибирующие окисление органических соединений. Они нейтрализуют свободные радикалы и другие активные формы кислорода, образующиеся в результате клеточного метаболизма. Свободные радикалы – нестабильные химические частицы, имеющие в своей структуре неспаренные электроны. Активно взаимодействуют с другими атомами и молекулами клетки для захвата недостающего электрона. В результате частица с отобраным электроном сама превращается в свободный радикал, запуская цепную реакцию. Процесс окисления быстро нарастает, повреждаются клетки и их компо-

ненты (ДНК, РНК, белки, липиды, митохондрии), возникает окислительный стресс, т. е. состояние, при котором в организме образуется слишком много свободных радикалов. Антиоксидантные молекулы поставляют недостающие электроны для активных форм кислорода и, таким образом, нормализуют баланс окислительно-восстановительных реакций [4, 5, 8].

Антиоксиданты замедляют процессы старения, улучшают внешний вид и здоровье кожи, поддерживают общий иммунитет, служат для профилактики заболеваний сердца и сосудов, помогают в борьбе с сахарным диабетом, избыточным весом, онкологическими заболеваниями, гипертонией и многими другими [3, 4, 5].

По различным данным [3, 7, 9], картофель с яркой синей, фиолетовой или красной окраской мякоти клубней обладает до 5 раз большей антиоксидантной активностью, чем белый или желтый аналоги. Наибольшее содержание антиоксидантов отмечается в яркоокрашенной кожуре картофеля, при этом наибольшее значение имеет повышенное содержание антиоксидантов в мякоти клубней этой важнейшей производственной культуры [2, 10].

Устойчивость к болезням и высокая адаптивность картофеля с яркоокрашенной кожурой и мякотью к различным климатическим условиям позволили ему развиваться в течение тысячелетий. Сегодня культуру активно выращивают в Северной и Южной Америке, Канаде, а также по всей Европе и Азии. Российские селекционеры цветным картофелем начали заниматься совсем недавно – с начала 2000-х годов, но первые упоминания

нания о нем были обнаружены еще в XIX веке (в каталоге Грачева, 1896 г.). Сейчас существует несколько десятков сортов цветного картофеля как российской, так и зарубежной селекции [11, 12, 13].

Доказано, что клубни картофеля синей, фиолетовой или ярко-розовой окраски эффективнее усваивают азот и фосфор из почвы, лучше приспособляются к неблагоприятным условиям среды (избыточному УФ-излучению, засухе, засолению почвы) по сравнению с белыми и желтыми клубнями. Они более устойчивы к грибным заболеваниям, меньше поражаются мокрой гнилью и проявляют широкую антимикробную активность. Это обусловлено тем, что в зоне инфицирования происходит локальное окисление фенольных соединений (антоцианов) с последующей программируемой гибелью клеток (реакция сверхчувствительности) [2].

Таким образом, создание сортов картофеля, обладающих антиоксидантными свойствами, имеет важное значение, так как способствует распространению ценного продукта среди различных слоев населения и его использованию в лечебно-профилактических целях [5, 7, 14].

Цель обзора – провести анализ результатов научных исследований по влиянию на здоровье человека антиоксидантной активности картофеля, рассмотреть современные подходы к селекции картофеля с высокой антиоксидантной активностью.

Материал и методы. Для написания работы использовали публикации в специализированных изданиях, интернет-источниках и научных библиотеках в период с 1998 по 2024 г. Поиск научных статей осуществляли путем мониторинга следующих электронных библиотечных систем: eLIBRARY.RU, CYBERLENINKA.RU, СЭБиЗ (сельскохозяйственная электронная библиотека знаний), AgriLib. В работе использованы сравнение (эмпирический метод), анализ и синтез (комплексно-комбинированные методы).

Основная часть. Антиоксиданты, их значение в питании человека. В последние годы мировое научное сообщество все больше подчеркивает важность питания в подавлении и профилактике различных заболеваний, а также улучшении состояния человека. Большое внимание стали уделять фитохимическому составу растений, так как одной из

причин многих заболеваний является недостаточно высокое качество питания и значительный дефицит ценных питательных веществ (витаминов, минералов, различных групп флавоноидов и т. д.), обладающих важными антиоксидантными свойствами [1, 11, 12].

Антиоксиданты подразделяют на три основные группы:

1. Ферментные: супероксиддисмутаза (СОД), каталаза и глутатионпероксидазы.

2. Природные: витамины (А, С, Е), флавоноиды (пигменты растений), фенольные кислоты, танин, микроэлементы (селен, медь, марганец, цинк).

3. Синтетические (искусственные): пробукол, дибунол, диметилсульфоксид, соединения селена.

Среди них самыми сильными считаются природные антиоксиданты – флавоноиды (антоцианы), каротиноиды, фенольные кислоты, лигнаны, витамины (С, Е, провитамин А), микроэлементы (селен) и другие [1]. Важно отметить, что в организме человека они практически не синтезируются, поступают только с пищей [13].

Антиоксиданты являются неотъемлемой частью здорового и полноценного питания наряду с важнейшими макро- и микронутриентами. Потребление антиоксидантов с пищей на регулярной основе защищает человека от множества опасных болезней, преждевременного старения, а также эффективно укрепляет иммунитет [1, 8, 13].

Таким образом, антиоксиданты поддерживают природный баланс в организме человека и выполняют множество функций:

- прерывают цепную реакцию окисления, нейтрализуя свободные радикалы кислорода;

- защищают нервные рецепторы и ткани, клеточные оболочки и другие структуры внутри клетки от повреждений;

- поддерживают работу ДНК, РНК, снижают риск мутаций;

- помогают восстанавливаться другим антиоксидантам;

- ингибируют накопление холестерина в сыворотке крови;

- снижают риск ишемической болезни сердца, значительно замедляют атеросклеротические процессы, предупреждают сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет, язву двенадцатиперстной кишки, артрит, ожирение, патологии зрения, различные виды рака и многие другие заболевания [2, 12, 14].

Картофель, как одна из наиболее распространенных и экономически значимых сельскохозяйственных культур, приобретает особую актуальность в контексте создания сортов с повышенной питательной ценностью [15]. Научными исследованиями [11, 12] показано, что антиоксиданты картофеля с пигментированной мякотью клубней эффективно подавляют вредное воздействие избыточного содержания в биологических жидкостях человека свободных радикалов и реакционных кислородных и азотных соединений. В работах [3, 9, 10] отмечено, что картофель с пурпурной окраской клубня обладает гипотензивными свойствами и способен снизить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта у пациентов с гипертонией. В обзоре [16] отмечается, что экстракты из картофеля защищают от повреждений печень и предотвращают окислительный стресс эритроцитов. Исследования на крысах показали, что потребление порошка из мякоти картофеля пурпурного цвета способствовало снижению содержания липидов в крови у животных с диабетом, а также нормализации уровня холестерина, инсулина и глюкозы в сыворотке крови [17]. Другое исследование на крысах продемонстрировало, что экстракт из картофеля может замедлять развитие рака молочной железы [18]. Также предполагается, что полифенолы, содержащиеся в мякоти пигментированного картофеля, могли бы способствовать снижению уровня окислительного стресса и воспалительных процессов у людей [17, 19].

В обзоре [20] описано антиоксидантное, антипролиферативное гиполипидемическое, гипотензивное действия картофельного сока. Показано также положительное влияние компонентов картофельного сока на процессы пищеварения, микробиоту кишечника, содержание инсулина и глюкагоноподобного пептида-1 в сыворотке крови.

Сбалансированное по своему составу и качественное питание защищает наше здоровье тем, что усиливает естественные защитные силы организма, созданные природой, за счет таких систем, как антиоксидантная и иммунная [11, 14, 16].

Химический состав картофеля. Особенности биохимического состава клубней картофеля с пигментированными кожурой и мякотью. По содержанию всех питательных веществ картофель, несомненно, один из самых

сбалансированных продуктов питания, источник длинных углеводов, многих витаминов, минералов, ценного крахмала и прочих веществ [1, 21]. К недостаткам можно отнести высокое содержание калорий и углеводов, совсем малое – клетчатки и жиров. Информация о составе картофеля, условиях его выращивания и переработки отражена в работах [12, 14, 22, 23].

В настоящее время состав картофеля хорошо известен, однако он сильно колеблется в зависимости от генетики (сорта), условий выращивания, окружающей среды, почвы, зрелости клубней, сроков и условий хранения [21, 24].

По различным данным [3, 7, 12], в зависимости от сорта, в клубнях картофеля содержится в среднем 15–35 % сухого вещества, 12–29 % крахмала, 1–2 % белка (в новых отечественных сортах Индиго, Фиолетовый – до 3,2 %), около 1 % минеральных соединений, 0,2–0,4 % редуцирующих сахаров, до 25 мг/100 г витамина С.

Картофель содержит мало жиров (менее 0,1 %), холестерина (в свежем виде процентное содержание холестерина близко к нулю) и клетчатки (1–2 %). Среди корнеплодов – самый богатый источник белка с ценным составом незаменимых аминокислот (таких как метионин, валин, лизин, фенилаланин, триптофан, лейцин, изолейцин, треонин, которые не синтезируются в организме человека и животных). Крахмал в картофеле двух типов полимеров глюкозы: высоко разветвленный амилопектин (70–80 % от общего содержания крахмала) и линейная амилоза (20–30 %) [1, 14, 21].

Картофель – источник витаминов, полезных для человека, особенно водорастворимых, содержание которых в клубнях подвергается большим колебаниям. Особое значение имеет относительно высокое содержание витамина С [25, 26]. При ежедневном употреблении 200 г картофеля можно удовлетворить 70 % суточной потребности в витамине С, в В1 – на 20 % (0,08 мг/100 г), В2 – на 8 % (0,04 мг/100 г), В6 – на 36 % (0,24 мг/100 г), В9 – на 12 % (0,007 мг), пантотеновой кислоте – на 16 % [27, 28].

В состав картофеля также входит значительное количество калия, магния, фосфора, кальция, натрия и других микроэлементов. При ежедневном употреблении 200 г картофеля можно удовлетворить 30 % дневной нормы потребности человека в калии, 20 % – в магнии, 17 % – в фосфоре, 15 % – в меди, 14 % – в железе, 13 % – в марганце, 8 % – в натрии, 6 % – в кальции, 6 % – в йоде, 3 % – во фторе [28, 29].

В картофеле имеется холин, помогающий работе мозга, нервов, мышц, развитию памяти и обучению. В 100 г свежего картофеля содержится 11–53 мг холина [1].

В таблице 1 приведены данные о химическом составе картофеля [28].

Биохимический состав клубней картофеля с пигментированной кожурой и мякотью отличается повышенным содержанием антоцианов, каротиноидов, фенольных и хлорогеновых кислот, токоферолов, многих витаминов (С, В1, В2, В6, Е, А), минералов (калий, магний, железо, кальций), клетчатки, белка. К примеру, по данным [7], сорта Десерт, Монах, Сюрприз, Фиолетовый с интенсивно окрашенной мякотью клубней имеют повышенную концентрацию протеина – 3,19–3,75 % (табл. 2) [7, 9]. Важной особенностью такого картофеля является низкое содержание крахмала (у некоторых сортов эта величина не превышает 10,48–11,22 %) и сахаров, что делает его ценным диетическим продуктом, разрешенным к употреблению при сахарном диабете и заболеваниях поджелудочной железы [1, 7, 10].

В мякоти цветного картофеля накапливается в полтора-два раза больше витамина С в сравнении с белым или желтым картофелем – в 300 г клубней почти суточная норма. В синем или фиолетовом картофеле содержится также повышенное количество витаминов группы В (В1, В2, В3, В5, В6, В8, В9), Е и К. Следует отметить, что инозитол (витамин В8) обладает сильнейшими антиоксидантными свойствами (защищает клетки и клеточные мембраны от повреждения свободными радикалами и токсинами), блокирует отложение холестерина. По его содержанию (до 30 мг на 100 г) вареный картофель превосходит многие овощи и фрукты, уступая только цветной капусте, брокколи и луку. В пигментированном картофеле доминирует α -токоферол витамина Е (0,06–0,19 мг/100 г). Среди других токоферолов он обладает самой высокой биологической и антиоксидантной активностью. γ -токоферол и α -токотриенол присутствуют в незначительных количествах [30, 31].

Микроэлементы яркоокрашенного картофеля представлены кальцием, калием, железом, магнием, фосфором, натрием, серой. В небольших количествах присутствуют в клубнях йод, селен, фтор, бор, кобальт, цинк, медь, марганец. Суточной нормой цветного картофеля можно компенсировать до 60 % потребности организма в железе и меди, до 35 % – в фосфоре, до 30 % – в марганце, до 14 % – в цинке [28].

Таким образом, благодаря ценному составу и комплексу положительных пищевых свойств картофель с яркоокрашенной кожурой и мякотью клубней может широко использоваться для диетических целей и здорового питания человека.

Антиоксидантный состав картофеля.

Основные группы веществ с антиоксидантной активностью, содержащиеся в клубнях с розовой, синей или фиолетовой мякотью картофеля: фенольные соединения, такие как фенольные кислоты и антоцианы, каротиноиды, хлорогеновые кислоты, витамины С, Е, А. Изучению биологической роли и определению суммарного содержания полифенолов-антиоксидантов в картофеле посвящены многие работы [3, 32, 33]. К примеру, авторы [3] зафиксировали наибольшие концентрации фенольных соединений в кожуре следующих цветных сортов: Тайфун ($152,40 \pm 32,07$ мг/100 г сырой массы), Фиолетовый ($200,08 \pm 2,72$), Сюрприз ($211,32 \pm 10,46$), Монах ($374,21 \pm 39,50$), по которым они не уступат зарубежным аналогам.

В таблице 3 приведены основные классы антиоксидантных соединений, присутствующих в клубнях картофеля с ярко выраженной синей, фиолетовой или розовой окраской мякоти [1].

Флавоноиды. К наиболее многочисленной и распространенной группе фенольных соединений относятся флавоноиды – фитохимические соединения, содержащиеся в различных частях растений (всего известно более 6500 видов флавоноидов). Существует 10 основных групп флавоноидов: флавоны, изофлавоны, флавонолы, антоцианы и антоцианиды, лейкоантоцианиды, ауроны, халконы, дигидрохалконы, катехины. Особая структура флавоноидов – бензольные кольца и ОН-радикалы реализуется в их высокой антиоксидантной активности [6, 34, 35]. В растениях флавоноиды – типичные пигментные красители.

Многочисленными исследованиями доказано, что в красных, фиолетовых или синих клубнях содержится в несколько раз больше флавоноидов, чем в желтых или белых (от 200 до 300 мкг/г свежей массы клубней) [9, 26, 29]. В картофеле с яркоокрашенной кожурой и мякотью клубней преобладают следующие флавоноиды: эродиктиол, кемпферол, катехин, эпикатехин и нарингенин [30, 36]. Во многих обзорах отмечают, что флавоноиды сильно различаются по своей антиоксидантной активности: к примеру, кверцетин в три раза более эффективен в качестве антиоксиданта, чем кемпферол и эродиктиол, и в два раза эффективнее катехина [31, 32, 33].

Таблица 1 – Среднее содержание важных питательных веществ в 100 г съедобной массы клубней столового картофеля при уборке [28] / Table 1 – The average content of important nutrients in 100g of edible mass of table potato tubers at harvest [28]

Основные составные части, г / The main components, g	Минеральные вещества, мг / Mineral substances, mg		Витамины, мг / Vitamins, mg		Органические кислоты, мг / Organic acids, mg
	Калий / Potassium	С (аскорбиновая кислота) / C (ascorbic acid)	В1 (тиамин) / B1 (thiamine)	Лимонная / Lemon	
Вода / Water	77,8	445,0	17,0	510	
Углеводы / Carbohydrates	14,8	10,0	0,11		
Крахмал / Starch	14,1	50,0	0,045		
Глюкоза / Glucose	0,24	25,0	0,04		
Фруктоза / Fructose	0,17	10,0	0,21		Яблочная /Apple
Сахароза / Sucrose	0,30	0,8	0,007		
Сырой протеин / Crude protein	2,1	0,15	1,22		
Сырой жир / Crude fat	0,1	0,15	0,06		
		Цинк / Zinc	0,05		
		Фтор / Fluorine	0,01		Салициловая / Salicylic acid
		Йод / Iodine	0,004		
		Селен / Selenium	0,004		

Таблица 2 – Уровень биохимических показателей некоторых сортов картофеля с различной пигментацией мякоти клубней (2019–2020 гг.) [7] / Table 2 – The level of biochemical indicators of some potato cultivars with different pigmentation of tuber flesh (2019–2020) [7]

Сорт / Cultivar	Окраска / Colour		Биохимические показатели картофеля клубней / Biochemical parameters of tubers					
	кожуры клубней / of tuber peels	мякоти клубней / of tuber flesh	крахмал, % / starch, %	сырой протеин, % / crude protein, %	витамин С, мг% / vitamin C, mg%	антоцианы, % на 100 г сухого в-ва / anthocyanins, % per 100 g of crude matter	каротиноиды, % на 100 г сухого в-ва / carotenoids, % per 100 g of crude matter	флавоноиды, мг на 100 г сырого в-ва / flavonoids, mg per 100 g of crude matter
Удача (контроль) / 'Udacha' (control)	Светло-желтая / Light yellow	Белая / White	13,72	1,86	14,71	0,0	0,74	30,11
Юбилей / 'Yubilyar'	Красная / Red	Желтая / Yellow	15,43	2,11	21,42	0,0	17,28	40,17
Сюрприз / 'Suypriz'	Красная / Red	Ярко-розовая / Bright pink	11,22	3,42	22,97	2,48	26,84	50,31
Десерт / 'Desert'	Красная / Red	Розовая / Pink	11,74	3,19	21,78	9,39	22,13	42,72
Фиолетовый / 'Phioletovyy'	Сине-фиолетовая / Blue-violet	Фиолетовая / Violet	12,92	3,62	26,40	14,32	0,0	58,49
Монах / 'Monakh'	Сине-фиолетовая / Blue-violet	Ярко-фиолетовая / Bright violet	10,48	3,75	25,84	16,94	0,0	64,81
	НСР ₀₅ / LSD ₀₅		2,05	0,84	3,17	0,75	1,17	4,21

Таблица 3 – Список антиоксидантов, присутствующих в картофеле с ярко выраженной окраской (синей, фиолетовой или розовой) мякоти клубней [1] /

Table 3 – List of antioxidants present in potatoes with vividly colored tuber flesh (blue, violet or pink) [1]

Класс соединений / Classe of compounds	Индивидуальные соединения / Individual compounds
Антоцианины / Anthocyanins	Гликозиды пеларгонидина, пеонидина, петунидина и мальвидин. Пеларгонидин и мальдивин присутствуют также в виде агликонов, т. е. без сахарных остатков / Glycosides of pelargonidine, peonidine, petunidine and malvidine. Pelargonidin and maldivin are also present as aglycones, i.e. without sugar residues
Флавоноиды / Flavonoids	Рутин, кемпферол-3-рутинозид, гликозид кверцетина, катехин, эпикатехин, кверцетин, изокверцетрин, нарингенин, эродиктиол / Rutin, kaempferol-3-rutinoside, quercetin glycoside, catechin, epicatechin, quercetin, isoquercetin, naringenin, erodictyol
Фенольные кислоты / Phenolic Acids	Хлорогеновая, криптохлорогеновая, неохлорогеновая, кофейная, кумариновая, протокатехиновая, ванилиновая, феруловая, галловая, п-гидроксибензойная, эллаговая / Chlorogenic, cryptochlorogenic, neochlorogenic, coffee, coumarin, protocatechin, vanillin, ferulic, gallic, p-hydroxybenzoic, ellagic
Каротиноиды / Carotenoids	Лутеин, зеаксантин, ликопин, бета-криптоксантин, альфакаротин, бета-каротин / Lutein, zeaxanthin, lycopene, beta-cryptoxanthin, alphacarotene, beta-carotene

Антоцианы. Антоцианы, или антоцианины – широкая группа водорастворимых полифенольных растительных пигментов, которые обуславливают красную, синюю или фиолетовую окраску различных частей растений и клубней картофеля. Они относятся к классу флавоноидов и представляют собой гликозиды катионов флавилия – антоцианидинов (2-фенилбензопирилия) [37, 38, 39, 40].

Во многих исследованиях отмечено, что ни один класс природных веществ не оказывает такого многочисленного и разнообразного воздействия на биологическую и антиоксидантную активность клеток человека и животных, как биофлавоноиды [41, 42, 43]. Красные клубни содержат гликозиды пеларгонидина и пеонидина, фиолетовые – гликозиды мальвидина и петунидина [40, 44, 45]. Они не имеют свойства накапливаться и храниться в организме, что обуславливает необходимость ежедневного приема пищи, богатой антоцианами [42, 46]. По данным [2], содержание антоцианов в окрашенных клубнях картофеля (от 5,5 до 35 мг на 100 г сухой массы) выше, чем у лука, моркови, болгарского перца, баклажана и сопоставимо с их содержанием у черники, ежевики, черной смородины, бузины черной, клюквы и красного винограда – культур рекордсменов по данным соединениям. Во многих обзорах отмечают, что после кулинарной обработки количество антоцианов снижается слабо, либо не изменяется [1, 2, 4]. Интересные результаты были получены также при изучении антиоксидантной активности запеченного картофеля – установлено, что в печеном картофеле антиок-

сидантная активность была выше, чем в сыром за счет активной экстракции антиоксидантов в ходе процесса выпекания [1]. При хранении картофеля количество антоцианов также снижается незначительно [2]. Антоциановые пигменты могут синтезироваться в кожуре и мякоти клубней картофеля (табл. 4), окрашенными могут быть все части растения: цветки, листья, стебли и глазки [3, 38].

Каротиноиды – углеводородные органические пигменты желтого, оранжевого или красного цвета. Как и антоцианы, каротиноиды обладают мощнейшими антиоксидантными свойствами. Они являются провитаминами А или метаболическими предшественниками витамина А [1, 9]. Наиболее важный среди них – β-каротин. Каротиноидные пигменты включают две группы близких веществ по своей структуре: каротины, ксантофиллы, а также некоторые продукты циклизации и потери части углеродного скелета ликопина. В сортах картофеля с белой мякотью каротиноиды практически отсутствуют, найдены в основном ксантофиллы, а β-каротин находится в очень небольших количествах (до 0,65 мкг/г сухого вещества) [1]. При термической обработке картофеля (варке или запекании) каротиноиды почти полностью разрушаются. Наиболее термостабильными считаются лютеин и липофильные соединения. Клубни картофеля с яркой желтой, оранжевой, фиолетовой или красной окраской превосходят белые аналоги по суммарному содержанию каротиноидов в несколько раз. В работе [7] показано, что у сортов с яркоокрашенной желтой, оранжевой или

ярко-розовой кожурой и мякотью клубней концентрация каротиноидов повышенная – 10,41–26,8 % на 100 г сухого вещества. По результатам другого исследования [3], сум-

марное содержание каротиноидов на 100 г следующее: клубни с белой мякотью – 50–100 мг, с ярко-жёлтой – до 200 мг, с ярко-оранжевой, красной или красно-фиолетовой – 500–700 мг.

Таблица 4 – Содержание антоцианов у сортов картофеля с фиолетовой и сине-фиолетовой окраской кожуры, мг/кг (методы ВЭЖХ и МС-МС масс-спектрометрии; n = 3, M±t_{0,05}½xSEM, 2018–2021 гг.) (по данным [40]) / Table 4 – Anthocyanin content in some potato cultivars with violet and blue-violet peel color, mg/kg (HPLC and MS-MS mass spectrometry methods; n = 3, M±t_{0,05}½xSEM, 2018–2021) (according to [40])

Сорт / Cultivar	Антоциан / Anthocyanin	Клубень / Tuber	Кожура / Peel	Мякоть / Flesh
Черный Принц / 'Chernyi Prints'	Цианидин-3-глюкозид / Cyanidin-3-glucoside	54,3±0,2	70,8±0,2	10,3±0,2
	Цианидин-3-рамнозил-5-Глюкозид / Cyanidin-3-rhamnosyl-5-glucoside	25,9±0,2	30,4±0,2	< 0,5
	Петунидин-3-глюкозид / Petunidine-3-glucoside	102,9±0,3	140,7±0,3	24,1±0,3
Василек / 'Vasilek'	Дельфинидин-3-рамнозил-5-глюкозид / Delphinidin-3-rhamnosyl-5-glucoside	5,0±0,1	9,0±0,1	< 0,5
	Пеларгонидин-3-глюкозид / Pelargonidin-3-glucoside	38,2±0,2	45,1±0,2	< 0,5
	Петунидин-3-глюкозид / Petunidine-3-glucoside	149,8±0,4	180,1±0,4	26,1±0,3
	Цианидин-3-рамнозил-5-Глюкозид / Cyanidin-3-rhamnosyl-5-glucoside	2,0±0,1	2,0±0,1	< 0,5
Фиолетовый / 'Phioletovyi'	Дельфинидин-3-глюкозид / Delphinidin-3-glucoside	30,4±0,2	35,1±0,2	2,6±0,1
	Мальвидин-3-глюкозид / Malvidin-3-glucoside	50,1±0,2	60,3±0,2	3,1±0,1
	Петунидин-3-глюкозид / Petunidine-3-glucoside	5,1±0,1	5,5±0,1	2,1±0,1
	Цианидин-3-глюкозид / Cyanidin-3-glucoside	110,0±0,4	121,0±0,4	35,2±0,2
	Цианидин-3-рамнозил-5-Глюкозид / Cyanidin-3-rhamnosyl-5-glucoside	8,4±0,1	8,9±0,1	2,4±0,1

Генетические аспекты в селекции картофеля с повышенным содержанием антоцианов. Селекционерами и генетиками, в рамках темы здорового питания, уделяется большое внимание повышению качества картофелепродуктов [7, 13, 21]. Глубокие исследования посвящаются генетике и геномике картофеля, проводятся фундаментальные работы по изучению биологических процессов на клеточном и молекулярном уровнях организации.

Традиционная селекция картофеля сталкивается с трудностями из-за тетрасомного наследования, высокой геномной гетерозиготности и инбредной депрессии. Большинство культивируемых сортов картофеля является тетраплоидами с числом хромосом, равным 48 (2n = 4x = 48), соответственно в гаплоидный набор картофеля входит 12 хромосом. Размер генома составляет около 844 Мб.

Методами селекции с применением современных молекулярно-генетических подходов можно повысить содержание антиокси-

дантов в несколько раз (до 2000–4000 мкг/кг). Основой для такой селекции служат преимущественно южноамериканские формы с высоким содержанием антоцианов и каротиноидов [3, 12, 14].

Последние достижения в области молекулярной биологии и глубокого изучения функционального генома картофеля позволили широко продвинуться в изучении молекулярных механизмов биосинтеза антоцианов [2, 13, 47]. Антоциановая окраска клубней и надземных частей картофеля – важный маркерный признак, который можно эффективно использовать в селекции картофеля на повышенное содержание пигментных веществ. Наследование признака антоциановой пигментации клубня у различных сортов картофеля было изучено еще в начале прошлого века. При этом были выявлены некоторые гены, контролирующие окраску мякоти клубня картофеля. Также проведены обширные исследования по изучению биохимической природы антоцианов у разных

видов картофеля, которые показывают, что по биохимическим показателям тетраплоидные сорта картофеля ничем не отличаются от культурных диплоидных видов. В их состав также входят: пеларгонидин, пеонидин, петунидин и мальвидин [2, 37, 39].

Повышение эффективности селекции по признакам окраски мякоти клубня (красная, синяя или фиолетовая) соотносят с разработкой ДНК-маркеров и праймеров для выявления аллелей ключевых генов биосинтеза антоцианов на основе ПЦР-анализа [2]. В настоящее время уже очевидно, что антоцианы являются стрессовыми метаболитами, биосинтез которых активируется во время действия на растения каких-либо неблагоприятных факторов среды (дефицит элементов питания, недостаток освещения, химический стресс). Устойчивость растений к болезням также тесно связана с накоплением антоцианов и выработкой фитогормонов. Изучение функций этих генов, связанных с защитным ответом, может быть полезно для понимания механизма защитного ответа антоцианов на устойчивость растений к патогенной инфекции. Так, антоцианы могут быть применимы, в том числе и как маркеры уровня адаптации растений к стрессовым условиям [47, 48, 49].

Известно, что в генетической регуляции биосинтеза антоцианов участвуют структурные гены следующих ферментов: халконсинтазы (CHS), халконфлаванонизомеразы (CHI), дигидрофлавонол-4-редуктазы (DFR), флавонон-3-гидроксилазы (F3H), флавоноид-3'-гидроксилазы (F3'H), флавоноид-3',5'-гидроксилазы (F3'5'H) и антоцианидинсинтазы (ANS). Синтез антоцианов проходит в цитозоле растительной клетки фенилпропаноидным путем, после чего фенольные соединения транспортируются к вакуолям клетки [2, 36].

Пространственно-временной биосинтез антоцианинов неуклонно контролируется факторами транскрипции (TF), преимущественно комплексом MYB-bHLH-WD40 (MBW). TF R2R3-MYB напрямую связываются с промоторами структурных генов, активируя их экспрессию. И наоборот, путь биосинтеза антоцианина также контролируется репрессорами MYB, которые воздействуют на комплексы MBW или напрямую связываются с промотором генов-мишеней, формируя сложную регуляторную сеть биосинтеза антоцианина в растениях. Белки bHLH могут взаимодействовать с факторами MYB для усиления выработки антоцианов, в то время как WDR

служит в качестве платформы взаимодействия «белок-белок» для облегчения образования и стабильности комплекса MBW [39].

По ряду зарубежных данных, в дополнение к комплексу MBW, факторы транскрипции из других семейств также играют решающую роль в биосинтезе антоцианов – WRKY44 [36], WRKY70 [47], WRKY75 [49], ERF9 [32], NAC002 [47], bZIP9 [48]. Такая многоуровневая регуляторная сеть обеспечивает точный контроль над различными уровнями биосинтеза антоцианов в ответ на сигналы развития и окружающей среды. В работе [49] идентифицирован основной транскрипционный фактор – StWRKY44, который участвует в накоплении антоцианов непосредственно внутри клубней и связывается с промоторами 7 структурных генов антоцианов, активируя их. Также авторами отмечено повышенное влияние фитогормонов на регуляцию биосинтеза антоцианина. Абсцизовая кислота (ABA) может способствовать выработке антоцианина. Накопление происходит путем активации экспрессии структурных генов и усиления функции комплекса MBW, такого как TF ABI5 [50]. Жасмоновая кислота (JA) индуцирует деградацию JAZ510, тем самым повышая стабильность и транскрипционную активность комплекса MYB5-TT8 и усиливая биосинтез антоцианина. В присутствии гиббереллинов (GA) активность комплексов MBW ингибируется репрессорами MYB12 и/или JAZ, подавляя биосинтез антоцианов. Индолилуксусная кислота (ИУК) проявляет сложные дозозависимые эффекты на синтез антоцианов, при этом высокие концентрации часто ингибируют, а низкие – стимулируют выработку антоцианов [51, 52].

По данным [2], у картофеля обнаружено несколько генов, кодирующих транскрипционный фактор MYB, из них с признаком антоциановой пигментации связывают два основных гена: *StANI* и *StF3'5'H*. Ген *StANI* локуса D, картированный в 10-й хромосоме. Ген *StF3'5'H* локуса P в 11-й хромосоме также определяет окраску кожуры и мякоти клубней, переключая синтез пигментов с красных на синие и фиолетовые. Изученность генетики и молекулярных механизмов, лежащих в основе антоциановой пигментации клубней и других частей растения у селекционных форм картофеля, существенно облегчает многие этапы селекционного процесса: подбор родительских пар для скрещивания, планирование объемов селекционного материала, оценка и отбор гибридов по данному признаку [31, 53, 54].

Результаты селекции картофеля с высоким содержанием антиоксидантов в РФ и мире. Состояние и перспективы. Селекция картофеля с повышенным содержанием антиоксидантов (имеющих яркую красную, фиолетовую или темно-синюю окраску кожуры и мякоти клубней) ведется во многих странах мира с конца прошлого века. Анализ текущего состояния селекционной работы в данной области демонстрирует значительные достижения как в России, так и за рубежом [3, 12, 27].

В России проводятся исследования по определению суммарного содержания антиоксидантов, изучению морфогенетического потенциала и устойчивости к основным заболеваниям перспективных сортообразцов картофеля как в культуре *in vitro*, так и в тепличных, и полевых условиях [2, 7, 15]. Исследования по созданию перспективных форм картофеля с цветной мякотью клубней успешно проводятся в ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха (Московская область), ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) (Санкт-Петербург), Уральском федеральном аграрном НИЦ УрО РАН (г. Екатеринбург), Сибирском НИИ сельского хозяйства (г. Омск), ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки [2, 20, 37].

В РФ выделены следующие сорта, которые имеют наибольший индекс пигментации клубней и мякоти картофеля: Аленький цветочек, Багира, Индиго, Монах, Ночка, Перламутровый, Синеглазка, Северное сияние, Сирень, Сюрприз, Фиолетовый, Черный принц, Чудесник и другие.

В США селекционная работа по созданию ценных диетических сортов картофеля ведется на протяжении многих лет и уже достигнуты определенные успехи. Цветные клубни картофеля в США широко применяются для изготовления различных продуктов: чипсов, картофеля фри, салатов, которые пользуются большим спросом [13, 27, 55].

Среди американских ярко-фиолетовых или красных сортов картофеля можно выделить следующие: All blue, All red, Adirondack blue, Adirondack red, Explosion, Purple peruvian, Purple majesty, Red thumb.

Из европейских сортов достаточно распространены: German blue, Salad Blue, Scottish Black, Swedish purple, Vitelotte.

Сорта, выведенные южнокорейскими селекционерами: Bora Valley, Cogu Valley, Grui Valley.

Новейшие белорусские сорта картофеля с фиолетовой мякотью клубней: Белорусский синий, Вайлдберриз, Лекарь, Сапфир.

Украинские сорта: Гурман, Солоха [26, 44, 56].

В настоящее время известно, что основными источниками исходного материала для селекции сортов картофеля, обладающих повышенным содержанием антиоксидантов, являются дикие и культурные диплоидные виды картофеля Южной Америки. Среди данных видов наблюдается наибольшее генетическое разнообразие по признаку антоциановой пигментации мякоти клубня. Однако скрещивания этих видов с сортами *S. tuberosum* затруднены из-за межплоидной несовместимости. В то же время широкий прогресс в изучении генетики антоциановой пигментации, а также развитие современных генно-инженерных и биотехнологических методов в значительной степени позволят облегчить эти задачи в ближайшем будущем [57, 58].

Традиционным способом выведения сорта с окрашенной мякотью клубня является изучение исходных форм, включение их в скрещивание, последующий отбор по выраженности данного признака и оценкам на общее содержание антиоксидантов в кожуре и мякоти клубней [11, 16, 27]. Известен также способ создания исходного материала картофеля с цветной мякотью клубней [59]. К его недостаткам относят отсутствие исследований на соответствие окраски частей растений количественному содержанию антоцианов и их идентификации. Авторами [38] был разработан способ отбора образцов картофеля с повышенным содержанием антоцианов, включающий подбор исходных родительских форм, получение гибридов, отбор образцов и их анализ с выделением в фазу массового цветения растений образцов с красно-фиолетовой окраской венчика соцветий. На 60-й день после посадки из них отбирают образцы с красной и розовой окраской кожуры клубней, в которой содержание пеларгонидин-3-глюкозида составляет 78–95 мг/кг (Патент RU2723406C1) [38, 40].

Использование современных молекулярно-генетических методов в селекции картофеля, направленной на повышенное содержание антиоксидантов (использование ДНК-маркеров, клонирование отдельных генов и перенос их в исходный материал), будет способствовать созданию таких сортов [2, 58]. К примеру, трансформация растений и исполь-

зование метаболомики, становятся все более популярными в исследованиях биосинтеза каротиноидов. Изыскание, в котором введение гена *CrtI* (phytoene desaturase) из бактерий *Agrobacterium tumefaciens* привело к значительному увеличению содержания каротиноидов в клубнях картофеля, было проведено биотехнологической лабораторией ENEA (Италия) в сотрудничестве с Университетом Фрайбурга еще в 2007 г. [60].

Специалисты испанского Университета вместе с учёными компании IBMCP-CSIC создали картофель с отредактированным геномом. В гены овощной культуры они внедрили ген шафрана, который известен большим содержанием антиоксидантов. Результаты работы опубликованы в журнале *Frontiers in Nutrition* в 2023 г. [61].

Заключение. Повышение питательной ценности картофеля является важным направлением в селекции данной культуры, стремительно набирающим обороты. Сорта картофеля с синими, фиолетовыми или красными клубнями богаты множеством полезных веществ, среди которых особую роль играют антоцианы, обладающие сильнейшими антиоксидантными свойствами. Они защищают организм человека от старения, клеточных повреждений, подавляют воспалительные процессы и помогают в борьбе с более чем 100 различными заболеваниями, в том числе и онкологическими.

На сегодняшний день, очевидно, что уже созданы гибриды и сорта картофеля с высоким содержанием антиоксидантов в клубнях. Однако в России они все еще не так распространены, как в Европе или Америке (к примеру, в Западной Европе такие клубни очень ценятся, во Франции килограмм некоторых сортов фиолетового картофеля стоит 200 евро) и только начинают набирать популярность. Встретить такой картофель в нашей стране можно крайне редко, только в крупных супермаркетах. В промышленных масштабах его практически не выращивают, возделывают, в основном, в частных хозяйствах в небольших количествах, так как отечественный семенной материал пока не создан в достаточном количестве. Цена на него сильно колеблется в зависимости от многих факторов и может составлять от 100 до 400 рублей за килограмм. По урожайности сорта с пигментированной мякотью существенно уступают сортам с белой или желтой окраской мякоти клубня. Стоит отметить также, что несмотря на положительные качества цветного картофеля все еще отсут-

ствуют сорта, обладающие одновременно высокой урожайностью и комплексной устойчивостью к различным заболеваниям.

Для достижения цели по созданию сортов с повышенным содержанием антиоксидантов в клубнях (например, антоцианов или витаминов) могут быть поставлены следующие задачи:

- изучение закономерностей наследования признаков, определяющих антиоксидантную активность картофеля в различных типах скрещиваний;

- изучение процесса биосинтеза антиоксидантов картофеля на молекулярно-генетическом уровне. Например, важно понять, как происходит накопление антоцианов и каротиноидов в клубнях;

- разработка новых ДНК-маркеров генов, регулирующих биосинтез основных антиоксидантных соединений картофеля;

- разработка комплексных селекционных программ, направленных на создание новых сортов картофеля, обладающих не только высокой урожайностью и устойчивостью к заболеваниям, но и улучшенными характеристиками по содержанию антиоксидантов;

- разработка модели биологизированной технологии выращивания картофеля с высоким антиоксидантным статусом.

При создании высокоадаптивных сортов с высоким содержанием различных биологически активных веществ (фенольных соединений) с антиоксидантными свойствами используют различные методы, которые включают классическую селекцию, генетическую трансформацию, современные биотехнологические приёмы и другие.

Селекция картофеля на увеличение содержания различных природных антиоксидантов представляет интерес не только с точки зрения разнообразия функциональных продуктов для здорового питания, но и для повышения конкурентоспособности пигментированных отечественных сортов картофеля в качестве интересных для покупателя натуральных разноцветных картофелепродуктов (например, пюре, запеченный картофель или хрустящий картофель в виде чипсов).

Таким образом, создание диетических сортов картофеля с повышенным содержанием антиоксидантов, безусловно перспективно, учитывая острую необходимость в доступных для населения продуктах питания, обладающих ценными лечебно-профилактическими свойствами и способствующих укреплению здоровья человека.

Список литературы

1. Жевора С. В., Старовойтов В. И., Яшин А. Я., Манохина А. А., Яшин Я. И. Исследования химического состава и антиоксидантной активности картофеля. Наука в центральной России. 2021;(1(49)):80–86. DOI: <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2021-1-80-87> EDN: PZCJLU
2. Стрыгина К. В., Хлесткина Е. К. Синтез антоцианов у картофеля (*Solanum tuberosum* L.): генетические маркеры для направленного отбора (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2017;52(1):37–49. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.37rus> EDN: YFQFCR
3. Гинс Е. М., Москалев Е. А., Поливанова О. Б., Митюшкин А. В., Симаков Е. А. Оценка содержания веществ с антиоксидантной активностью в образцах картофеля коллекции исходных форм Федерального исследовательского центра картофеля имени А. Г. Лорха. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2020;15(3):242–252. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2020-15-3-242-252> EDN: IHYMLA
4. Бординова В. П., Макарова Н. В. Антиоксидантные свойства продуктов питания. Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России: мат-лы II Междунар. научн.-практ. конф. Орел, 2010. С. 187–192.
5. Корчина Т. Я., Кушникова Г. И., Корчина И. В., Сорокун И. В., Козлова Л. А., Кузьменко А. П., Ямбарцев В. А. Роль антиоксидантов в функциональном питании. Вестник угроветедения. 2011;4(7):163–168.
6. Леонтьева Н. В. Флавоноиды - природные антиоксиданты. Актуальные проблемы теоретической и клинической медицины. 2024;(1):55–64. DOI: <https://doi.org/10.24412/2790-1289-2024-1-42-49> EDN: WOEWHW
7. Симаков Е. А., Митюшкин А. В., Журавлев А. А., Гайзатулин А. С., Салюков С. С., Овечкин С. В., Семенов В. А. Сравнительная оценка антиоксидантной активности сортов картофеля с различной пигментацией мякоти клубней. Вестник КрасГАУ. 2021;(11):24–31. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-11-24-31> EDN: VGOOBZ
8. Лудан В. В., Польская Л. В. Роль антиоксидантов в жизнедеятельности организма. Таврический медико-биологический вестник. 2019;22(3):86–92. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42525811> EDN: QVIYNX
9. Поливанова О. Б., Гинс Е. М. Антиоксидантная активность пигментированного картофеля (*Solanum tuberosum* L.), содержание антоцианов, их биосинтез и физиологическая роль. Овощи России. 2019;(6):84–90. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-84-90> EDN: ITVJJO
10. Гольдштейн В. Г., Дегтярев В. А., Коваленок В. А., Семенова А. В., Морозова А. А. Определение пригодности различных сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) с белой и пигментированной мякотью для переработки на картофелепродукты. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(1):98–109. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.98-109> EDN: WDTPET
11. Пискун Г. И. Методологические основы и результаты селекции сортов картофеля с высоким содержанием антиоксидантов и витамина С. Картофелеводство. 2022;30(1):25–30. DOI: <https://doi.org/10.47612/0134-9740-2022-30-25-30>
12. Симаков Е. А., Митюшкин А. В., Журавлев А. А., Митюшкин А. В., Гайзатулин А. С. Сравнительная оценка исходного материала картофеля в селекции на повышение питательной ценности клубней. Картофелеводство. 2020;27(2):30–36. Режим доступа: <https://potato.belal.by/jour/article/view/59>
13. Grudzinska M., Czerko Z., Zarzynska K., Borowska-Komenda M. Bioactive compounds in potato tubers – effects of farming system, cooking method and flesh color. Plos One. 2016;11(5):e0153980. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153980>
14. Симаков Е. А., Митюшкин А. В., Журавлев А. А. Современные требования к сортам картофеля различного целевого использования. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(11):45–48. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28140587> EDN: XRUUWR
15. Голубев К. С., Хабарова Л. Н., Калашникова Е. А., Киракосян Р. Н., Темирбекова С. К. Изучение в культуре *in vitro* перспективных генотипов картофеля с высоким содержанием антиоксидантов. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021;(5):55–64. DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-55-64> EDN: VNWHKL
16. Тайков В. В., Удовицкий А. С., Киру С. Д., Дергилева Т. Т., Ахмет А. З. Новый сорт картофеля Кир с окрашенной мякотью клубней создан совместно селекционерами Казахстана и России. Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сб. тр. Междунар. дистан. научн.-практ. конф. Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства», 2018. С. 377–382. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35014614> EDN: XOZMDJ
17. Черепанова К. А. Корректирующее влияние дигидрохверцетина на состояние окислительного метаболизма у больных сахарным диабетом 2 типа, проживающих на севере. Ульяновский медико-биологический журнал. 2021;(2):16–24. DOI: <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2021-2-16-24> EDN: CZVRJT
18. Миняйло Л. А., Корчина Т. Я., Корчин В. И., Нехорошева А. В., Нехорошев С. В. Оценка антиоксидантного действия дигидрохверцетина у взрослых жителей Севера в условиях неблагоприятных воздействий среды обитания. Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. 2023;31(4):63–69. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-4-63-69> EDN: REMDBD

19. Albishi T., John J. A., Al-Khalifa A. S., Shahidi F. Phenolic content and antioxidant activities of selected potato varieties and their processing by-products. *Journal of Functional Foods*. 2013;5(2):590–600. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.019>
20. Шанина Е. П., Оберюхтин Д. А., Черницкий А. Е. Картофель: новый взгляд на традиционный пищевой продукт и его употребление в виде сока (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2024;59(1):22–38. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.1.22rus> EDN: MKHXDY
21. Лыскова И. В., Пермяков П. В., Кратюк Е. И. Результаты изучения коллекционных сортов и новых селекционных номеров картофеля по хозяйственно полезным признакам. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024;25(6):1019–1027. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1019-1027> EDN: UUWSBI
22. Singh J., Kaur L., Rao M. A. Chapter 16 - Textural Characteristics of Raw and Cooked Potatoes Eds. *Advances in potato chemistry and technology (Second Edition)*. Elsevier, 2016. pp. 475–501. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-800002-1.00016-9>
23. Watanabe K. Potato genetics, genomics and applications. *Breeding Science*. 2015;65(1):53–68. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.65.53>
24. Гаспарян И. Н., Петрова М. А., Гаспарян Ш. В. Комплексная оценка новых столовых и пригодных к промышленной переработке сортов картофеля. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2023;5(74):25–36. DOI: <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2023-5-25-36> EDN: DENKQA
25. Молякко А. А., Марухленко А. В., Борисова Н. П., Белоус Н. М., Ториков В. Е. Пригодность сортов картофеля к промышленной переработке. *Вестник Брянской ГСХА*. 2021;(1(83)):24–29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44657559> EDN: HMHNJF
26. Николаева О. В. Сравнительная оценка сортов картофеля с окрашенной мякотью. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023;(1):68–74. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50745258> EDN: FSIYSN
27. Furrer A. N., Chegeni M., Ferruzzi M. G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemical and human health. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*. 2018;58(1):146–168. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1139542>
28. Шпаар Д., Быкин Д., Дрегер Д. Картофель. Возделывание, уборка, хранение: научно-практическое руководство. Под общ. ред. Д. Шпаара. 4-е изд., дораб. и доп. М.: ДЛВ Агродело, 2022. 439 с.
29. Семенова А. В., Гольдштейн В. Г., Дегтярев В. А. Изучение состава картофеля по хозяйственно ценным признакам, определяющим его пригодность к промышленной переработке. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022;23(6):841–851. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851> EDN: KFBDKR
30. Balasundram N., Sundram K., Samman S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 2006;99(1):191–203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
31. Ramalakshmi K., Kubra I. R., Rao J. M. Antioxidant potential of low-grade coffee beans. *Food Research International*. 2008;41(1):96–103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.003>
32. Michalska A., Ceglinska A., Amarowicz R., Piskula M. K., Szawara-Nowak D., Zielinski H. Antioxidant contents and antioxidative properties of traditional rye breads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(3):734–740. DOI: <https://doi.org/10.1021/JF062425W>
33. Le S. H., Oh S. H., Hwang I. G., Kim H. Y., Woo K. S., Woo Sh. H. et al. Antioxidant contents and antioxidant activity of white and colored potatoes. *Preventive Nutrition and Food Science*. 2016;21(2):110–116. DOI: <https://doi.org/10.3746/pnf.2016.21.2.110>
34. Pietta P. G. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*. 2000;63(7):1035–1042. DOI: <https://doi.org/10.1021/np9904509>
35. Chu Y. H., Chang C. L., Hsu H. F. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000;80(5):561–566. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(200004\)80](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(200004)80)
36. Peng Y., Lin-Wang K., Cooney J. M., Wang T., Espley R. V., Allan A. C. Differential regulation of the anthocyanin profile in purple kiwifruit (*Actinidia species*). *Horticulture Research*. 2019;6(3). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-018-0076-4>
37. Ким И. В., Клыков А. Г. Изучение антоцианов в коже и мякоти клубней гибридов картофеля (*Solanum tuberosum* L.). *Овощи России*. 2024;(2):100–105. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-100-105> EDN: KMMXGM
38. Ким И. В., Волков Д. И., Захаренко В. М., Захаренко А. М., Голохваст К. С., Клыков А. Г. Состав и содержание антоцианов в диетических сортах картофеля, перспективных для выращивания и селекции в условиях Дальнего Востока России. *Сельскохозяйственная биология*. 2020;55(5):995–1003. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.5.995rus> EDN: DDPBQV
39. Yang R., Huang S., Li D., Sun Y., Zhou G., Zhou D., Huang B. Transcriptomic and targeted metabolomic analysis identifies genes involved in differential anthocyanin accumulation in potato tubers. *Frontiers in Plant Science*. 2025;16:1615972. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1615972>

40. Ким И. В., Клыков А. Г. Исследование антоцианов в клубнях картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях Приморского края. Вестник КрасГАУ. 2023;(4):12–20. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-4-12-20> EDN: UQQSIZ
41. Herberg S., Galan P., Preziosi P., Alfarez M. J., Vazquez C. The potential role of antioxidant vitamins in preventing cardiovascular diseases and cancers. Nutrition. 1998;14(6):513–520. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(98\)00040-9](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(98)00040-9)
42. Aljadi A. M., Singh R. P., Jayaprasha G. K., Jena B. S. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. Food Chemistry. 2004;85(4):513–518. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00596-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00596-4)
43. Valcarcel J., Reilly K., Gaffney M., O'Brien N. M. Antioxidant activity, total phenolic and total flavanoid content in sixty varieties of potato grown in Ireland. Potato Research. 2015;58:221–244. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf062740i>
44. Pazderu K., Hamouz K., Lachman J., Kasal P. Yield potential and antioxidant activity of potatoes with coloured flesh. Plant, Soil and Environment. 2015;61(9):417–421. DOI: <https://doi.org/10.17221/416/2015-PSE>
45. Kalita D., Jajanty S. S. Comparison of polyphenol content and antioxidant capacity of colored potato tubers, pomegranate and blueberries. Journal Food Processing & Technology. 2014;5(8):1000358. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000358>
46. Zaheer K., Akhtar M. H. Potato production, usage and nutrition-a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016;56(5):711–721. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.724479>
47. Zou S. C., Zhuo M. G., Abbas F., Hu G. B., Wang H. C., Huang X. M. Transcription factor LcNAC002 coregulates chlorophyll degradation and anthocyanin biosynthesis in litchi. Plant Physiol. 2023;192(3):1913–1927. DOI: <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad118>
48. Chen M., Cao X., Huang Y., Zou W., Liang X., Yang Y. et al. The bZIP transcription factor MpbZIP9 regulates anthocyanin biosynthesis in Malus 'Pinkspire' fruit. Plant Sci. 2024;342:112038. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2024.112038>
49. Lu Z., He J., Fu J., Huang Y., Wang X. WRKY75 regulates anthocyanin accumulation in juvenile citrus tissues. Molecular Breeding. 2024;44:52. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11032-024-01490-9>
50. Song R. F., Hu X. Y., Liu W. C., Yuan H. M. ABA functions in low phosphate-induced anthocyanin accumulation through the transcription factor ABI5 in Arabidopsis. Plant Cell Reports. 2024;43:55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-024-03146-6>
51. Roginsky V., Lissi E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. Food Chemistry. 2005;92(2):235–254. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.004>
52. Иванова К. А., Герасимова С. В., Хлесткина Е. К. Регуляция биосинтеза стероидных гликоалкалоидов картофеля. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(1):25–34. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.328> EDN: YPNTQJ
53. Ni J., Wang S., Yu W., Liao Y., Pan C., Zhang M. et al. The ethylene responsive transcription factor PpERF9 represses PpRAP2.4 and PpMYB114 via histone deacetylation to inhibit anthocyanin biosynthesis in pear. Plant Cell. 2023;35(6):2271–2292. DOI: <https://doi.org/10.1093/plcell/koad077>
54. Loo A. Y., Jain K., Darah I. Antioxidant and radical scavenging activities of the pyroligneous acid from a mangrove plant, *Rhizophora apiculata*. Food Chemistry. 2007;104(1):300–307. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2006.11.048>
55. Galani J. H. Y., Monkad R. M., Shah A. K., Patel N. J., Acharya R. R., Talati J. G. Effect of storage temperature on vitamins C, total phenolics, UPLC phenolic acid profile and antioxidant activity of eleven potato varieties. Horticultural Plant Journal. 2017;3(2):73–89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.004>
56. Мозаева Ю. В., Пугачева Г. М., Папихин Р. В. Сорты картофеля с яркой цветной окраской клубней. Наука и образование. 2022;5(2):278. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49458818> EDN: FMYQMH
57. Быкова И. В., Шмаков Н. А., Афонников Д. А., Кочетов А. В., Хлесткина Е. К. Достижения и перспективы использования методов высокопроизводительного секвенирования в генетике и селекции картофеля. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(1):96–103. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ17.227> EDN: XYEBFH
58. Ермишин А. П., Левый А. В., Агеева А. С., Воронкова Е. В., Лукша В. И., Гукасян О. Н., Жарич В. М. Особенности переноса ДНК-маркеров генов дикого аллотетраплоидного вида картофеля *Solanum stoloniferum* в геном культурного картофеля в зависимости от их субгеномной принадлежности и применяемых схем интрогрессии. Генетика. 2023;59(7):741–754. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0016675823070056> EDN: QKFUVA
59. Козлов В. А. Создание исходного материала картофеля с цветной мякотью клубней. Картофелеводство. 2014;22(1):29–34. Режим доступа: <https://potato.belal.by/jour/article/view/226>
60. Diretto G., Al-Babili S., Tavazza R., Papacchioli V., Beyer P., Giuliano G. Metabolic engineering of potato carotenoid content through tuber-specific overexpression of a bacterial mini-pathway. PLoS One. 2007;2(4):e350. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000350>

61. Ayoob K. T. Carbohydrate confusion and dietary patterns: unintended public health consequences of "food swapping". *Frontiers in Nutrition*. 2023;10:1266308. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1266308>

References

1. Zhevara S. V., Starovoytov V. I., Yashin A. Ya., Manokhina A. A., Yashin Ya. I. Research of the chemical composition and antioxidant activity of potatoes. *Nauka v tsentral'noy Rossii = Science in Central Russia*. 2021;(1(49)):80–86. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2021-1-80-87>
2. Strygina K. V., Khlestkina E. K. Anthocyanins synthesis in potato (*Solanum tuberosum* L.): genetic markers for smart breeding. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2017;52(1):37–49. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.37rus>
3. Gins E. M., Moskalev E. A., Polivanova O. B., Mityushkin A. V., Simakov E. A. Antioxidant contents in potato cultivars from the collection of Russian potato research center. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020;15(3):242–252. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2020-15-3-242-252>
4. Bordinova V. P., Makarova N. V. Antioxidant properties of food. Priorities and scientific support for the implementation of the state policy of healthy nutrition in Russia: Proceedings of the II International scientific and practical conference. Orel, 2010. pp. 187–192.
5. Korchina T. Ya., Kushnikova G. I., Korchina I. V., Sorokun I. V., Kozlova L. A., Kuzmenko A. P., Yambartsev V. A. The role of antioxidants in functional nutrition. *Vestnik ugrovedeniya = Bulletin of ugric studies*. 2011;4(7):163–168. (In Russ.).
6. Leonteva N. V. Flavonoids are natural antioxidants. *Aktualnie problemi teoreticheskoy i klinicheskoy meditsini = Current Problems of Theoretical and Clinical Medicine*. 2024;(1):55–64. (In Russ.-Kahastan). DOI: <https://doi.org/10.24412/2790-1289-2024-1-42-49>
7. Simakov E. A., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Gayzatulin A. S., Salyukov S. S., Ovechkin S. V., Semenov V. A. Comparative evaluation of the antioxidant activity of potato varieties with different tuber pulp pigmentation. *Vestnik KraSGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2021;(11):24–31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-11-24-31>
8. Ludan V. V., Polskaya L. V. The role of antioxidants in the vital activity. *Tavrichesky mediko-biologicheskyy vestnik*. 2019;22(3):86–92. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42525811>
9. Polivanova O. B., Gins E. M. Antioxidant activity of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and anthocyanin content, its biosynthesis and physiological role. *Ovoshchi Rossii = Vegetable crops of Russia*. 2019;(6):84–90. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-84-90>
10. Goldstein V. G., Degtyarev V. A., Kovalenok V. A., Semenova A. V., Morozova A. A. Determination of suitability of different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties with white and pigmented pulp for processing into potato products. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(1):98–109. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.98-109>
11. Piskun G. I. Methodological foundations and results of the selection of potato varieties high in antioxidants and vitamin C. *Kartofelevodstvo = Potato Growing*. 2022;30(1):25–30. (In Belarus). DOI: <https://doi.org/10.47612/0134-9740-2022-30-25-30>
12. Simakov E. A., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Mityushkin A. V., Gayzatulin A. S. Comparative evaluation of potatoes basic material in breeding to increase tubers nutrient quality. *Kartofelevodstvo = Potato Growing*. 2020;27(2):30–36. (In Belarus). URL: <https://potato.belal.by/jour/article/view/59>
13. Grudzinska M., Czerko Z., Zarzynska K., Borowska-Komenda M. Bioactive compounds in potato tubers – effects of farming system, cooking method and flesh color. *Plos One*. 2016;11(5):e0153980. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153980>
14. Simakov E. A., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Modern requirements to potato varieties of different target use. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2016;30(11):45–48. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28140587>
15. Golubev K. S., Khabarova L. N., Kalashnikova E. A., Kirakosyan R. N., Temirbekova S. K. Study of promising potato genotypes with a high content of antioxidants *in vitro*. *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2021;(5):55–64. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-55-64>
16. Taykov V. V., Udovitskiy A. S., Kiru S. D., Dergileva T. T., Akhmet A. Z. A new 'Kiru' potato cultivar with colored tuber flesh was created jointly by breeders from Kazakhstan and Russia. Current issues of horticulture and potato growing: collection of scientific articles of International distant scientific and practical conference. Chelyabinsk: *FGBNU «Yuzhno-Ural'skiy NII sadovodstva i kartofelevodstva»*, 2018. pp. 377–382. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35014614>
17. Cherepanova K. A. Corrective impact of dihydroquercetin on oxidative metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus living in the north. *Ulyanovskyy mediko-biologicheskyy zhurnal = Ulyanovsk Medico-biological Journal*. 2021;(2):16–24. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2021-2-16-24>

18. Minyaylo L. A., Korchina T. Ya., Korchin V. I., Nekhorosheva A. V., Nekhoroshev S. V. Evaluation of the antioxidant effect of dihydroquercetin in adult residents of the North under adverse environmental conditions. *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya – ZNISO = Public Health and Life Environment*. 2023;31(4):63–69. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-4-63-69>
19. Albishi T., John J. A., Al-Khalifa A. S., Shahidi F. Phenolic content and antioxidant activities of selected potato varieties and their processing by-products. *Journal of Functional Foods*. 2013;5(2):590–600. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.019>
20. Shanina E. P., Oberyukhtin D. A., Chernitskiy A. E. Potato juice vs. traditional potato use - a new insight (review). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2024;59(1):22–38. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.1.22rus>
21. Lyskova I. V., Permyakov P. V., Kratyuk E. I. The results of study of collection cultivars and potato new breeding numbers according to agronomic traits. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2024;25(6):1019–1027. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1019-1027>
22. Singh J., Kaur L., Rao M. A. Chapter 16 - Textural Characteristics of Raw and Cooked Potatoes Eds. *Advances in potato chemistry and technology (Second Edition)*. Elsevier, 2016. pp.475–501. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-800002-1.00016-9>
23. Watanabe K. Potato genetics, genomics and applications. *Breeding Science*. 2015;65(1):53–68. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.65.53>
24. Gasparyan I. N., Petrova M. A., Gasparyan Sh. V. Integrated assessment of new table varieties and suitable for industrial processing. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2023;(5(74)):25–36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2023-5-25-36>
25. Molyavko A. A., Marukhlenko A. V., Borisova N. P., Belous N. M., Torikov V. E. Availability of potato varieties for industrial processing. *Vestnik Bryanskoy GSKHA = Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2021;(1(83)):24–29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44657559>
26. Nikolaeva O. V. Comparative evaluation of potato variety with colored pulp. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2023;(1):68–74. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50745258>
27. Furrer A. N., Chegeni M., Ferruzzi M. G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemical and human health. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*. 2018;58(1):146–168. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1139542>
28. Shpaar D., Bikin D., Dreger D. Potato. Cultivation, harvesting, storage: scientific and practical guidance. Under the general editorship of D. Shpaar. 4th edition, revised and enlarged. Moscow: *DLV Agrodelo*, 2022. 439 p.
29. Semenova A. V., Goldstein V. G., Degtyarev V. A., Morozova A. A., Koroleva A. K. Study of the composition of potatoes by agronomic traits determining its suitability for industrial processing. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(6):841–851. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851>
30. Balasundram N., Sundram K., Samman S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 2006;99(1):191–203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
31. Ramalakshmi K., Kubra I. R., Rao J. M. Antioxidant potential of low-grade coffee beans. *Food Research International*. 2008;41(1):96–103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.003>
32. Michalska A., Ceglinska A., Amarowicz R., Piskula M. K., Szawara-Nowak D., Zielinski H. Antioxidant contents and antioxidative properties of traditional rye breads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(3):734–740. DOI: <https://doi.org/10.1021/JF062425W>
33. Le S. H., Oh S. H., Hwang I. G., Kim H. Y., Woo K. S., Woo Sh. H. et al. Antioxidant contents and antioxidant activity of white and colored potatoes. *Preventive Nutrition and Food Science*. 2016;21(2):110–116. DOI: <https://doi.org/10.3746/pnf.2016.21.2.110>
34. Pietta P. G. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*. 2000;63(7):1035–1042. DOI: <https://doi.org/10.1021/np9904509>
35. Chu Y. H., Chang C. L., Hsu H. F. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000;80(5):561–566. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(200004\)80](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(200004)80)
36. Peng Y., Lin-Wang K., Cooney J. M., Wang T., Espley R. V., Allan A. C. Differential regulation of the anthocyanin profile in purple kiwifruit (*Actinidia species*). *Horticulture Research*. 2019;6(3). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-018-0076-4>
37. Kim I. V., Klykov A. G. Studying anthocyanins in the skin and flesh of the tubers of some potato hybrids (*Solanum tuberosum* L.). *Ovoshchi Rossii = Vegetable crops of Russia*. 2024;(2):100–105. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-100-105>

38. Kim I. V., Volkov D. I., Zakharenko V. M., Zakharenko A. M., Go-lokhvast K. S., Klykov A. G. Composition and quantification of antocianins in healthy-diet potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties for growing and selection in the Russian Far East. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2020;55(5):995–1003. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.5.995rus>
39. Yang R., Huang S., Li D., Sun Y., Zhou G., Zhou D., Huang B. Transcriptomic and targeted metabolomic analysis identifies genes involved in differential anthocyanin accumulation in potato tubers. *Frontiers in Plant Science*. 2025;16:1615972. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1615972>
40. Kim I. V., Klikov A. G. Studying anthocyanins in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) under the conditions of the Primorsky region. *Vestnik KraSGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2023;(4):12–20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-4-12-20>
41. Herberg S., Galan P., Preziosi P., Alfarez M. J., Vazquez C. The potential role of antioxidant vitamins in preventing cardiovascular diseases and cancers. *Nutrition*. 1998;14(6):513–520. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(98\)00040-9](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(98)00040-9)
42. Aljadi A. M., Singh R. P., Jayaprasha G. K., Jena B. S. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*. 2004;85(4):513–518. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00596-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00596-4)
43. Valcarcel J., Reilly K., Gaffney M., O'Brien N. M. Antioxidant activity, total phenolic and total flavanoid content in sixty varieties of potato grown in Ireland. *Potato Research*. 2015;58:221–244. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf062740i>
44. Pazderu K., Hamouz K., Lachman J., Kasal P. Yield potential and antioxidant activity of potatoes with coloured flesh. *Plant, Soil and Environment*. 2015;61(9):417–421. DOI: <https://doi.org/10.17221/416/2015-PSE>
45. Kalita D., Jajanty S. S. Comparison of polyphenol content and antioxidant capacity of colored potato tubers, pomegranate and blueberries. *Journal Food Processing & Technology*. 2014;5(8):1000358. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000358>
46. Zaheer K., Akhtar M. H. Potato production, usage and nutrition-a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016;56(5):711–721. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.724479>
47. Zou S. C., Zhuo M. G., Abbas F., Hu G. B., Wang H. C., Huang X. M. Transcription factor LcNAC002 coregulates chlorophyll degradation and anthocyanin biosynthesis in litchi. *Plant Physiol*. 2023;192(3):1913–1927. DOI: <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad118>
48. Chen M., Cao X., Huang Y., Zou W., Liang X., Yang Y. et al. The bZIP transcription factor MpbZIP9 regulates anthocyanin biosynthesis in Malus 'Pinkspire' fruit. *Plant Sci*. 2024;342:112038. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2024.112038>
49. Lu Z., He J., Fu J., Huang Y., Wang X. WRKY75 regulates anthocyanin accumulation in juvenile citrus tissues. *Molecular Breeding*. 2024;44:52. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11032-024-01490-9>
50. Song R. F., Hu X. Y., Liu W. C., Yuan H. M. ABA functions in low phosphate-induced anthocyanin accumulation through the transcription factor ABI5 in Arabidopsis. *Plant Cell Reports*. 2024;43:55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-024-03146-6>
51. Roginsky V., Lissi E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. 2005;92(2):235–254. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.004>
52. Ivanova K. A., Gerasimova S. V., Khlestkina E. K. The biosynthesis regulation of potato steroidal glycoalkaloids. *Vavilovsky zhurnal genetiki i seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(1):25–34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.328>
53. Ni J., Wang S., Yu W., Liao Y., Pan C., Zhang M. et al. The ethylene responsive transcription factor PpERF9 represses PpRAP2.4 and PpMYB114 via histone deacetylation to inhibit anthocyanin biosynthesis in pear. *Plant Cell*. 2023;35(6):2271–2292. DOI: <https://doi.org/10.1093/plcell/koad077>
54. Loo A. Y., Jain K., Darah I. Antioxidant and radical scavenging activities of the pyroligneous acid from a mangrove plant, *Rhizophora apiculata*. *Food Chemistry*. 2007;104(1):300–307. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2006.11.048>
55. Galani J. H. Y., Monkad R. M., Shah A. K., Patel N. J., Acharya R. R., Talati J. G. Effect of storage temperature on vitamins C, total phenolics, UPLC phenolic acid profile and antioxidant activity of eleven potato varieties. *Horticultural Plant Journal*. 2017;3(2):73–89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.004>
56. Mozaeva Yu. V., Pugacheva G. M., Papikhin R. V. Corta kartofelya s yarkoy tsvetnoy okraskey klubney. *Nauka i obrazovanie*. 2022;5(2):278. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49458818>
57. Bikova I. V., Shmakov N. A., Afonnikov D. A., Kochetov A. V., Khlestkina E. K. Achievements and prospects of applying high-throughput sequencing techniques to potato genetics and breeding. *Vavilovsky zhurnal genetiki i seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(1):96–103. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ17.227>
58. Ermishin A. P., Levy A. V., Ageeva A. S., Voronkova E. V., Luksha V. I., Gukasyan O. N., Zharich V. M. Peculiarities of transfer of DNA markers of wild allotetraploid potato species *Solanum stoloniferum* to backcross progenies depending on their subgenomic location and used schemes of introgression. *Genetika = Russian Journal of Genetics*. 2023;59(7):741–754. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S0016675823070056>

59. Kozlov V. A. Creation of the initial material of the potato with color pulp of tubers. *Kartofelevodstvo* = Potato Growing. 2014;22(1):29–34. (In Belarus). URL: <https://potato.belar.by/jour/article/view/226>

60. Diretto G., Al-Babili S., Tavazza R., Papacchioli V., Beyer P., Giuliano G. Metabolic engineering of potato carotenoid content through tuber-specific overexpression of a bacterial mini-pathway. *PLoS One*. 2007;2(4):e350. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000350>

61. Ayoob K. T. Carbohydrate confusion and dietary patterns: unintended public health consequences of "food swapping". *Frontiers in Nutrition*. 2023;10:1266308. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1266308>

Сведения об авторах

Гулаева Надежда Васильевна, научный сотрудник, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. К. Маркса, д. 41, пгт Безенчук, Самарская обл., Российская Федерация, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2515-7656>

✉ **Бакунов Алексей Львович**, кандидат с.-х наук, ведущий научный сотрудник, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. К. Маркса, д. 41, пгт Безенчук, Самарская обл., Российская Федерация, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4717-2040>, e-mail: bac24@yandex.ru

Милехин Алексей Викторович, кандидат с.-х наук, заведующий лабораторией биотехнологии с.-х. растений, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. К. Маркса, д. 41, пгт Безенчук, Самарская обл., Российская Федерация, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0058-4195>

Рубцов Сергей Леонидович, кандидат с.-х наук, ведущий научный сотрудник, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. К. Маркса, д. 41, пгт Безенчук, Самарская обл., Российская Федерация, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1559-107X>

Вязовой Артем Алексеевич, младший научный сотрудник, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. К. Маркса 41, пгт Безенчук, Самарская обл., Российская Федерация, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5973-0589>

Information about the authors

Nadezhda V. Gulaeva, researcher, Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N. M. Tulaykov – branch of the Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, K. Marx str., 41, Samara region, Bezenchuk, Russian Federation, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2515-7656>

✉ **Aleksey L. Bakunov**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N. M. Tulaykov – branch of the Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, K. Marx str., 41, Samara region, Bezenchuk, Russian Federation, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4717-2040>, e-mail: bac24@yandex.ru

Aleksey V. Milekhin, PhD in Agricultural Science, Head of the Laboratory of Biotechnology of Agricultural Plants, Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N. M. Tulaykov – branch of the Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, K. Marx str., 41, Samara region, Bezenchuk, Russian Federation, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0058-4195>

Sergey L. Rubtsov, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N. M. Tulaykov – branch of the Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, K. Marx str., 41, Samara region, Bezenchuk, Russian Federation, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1559-107X>

Artiom A. Vyazovoy, junior researcher, Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N. M. Tulaykov – branch of the Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, K. Marx str., 41, Samara region, Bezenchuk, Russian Federation, 446254, e-mail: samniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5973-0589>

✉ – Для контактов / Corresponding author