УДК 635.21:[631.8+632.9]

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-1-80-87

ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ

¹Жевора Сергей Валентинович¹Старовойтов Виктор Иванович²Яшин Александр Яковлевич³Манохина Александра Анатольевна⁴Яшин Яков Иванович¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства
имени А.Г. Лорха»²ООО «Институт аналитической токсикологии»³ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»⁴ООО «Интерлаб»

Реферат. Дан анализ последних мировых достижений и современного понимания влияния на здоровье человека антиоксидантной активности картофеля. Отмечено, что антиоксиданты картофеля подавляют вредное воздействие избыточного содержания в биологических жидкостях человека свободных радикалов и реакционных кислородных и азотных соединений. Приведен химический состав картофеля. Определено, что в клубнях картофеля присутствуют такие антиоксиданты, как: флавоноиды (рутин, кемпферол-3-рутинозид, гликозид кверцетина, катехин, эпикатехин, квецетрин, изоквецетрин), антоцианины (гликозиды пеларгонидина, неонидина, петунидина и мальвидина, пеларгонидин и мальвидин присутствуют также в виде агликонов, то есть без сахарных остатков), фенольные кислоты (хлорогеновая, криптохлорогеновая, неохлорогеновая, кофейная, кумариновая, протокатехиновая, ванилиновая, феруловая, галловая, п-гидроксibenзойная, эллаговая), каротиноиды (лутеин, зеаксантин, ликопин, бета-криптоксантин, альфа-каротин, бета-каротин). Сравнительным анализом показано, что в печеном картофеле антиоксидантная активность по методу ORAC составляет 1098 – 1652 ед. тролокс/моль, что выше, чем в сыром (1010 – 1272 ед. тролокс/моль). Это объясняется тем, что из печеного картофеля антиоксидантов экстрагируется больше, чем из сырого картофеля. Суммарное содержание антиоксидантов, измеренное амперометрическим методом в разных сортах картофеля (стандарт – галловая кислота) составило 17 – 124 мг / 100 г. Наибольшее – в клубнях сортов Сирень (124), Юбилей Жукова (70), Василек (65), наименьшее – Ред Скарлет и Импала (17).

Ключевые слова: исследования, картофель, химический состав, сорт, антиоксидантная активность, крахмал.

RESEARCH OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF POTATOES

¹Zhevora Sergej¹Starovoitov Viktor²Yashin Aleksandr³Manokhina Aleksandra⁴Yashin Yakov¹FSBSI “Lorch Potato Research Institute”²LLC “Institute of Analytical Toxicology”³FSBEI HE “Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy”⁴LLC “Interlab”

Abstract. The analysis of the latest world achievements and modern understanding of the effect of potato antioxidant activity on human health is given. It is noted that potato antioxidants suppress the harmful effects of excess free radicals and reactive oxygen and nitrogen compounds in human biological

fluids. The chemical composition of potatoes is given. It was determined that potato tubers contain such antioxidants as: flavonoids (rutin, kaempferol-3-rutinoside, quercetin glycoside, catechin, epicatechin, quercetrin, isoquercetrin), anthocyanins (glycosides of pelargonidin, peonidine and malvidinin, petunidin in the form of aglycones, that is, without sugar residues), phenolic acids (chlorogenic, cryptochlorogenic, neochlorogenic, coffee, coumaric, protocatechin, vanillic, ferulic, gallic, p-hydroxybenzoic, ellagic), carotenoids, lycopene-bentinetin, zeaxopin, alpha-carotene, beta-carotene). It has been shown by means of comparative analysis that in baked potatoes the antioxidant activity according to the ORAC method is 1098 – 1652 units. trolox / mol, which is higher than in raw (1010 – 1272 trolox units / mol). This is explained by the fact that more antioxidants are extracted from baked potatoes than from raw potatoes. The total content of antioxidants measured by the amperometric method in different varieties of potatoes (standard - gallic acid) was 17 – 124 mg / 100 g. Red Scarlet and Impala (17).

Keywords: research, potatoes, chemical composition, variety, antioxidant activity, starch.

Введение. Картофель – четвертая после риса, пшеницы и кукурузы важная пищевая культура для человечества, которая имеет много достоинств: легкодоступна, дешева, выращивается в 150 странах при разных климатических условиях, хорошо сохраняется и легко перерабатывается в различные полезные продукты. Картофель имеет высокую пищевую ценность, богат витаминами, микроэлементами и природными антиоксидантами.

Впервые картофель зафиксирован более 7000 лет назад высоко в Андах около озера Титикака между Перу и Боливией. Известны два родоначальных вида картофеля: *Solanum tuberosum andigea* из Анд и *Solanum tuberosum* из Чили. Обнаружено двести диких сортов картофеля и более 4000 культивируемых. Выращивают картофель в 150 странах с разными климатическими условиями. Мировое производство картофеля 374 млн т.(2017г). Страны, производящие более всего картофеля следующие (в млн. т): Китай – 90, Россия – 28,5, Индия – 24, США – 20. Урожайность картофеля в разных странах колеблется в пределах 11-43 т/га. Потребление картофеля на душу населения в год (кг/год): Россия – 98, Европа – 96, США – 55, Китай – 40.

Производство картофеля растет в мире, более половины картофеля перерабатывается в разнообразные продукты (в том числе и в ЧИПСы).

В Испанию картофель привезен конкистадорами в 1530 г из Перу. В течение 16 века картофель распространился по основным странам Европы. В 1769 г картофель достиг Новой Зеландии. В России картофель стали выращивать при Петре 1 вместо репы.

Выращивание картофеля сегодня относится к глобальной индустрии. В настоящее время выращивание картофеля основывается на применение передовых технологий координатного (точного) земледелия, что позволяет обеспечить высокую механизацию и автоматизацию технологических процессов и получать высокие стабильные урожаи [1 – 3].

Специализированные отечественные журналы «Картофельная система», «Картофель и овощи», «Защита картофеля» и др. публикуют результаты научных исследований в различных областях, связанных с выращиванием картофеля. Научные достижения в картофелеведении отражает и известный американский журнал *The American Journal of Potato Research (AJPR)*, включая биотехнологию, селекцию и генетику, управление растениеводством, исследования болезней и вредителей, экономику и маркетинг, питание, физиологию, послеуборочную обработку и качество.

В последние годы проявляется повышенный интерес к антиоксидантной активности картофеля, особенно к сортам с пигментированной мякотью клубней. За счет содержания полифенолов – антиоксидантов, каротиноидов, витаминов С, Е, В, картофель благотворно влияет на здоровье человека, снижает риск сердечно-сосудистых, некоторых онкологических заболеваний, диабета, подавляет окислительный стресс. Можно выделить основные полезные действия: употребление картофеля защищает от полипов, улучшает работу микробиоты, задерживает старение, помогает глазам, от ревматизма, уменьшает воспалительные процессы, снижает кровяное давление, предотвращает образование камней в почках. Потребление картофеля подавляет действие enteric вирусов В, тормозит развитие онкологических болезней, в частности, колоректального рака.

Химический состав картофеля. В последние годы химический состав картофеля определялся современными методами, в первую очередь хроматографическими. О составе

картофеля, условиях его выращивания и переработки вышли книги и обзоры [4 – 8]. В настоящее время состав картофеля хорошо известен, однако он сильно колеблется в зависимости от генетики, условий выращивания, почвы и окружающей среды [6, 8]. В таблице 1 приведены данные о химическом составе картофеля [4].

Таблица 1 – Химический состав картофеля

Вещества	Содержание
Крахмал	12,6-18,2 %
Глюкоза	0,01-0,6 %
Фруктоза	0,01-0,6 %
Сахароза	0,13-0,68 %
Пищевая клетчатка	1-2 %
Белки	0,6-2,1 %
<i>Свободные аминокислоты</i>	
Аспарагин	110-529 мг/100г
Глутамин	25-409 мг/100г
Пролин	2-209 мг/100г
Другие аминокислоты	0,2-117 мг/100г
Полифенолы	123-441 мг/100г
Каротиноиды	0,05-2 мг/100г
<i>Витамины</i>	
Токоферолы	до 0,3 мг/100мг
Тиамин В1	0,02-0,2 мг/100гр
Рибофлавин	0,01-0,7 мг/100г
Витамин В6	0,13-0,44 мг/100мг
Витамин С	8-54 мг/100г
Фолиевая кислота	0,01-0,03 мг/100г
<i>Микроэлементы</i>	
Калий	280-564 мг/100г
Фосфор	30-60 мг/100г
Кальций	5-18 мг/100г
Магний	14-18 мг/100г
Железо	0,4-1,6 мг/100г
Цинк	0,3 мг/100г
Гликоалкалоиды	20 мг/100г
Холин	57 мг/100г

Аккумуляции витаминов Е и В9 в клубнях картофеля посвящены отдельные работы, влияние переработки картофеля на его гликемический индекс рассмотрен в работе [9]. Фундаментальное исследование посвящено генетике и геномике картофеля [8].

Крахмал в картофеле двух типов: высоко разветвленный амилопектин (70 – 80 % от общего содержания крахмала) и линейная амилоза (20 – 30 %). Крахмал картофеля уникален, т.к. содержит значительное количество монофосфатных эфиров, ковалентно связанных с амилопектином.

Картофель содержит 1 – 2 % пищевой клетчатки, она помогает снизить холестерин в крови и полезна для микробиоты кишечника.

Свежий картофель содержит мало жиров (менее 0,1 %) и холестерина. Картофель содержит белки до 2 % с хорошим составом аминокислот, 40 %-растворимый белок, классифицируется как гликобелок, этот белок высокого качества. Среди корнеплодов картофель – самый богатый источник белка.

Картофель содержит значительное количество калия, магния, фосфора и других микроэлементов, приведенных в таблице 1, широкий набор витаминов, среди которых следует выделить витамин С. В картофеле имеется холин, помогающий работе мышц, развитию памяти и обучению. Одна большая картофелина содержит до 57 мг холина.

Микроэлементы и витамины картофеля предотвращает остеопороз, помогает формированию хорошей структуры костей. Клетчатка, калий, магний и витамины С и В6 способствуют поддержанию здоровья сердца.

Антиоксидантная активность картофеля. Антиоксидантная активность (АА) картофеля на уровне АА томатов, моркови и некоторых салатов, но меньше, чем у ягод. Однако, в отличие от ягод картофель доступен круглый год, его регулярно едят во всем мире в количествах больших, чем ягоды и фрукты. Поэтому в некоторых странах картофель считают одним из основных источников антиоксидантов. Известно, что самые сильные антиоксиданты – это флавоноиды, фенольные кислоты, стильбены, каротиноиды, лигнаны и другие. Антиоксиданты признаются неотъемлемой частью здорового и полноценного питания наряду с белками, жирами, углеводами, витаминами и микроэлементами. Регулярное потребление антиоксидантов с пищей защищает человека от опасных болезней и преждевременного старения. По содержанию всех питательных веществ (макронутриентов и микронутриентов) картофель, несомненно, один из самых сбалансированных продуктов питания, в нем есть все для полноценного питания кроме жиров.

Определению полифенолов-антиоксидантов в картофеле посвящены многие работы [10 – 13]. Многие измерения выполнены хроматографическими методами [10 – 12]. Антиоксидантная активность разных сортов картофеля определена во многих работах [13 – 14]. В таблице 2 приведен список антиоксидантов, присутствующих в картофеле.

Таблица 2 – Список антиоксидантов, присутствующих в картофеле

Классы соединений	индивидуальные соединения	ссылки
Флавоноиды	рутин, кемпферол-3-рутинозид, гликозид кверцетина, катехин, эпикатехин, квецетрин, изокверцетрин	7, 8, 15
Антоцианины	гликозиды пеларгонидина, пеонидина, петунидина и мальвидина. Пеларгонидин и мальвидин присутствуют также в виде агликонов, т.е. без сахарных остатков	6, 9, 10, 11, 12
Фенольные кислоты	хлорогеновая, криптохлорогеновая, неохлорогеновая, кофейная, кумариновая, протокатехиновая, ванилиновая, феруловая, галловая, п-гидроксibenзойная, эллаговая	3, 4, 9
Каротиноиды	лутеин, зеаксантин, ликопин, бета-криптоксантин, альфа-каротин, бета-каротин	3, 5

В таблице 3 методом ORAC определена антиоксидантная активность сырого и печеного картофеля [16].

Таблица 3 – Антиоксидантная активность сырого и печеного картофеля методом ORAC

Тип/сорт картофеля	Состояние	Антиоксидантная активность Н-ORAC в ед. тролокс/моль
Красный картофель (кожица и мякоть)	Печеный	1304
Красный картофель (кожица и мякоть)	Сырой	1060
Russet	Печеный	1652
Russet	Сырой	1272
Белый картофель	Печеный	1098
Белый картофель	Сырой	1010

Парадоксально, что в печеном картофеле антиоксидантная активность больше, чем в сыром. Это можно объяснить тем, что из печеного картофеля антиоксидантов экстрагируется больше, чем из сырого картофеля.

В таблице 4 приведено суммарное содержание антиоксидантов, измеренное амперометрическим методом [17].

Предлагаемый метод измерения ССА позволяет с высокой степенью достоверности различать сорта и гибриды картофеля, отбирать сорта картофеля с высоким содержанием антиоксидантов,

т.к. они будут лучше сохраняться, оценивать состояние картофеля (сохранность, болезни и т.д.) его пищевую ценность в период длительного хранения и возможности использования в пищу.

Таблица 4. Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) в разных сортах картофеля (стандарт – галловая кислота)

№	Название сорта	ССА, мг/100г
1	Сирень	124
2	Юбилей Жукова	70
3	Василек	65
4	Жигулевский ранний	39
5	Коллете	36
6	Колобок	32
7	Удача	29
8	Невский	23
9	Крупный розовый	22
10	Фелокс	20
11	Ред Скарлет	17
12	Импала	17

Выявлена хорошая корреляция между различными типами устойчивости и общим содержанием антиоксидантов. В связи с важностью этих измерений был разработан ГОСТ Р 54036 – 2010 «Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов в клубнях картофеля амперометрическим методом». Это единственный ГОСТ для оценки антиоксидантной активности картофеля. Кроме того, предлагаемый метод может быть рекомендован для проведения диагностики продуктов биотехнологии картофеля с целью сортовой идентификации.

Во многих исследованиях показано, что антиоксидантная активность кожицы картофеля в 2 – 3 раза выше, чем антиоксидантная активность мякоти. Стрессовые ситуации при выращивании картофеля повышают содержание антиоксидантов. Из окрашенных сортов картофеля наибольшее содержание антиоксидантов в фиолетовом (purple). В работе [18] впервые определено содержание антоцианинов, флавоноидов и фенольных кислот в 26 окрашенных сортах картофеля методом ВЭЖХ. Красные клубни содержали гликозиды пелагонидина (200 – 2000 мкг/г), пеонидина (20 – 400 мкг/г). Светлые сорта содержали также гликозиды мальвидина (20 – 200 мкг/г).

Мякоть картофеля содержала 30-900 мкг/г хлорогеновых кислот, а кожица 1000-4000 мкг/г. Антоцианины присутствовали в основном в окрашенных сортах картофеля в виде гликозидов пеларгонидина, петунидина, мальвидина, а также цианидина и дельфинидина. Из флавоноидов обнаружены: рутин, гликозиды кемпферола, кверцетина и др. В работах [13] методом ВЭЖХ также определяли антоцианины, идентификацию проводили диодноматричным и МС детекторами.

Влияние потребления картофеля на здоровье человека. По влиянию потребления картофеля на здоровье и благополучие человека вышло много прекрасных обзоров [18 – 20].

Можно выделить основные полезные действия картофеля: употребление картофеля защищает от полипов, улучшает работу микробиоты, задерживает старение, помогает глазам, от ревматизма, уменьшает воспалительные процессы, предотвращает образование камней в почках.

Особенно следует выделить подавление окислительного стресса – предшественника многих, в т.ч. и опасных болезней. Окислительный стресс – это избыточное содержание в биологических жидкостях человека свободных радикалов и реакционных кислородных и азотных соединений. Антиоксиданты картофеля подавляют вредное воздействие этих окислителей. Отдельная работа опубликована о благоприятном действии потребления картофеля на сердечно-сосудистую систему. Потребление картофеля подавляет действие enteric вирусов В тормозит развитие онкологических болезней, в частности, колоректального рака [20].

В литературе обсуждены возможности картофеля как пищи для космонавтов, особенно для длительных полетов, в частности на Марс [21].

Заключение. В кратком обзоре приведены общие сведения о картофеле: химическом составе,

антиоксидантной активности и влиянии его потребления на здоровье человека. Картофель по химическому составу и питательной ценности - один из сбалансированных продуктов питания, он содержит углеводы, белки, витамины, антиоксиданты и микроэлементы. В картофеле мало жиров. В последние годы возрос интерес к антиоксидантной активности особенно сортов с пигментированной мякотью клубней. В обзоре приведены данные об антиоксидантной активности картофеля, определенные методом ORAC и амперометрическим методом. Последние данные – это измерения авторов обзора. За счет содержания антиоксидантов картофель благотворно влияет на здоровье человека.

Список литературы

1. Старовойтова О.А., Жевора С.В., Старовойтов В.И., Овэс Е.В., Коршунов А.В., Манохина А.А., Балабанов В.И., Федоренко В.Ф., Голубев И.Г., Звягинцев П.С., Зуев В.В., Воронов Н.В. Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2018 – 236 с.
2. Балабанов В.И., Федоренко В.Ф. и др Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2016. – 240 с.
3. Балабанов В.И. Полевая стратегия. Внедрение инноваций в координатном земледелии. // Агротехника и технологии. – 2016. – № 5. – С. 50 – 53.
4. Singh J., Kaur L. Eds. Advances in potato chemistry and technology. – Elsevier. – 2009. – 508 p.
5. Zaheer K., Akhtar M.H. Potato production, usage and nutrition-a review // Crit. Rev, Sci. Nutr. – 2016. – V.56. – Pp. 711 – 721.
6. Grudzinska M., Czerko Z., Zarzynska K. et al. Bioactive compounds in potato tubers – effects of farming system, cooking method and flesh color // Plos One. – 2016. – v. 11. – P. 5.
7. Furrer A.N., Chegeni M., Ferruzzi M.G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemical and human health // Crit. Rev, Food Sci. Nutr. – 2018. – V. 58.
8. Watanabe K. Potato genetics, genomics and applications // Breed. Sci. – 2015. – V. 65. – Pp 53 – 68.
9. Nayak B., Berrios J.D.J., Tang J. Impact of food processing on glycemic index (GI) of potato products // Food Res. – Int. 1014. – V. 56. – Pp. 35 – 46.
10. 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 Res. – 2015. – V. 58. – Pp. 221 – 244.
11. 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 // J. Funct. Foods. – 2013. – V. 5. – Pp. 590 – 600.
12. Galani J.H.Y., Monkad R.M., Shah A.K., et al. Effect of storage temperature on vitamins C, total phenolics, UPLC phenolic acid profile and antioxidant activity of eleven potato varieties // Horticultural Plant J. – 2017. – V. 3. – Pp. 73 – 89.
13. Pazderu K., Hamouz K., Lachman J., Kasal P. Yield potential and antioxidant activity of potatoes with coloured flesh // Plant soil environ. – 2015. – V. 61. – Pp. 417 – 421.
14. Kalita D., Jajanty S.S. Comparison of polyphenol content and antioxidant capacity of colored potato tubers, pomegranate and blueberries // J. Food Process Technol. – 2014. – V. 5. – P. 538.
15. Le S.H., Oh S.H. et al. Antioxidant contents and antioxidant activity of white and colored potatoes // Prevent. Nutr. Food Sci. – 2016. – V. 21. – Pp. 110 – 116.
16. USDA Database for the ORAC of selected Foods. Release 2 May 201.
17. Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Яшин А.Я., Воловик Е.А., Босинзон Ю.М., Старовойтов В.И., Смирнов В.А. Новый метод определения качества картофеля / В сборнике «Диетический картофель – основа здоровья человека». – М.: Издание СГМП Правительства Москвы «Моссельхоз». – 2007. – С. 44 – 47.
18. Lewis C.S., Walker J.R.L., Lancaster J.E., Sutton K.H. Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acid in potatoes-colored cultivars of *Solanum tuberosum* L. // J. Sci Food Agric – 1998. – V. 77. – Pp. 45 – 57.
19. Lowat C., Nassar A.M.K., Kubow S. et al. Metabolic biosynthesis of potato antioxidants and implications for human health // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2016. – V. 56. – Pp. 2278 – 2303.
20. Wang Q., Chen Q., He M. et al. Inhibitory effect of potatoes on the proliferation of human colon and liver cancer cells // Nutrition and Cancer – 2011. – V. 63. – Pp. 1044 – 1052.
21. Drysdale A.E., Ewert M.K., Hauford A.J. Life support approaches for Mars missions // Adv. Space Res. – 2003. – V. 31. – Pp. 51 – 61.

References

1. Starovojtova O.A., Zhevora S.V., Starovojtov V.I., Ovjes E.V., Korshunov A.V., Manohina A.A., Balabanov V.I., Fedorenko V.F., Golubev I.G., Zvjagincev P.S., Zuev V.V., Voronov N.V. Konkurentosposobnye tehnologii semenovodstva, proizvodstva i hranenija kartofelja: nauch. izd. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh». – 2018 – 236 s.
2. Balabanov V.I., Fedorenko V.F. i dr Tehnologii, tehnika i oborudovanie dlja koordinatnogo (tochnogo) zemledelija. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh». – 2016. – 240 s.
3. Balabanov V.I. Polevaja strategija. Vnedrenie innovacij v koordinatnom zemledelii. // Agrotehnika i tehnologii. – 2016. – № 5. – S. 50 – 53.
4. Singh J., Kaur L. Eds. Advances in potato chemistry and technology. – Elsevier. – 2009. – 508 p.
5. Zaheer K., Akhtar M.H. Potato production, usage and nutrition-a review // Crit. Rev. Sci. Nutr. – 2016. – V.56. – Rr. 711 – 721.
6. Grudzinska M., Czerko Z., Zarzynska K. et al. Bioactive compounds in potato tubers – effects of farming system, cooking method and flesh color // Plos One. – 2016. – v. 11. – R. 5.
7. Furrer A.N., Chegeni M., Ferruzzi M.G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemical and human health // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2018. – V. 58.
8. Watanabe K. Potato genetics, genomics and applications // Breed. Sci. – 2015. – V. 65. – Pp 53 – 68.
9. Nayak B., Berrios J.D.J., Tang J. Impact of food processing on glycemic index (GI) of potato products // Food Res. – Int. 1014. – V. 56. – Pp. 35 – 46.
10. 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 Res. – 2015. – V. 58. – Pp. 221 – 244.
11. 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 // J. Funct. Foods. – 2013. – V. 5. – Pp. 590 – 600.
12. Galani J.H.Y., Monkad R.M., Shah A.K., et al. Effect of storage temperature on vitamins C, total phenolics, UPLC phenolic acid profile and antioxidant activity of eleven potato varieties // Horticultural Plant J. – 2017. – V. 3. – Pp. 73 – 89.
13. Pazderu K., Hamouz K., Lachman J., Kasal P. Yield potential and antioxidant activity of potatoes with coloured flesh // Plant soil environ. – 2015. – V. 61. – Pp. 417 – 421.
14. Kalita D., Jajanty S.S. Comparison of polyphenol content and antioxidant capacity of colored potato tubers, pomegranate and blueberries // J. Food Process Technol. – 2014. – V. 5. – P. 538.
15. Le S.H., Oh S.H. et al. Antioxidant contents and antioxidant activity of white and colored potatoes // Prevent. Nutr. Food Sci. – 2016. – V. 21. – Pp. 110 – 116.
16. USDA Database for the ORAC of selected Foods. Release 2 May 201.
17. Jashin Ja.I., Chernousova N.I., Jashin A.Ja., Volovik E.A., Bosinzon Ju.M., Starovojtov V.I., Smirnov V.A. Novyj metod opredelenija kachestva kartofelja / V sbornike «Dieticheskij kartofel' – osnova zdorov'ja cheloveka». – M.: Izdanie SGMP Pravitel'stva Moskvy «Mossel'hoz». – 2007. – S. 44 – 47.
18. Lewis C.S., Walker J.R.L., Lancaster J.E., Sutton K.H. Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acid in potatoes-colored cultivars of *Solanum tuberosum* L. // J. Sci Food Agric – 1998. – V. 77. – Pp. 45 – 57.
19. Lowat C., Nassar A.M.K., Kubow S. et al. Metabolic biosynthesis of potato antioxidants and implications for human health // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2016. – V. 56. – Pp. 2278 – 2303.
20. Wang Q., Chen Q., He M. et al. Inhibitory effect of potatoes on the proliferation of human colon and liver cancer cells // Nutrition and Cancer – 2011. – V. 63. – Pp. 1044 – 1052.
21. Drysdale A.E., Ewert M.K., Hauford A.J. Life support approaches for Mars missions // Adv. Space Res. – 2003. – V. 31. – Pp. 51 – 61.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Жевора Сергей Валентинович – доктор сельскохозяйственных наук, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», Россия, п. Красково, e-mail: agronir1@mail.ru.

Старовойтов Виктор Иванович – доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», Россия, п. Красково, e-mail: agronir2@mail.ru.

Яшин Александр Яковлевич – старший научный сотрудник Общества с ограниченной ответственностью «Институт аналитической токсикологии», Россия, д. Гаврилково, e-mail: yashin@interlab.ru.

Манохина Александра Анатольевна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: alexman80@list.ru.

Яшин Яков Иванович – доктор химических наук, профессор доктор химических наук, профессор, научный консультант Общества с ограниченной ответственностью «Интерлаб», Россия, г. Москва, e-mail: yashinchrom@mail.ru.

Author credentials

Affiliations

Zhevara Sergej – Full Doctor of Agricultural Sciences, Director of Federal State Budgetary Scientific Institution “Lorch Potato Research Institute”, Russia, Kraskovo, e-mail: agronir1@mail.ru.

Starovoitov Viktor – Full Doctor of Technical Sciences, Professor of Federal State Budgetary Scientific Institution “Lorch Potato Research Institute”, Russia, Kraskovo, e-mail: agronir2@mail.ru.

Yashin Aleksandr – senior researcher of Limited liability company “Institute of Analytical Toxicology”, Russia, Gavrilkovo, e-mail: yashin@interlab.ru.

Manokhina Alexandra – Full Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy”, Russia, Moscow, e-mail: alexman80@list.ru.

Yashin Yakov – Full Doctor of Chemical Sciences, Professor, scientific consultant of Limited liability company “Interlab”, Russia, Moscow, e-mail: yashinchrom@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 12.01.2021 Принята к публикации (Accepted): 12.02.2021

УДК 338.439

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-1-87-98

ПОТЕНЦИАЛ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЦЕПОЧКЕ СОЗДАНИЯ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ СФЕРЫ

¹Багиев Георгий Леонидович

²Пинчук Александр Владимирович

³Калюжный Михаил Сергеевич

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

²ООО «Видигайд»

³ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»

Реферат. Рассмотрено влияние процессов цифровой трансформации на агропродовольственную сферу. Предмет исследования - возможность масштабного внедрения передовой технологии распределенного реестра на массовом уровне. Представлены классификационные признаки вариантов реализации технологии блокчейн (ТБ). Проанализированы ключевые направления интеграции ТБ в маркетинговые и логистические процессы на различных звеньях цепочек создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере. Для понимания текущего статуса ТБ проведен кейс-анализ, выявивший наибольшее распространение блокчейн-решений в сфере логистики. В рамках кейс-анализа дана оценка ключевых исторических прецедентов внедрения ТБ логистическими консорциумами Digital Container Shipping Association и Global Shipping Business Network. Проведенный анализ позволил провести категоризацию видов стоящих перед отраслью проблем – технические аспекты ТБ, аспекты разработки бизнес-моделей и механизмов поощрения участников системы, правовые аспекты, а также рассмотреть основные угрозы, включающие как уязвимость со стороны внешних атак, так и контроль со стороны ведущих технологических компаний - поставщиков блокчейн-решений.