

# ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.98-109>  
УДК 664.2:635.21:631.52



## Определение пригодности различных сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) с белой и пигментированной мякотью для переработки на картофелепродукты

© 2022. В. Г. Гольдштейн ✉, В. А. Дегтярев, В. А. Коваленок, А. В. Семенова, А. А. Морозова

Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», Московская область, Российская Федерация

В статье дан обзор современного состояния исследований в области требования к качеству картофеля для переработки его на картофелепродукты. Отмечено, что качество картофеля с белой мякотью определяется массовой долей: сухого вещества (СВ) – более 20 %; редуцирующих сахаров – 0,2-0,5 %; гликоалкалоидов – не более 200 мг/кг; крахмала – не менее 16 %. Для картофеля с пигментированной мякотью, кроме перечисленных показателей, необходимо учитывать массовую долю антоцианов (более 0,5 %), которые являются эффективными антиоксидантами. В работе приведены данные по изменению содержания гликоалкалоидов в клубнях картофеля с пигментированной мякотью в зависимости от вида переработки. Цель экспериментального исследования – анализ качественных показателей образцов картофеля отечественной селекции с белой и пигментированной мякотью для определения целесообразности их переработки на картофелепродукты и дальнейшего использования в качестве исходного материала для селекции. Объекты исследования: 21 сорт картофеля с белой мякотью и 8 сортов с пигментированной. В результате оценки целесообразности использования картофеля на переработку из 21 сорта картофеля с белой мякотью выявлены 7, которые можно рекомендовать для производства картофелепродуктов (Камелот, Фрителла, Рубин, Триумф, Ария, Изюминка и Мираж). Показано, что программа Statistica 12 может применяться для оценки качества картофеля по показателям его пригодности для переработки на картофелепродукты. Определено, что массовая доля гликоалкалоидов в картофельном клубне является важной характеристикой сорта для использования его в производстве картофелепродуктов и в качестве столового картофеля. Установлены корреляционные зависимости: между СВ картофеля и массовой долей гликоалкалоидов ( $r = 0,47$ ) и между массовой долей редуцирующих сахаров и массовой долей гликоалкалоидов ( $r = 0,37$ ). Возрастание массовой доли этих соединений нежелательно, в связи с чем при выборе сортов для переработки и в качестве исходного материала для селекции необходимо контролировать их концентрации. В результате оценки 8 экспериментальных образцов картофеля с пигментированной мякотью выявлен образец, который можно порекомендовать для производства картофелепродуктов (ВНИИКС-1), и два образца, рекомендованных в качестве исходного материала для селекции столовых сортов с высокой массовой долей антоцианов (ВНИИКС-4 и Индиго).

**Ключевые слова:** оценка сортов картофеля, белая мякоть, пигментированная мякоть, редуцирующие сахара, крахмал, гликоалкалоиды, антоцианы

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы.

Авторы признательны руководству ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха» и ООО «Дока – Генные технологии» за предоставленные сортообразцы картофеля для исследования.

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

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** 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>

Поступила: 13.09.2021

Принята к публикации: 12.01.2022

Опубликована онлайн: 25.02.2022

## Determination of suitability of different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties with white and pigmented pulp for processing into potato products

© 2022. Vladimir G. Goldstein✉, Vladimir A. Degtyarev, Vladimir A. Kovalenok, Anastasia V. Semenova, Anastasia A. Morozova

All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials – Branch of Russian Potato Research Center named after A. G. Lorch, Moscow region, Russian Federation

The article provides an overview of the current state of research in the field of requirements for the quality of potatoes for processing them into potato products. It is noted that the quality of potatoes with white pulp is determined by the mass fraction of: dry matter over 20 %; reducing sugars 0.2-0.5 %, glycoalkaloids no more than 200 mg/kg; starch not less than 16 %. For potatoes with pigmented pulp in addition to these indicators it is necessary to take into account the mass fraction of anthocyanins (over 0.5 %), which are effective antioxidants. The review presents the information on changes in the content of glycoalkaloids in potato tubers with pigmented pulp depending on the type of processing. The objective of experimental research is to analyze the qualitative indicators of native potato varieties with white and pigmented pulp to determine the practicability of their processing into potato products and further using as a starting material for selection. As research objects were selected 21 potato varieties with white pulp and 8 potato varieties with pigmented (colored) pulp. As a result of evaluation of the feasibility of using potatoes with white pulp 7 varieties out of 21 varieties of potatoes can be recommended for the production of potato products (Kamelot, Fritella, Rubin, Triumf, Ariya, Izyuminka, Mirazh). It is shown that the program «Statistica 12» can be used to assess the quality of potatoes on indicators of their suitability for processing into potato products. It was determined that the mass fraction of glycoalkaloids in the potato tuber is an important characteristic of the variety for its using in the production of potato products and as a table potato. Correlations between the mass fraction of potato dry matter and the mass fraction of glycoalkaloids ( $r = 0.47$ ) and between the mass fraction of reducing sugars and the mass fraction of glycoalkaloids ( $r = 0.37$ ) were established. The increasing in the mass fraction of these compounds is unwanted, and therefore, it is necessary to control their concentrations for choosing varieties for processing and as a starting material for the selection. Based on the analysis of the results of the evaluation of 8 experimental samples of potatoes with pigmented pulp, one sample was selected to be recommended for processing into potato products (VNIKX-1), and two samples can be recommended as a starting material for the selection of table varieties with a high anthocyanin mass fraction (VNIKX-4 and Indigo).

**Keywords:** evaluation of potato varieties, white pulp, pigmented pulp, reducing sugars, starch, glycoalkaloids, anthocyanins

**Acknowledgements:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as a part of subroutine «Development of selection and seed production of potato in Russian Federation» of the Federal scientific and technical program of agricultural development in 2017-2025.

The authors are grateful to the management of the Lorch Russian Potato Research Center and LLC «Doka-Gene Technologies» for the provided potato varieties for the research.

The authors are grateful to the reviewers for their contribution to the expert review of the work.

**Conflict of interest:** the authors stated that there was no conflict of interest.

**For citation:** Goldstein V. G., Degtyarev V. A., Kovalenok V. A., Semenova A. V., Morozova A. A. Determination of suitability of different potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) 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>

Received: 13.09.2021

Accepted for publication: 12.01.2022

Published online: 25.02.2022

Картофель является самой важной незлаковой пищевой культурой, обеспечивающей продовольственную безопасность страны, как ценный диетический продукт питания благодаря разнообразным функциональным соединениям в его составе, включая белок, клетчатку, витамины и фитохимические вещества, такие как полифенолы [1, 2]. Картофель известен как источник углеводов, дающий большое количество энергии. Он содержит также белок высокого качества, который по питательности сопоставим с белком цельного яйца, и отличается более высоким содержанием лизина по сравнению с другими

растительными белками из гороха и злаков [3]. Белки картофеля содержат около 50 % ингибиторов протеаз, 40 % пататина, а остальные 10 % – высокомолекулярные белки [3].

Качество картофеля определяют основные питательные вещества – углеводы, белки, пищевые волокна (кожура), витамин С, каротин, тиамин, рибофлавин, незаменимые аминокислоты и минералы, такие как калий, фосфор, магний, железо, кальций; сенсорные характеристики (например, вкус, текстура) и промышленные (например, форма клубней, сухие вещества (СВ), массовая доля крахмала и редуцирующих веществ) [4, 5].

Мировое потребление картофеля в качестве продовольствия переходит от свежего картофеля к обработанным пищевым продуктам с добавленной стоимостью, такими как замороженный картофель, который включает в себя большую часть картофеля фри, а также картофельные чипсы, сухое картофельное пюре, картофельные хлопья и картофельная мука. Мировой спрос на картофель фри фабричного производства в 2016 г. составлял более 7 миллионов тонн в год [6]. Эта тенденция заставила селекционеров создавать сорта картофеля для переработки с учетом технологических свойств, которые определяются высокой массовой долей сухих веществ (СВ), крахмала и низкой массовой долей редуцирующих сахаров [7, 8]. На эти показатели влияют различные факторы: генетические особенности сорта, климатические условия и тип почвы, применение различных удобрений [9], продолжительность вегетации.

Массовая доля СВ и редуцирующих сахаров являются наиболее важными показателями для определения качества картофеля, предназначенного для переработки: чем больше СВ в картофеле, тем больше выход вырабатываемых из него картофелепродуктов, меньше поглощение масла в процессе приготовления [10, 11] и сильнее устойчивость к потемнению сырой мякоти [12]. Низкая массовая доля редуцирующих сахаров в картофеле позволяет не допустить потемнения конечного продукта и горького привкуса, которые негативно влияют на восприятие потребителями [13, 14].

Картофель с красной, фиолетовой и синей мякотью и продукты его переработки являются привлекательной новинкой и интересной альтернативой производству картофелепродуктов и крахмала из традиционного картофеля с мякотью белой или кремовой окраски. Они богаты полезными для здоровья антиоксидантами – это полифенолы (хлорогеновая кислота и ее изомеры, кофейная кислота и флавоноиды), антоцианы, аскорбиновая кислота. Полифенольные соединения, особенно флавоноиды, являются эффективными антиоксидантами благодаря их способности поглощать свободные радикалы жирных кислот [15]. Установлено, что эти вещества значительно замедляют атеросклеротические процессы, ингибируют накопление холестерина в сыворотке крови, снижают риск ишемической болезни сердца

[15]. Уровень антиоксидантов в картофеле с красной или фиолетовой мякотью в два-три раза выше, чем в картофеле с белой или желтой [16]. Растущая популярность сортов с цветной мякотью также связана с их нетипичным внешним видом и возможностью приготовления красочных салатов или привлекательных картофельных закусок.

В клубнях картофеля выявлены следующие антоцианы: дельфинидин, петунидин, мальвидин, цианидин и пеларгонидин. Дельфинидин и цианидин обнаружены в двух формах – в моно- и дигликозилированной. Наиболее распространенным антоцианом оказался петунидин-3-глюкозид. Установлено, что антоциановый состав клубней изменяется в зависимости от сорта и может включать от одного до пяти антоцианов [16, 17].

Кроме полезных для здоровья компонентов, картофель содержит гликоалкалоиды, которые являются сильнодействующими ядами [18]. Летальная доза этих компонентов составляет 3-5 мг/кг массы тела, а их воздействие на организм схоже с воздействием стрихнина или мышьяка [19]. Токсичность связана с синергетическим взаимодействием между двумя основными гликоалкалоидами картофеля:  $\alpha$ -соланином и  $\alpha$ -чаконином [20]. Установлено, что при переработке на картофель фри, приготовленного из окрашенных сортов картофеля, значительно снизилось содержание гликоалкалоидов ( $\alpha$ -соланина и  $\alpha$ -чаконина) в образцах, полученных на разных стадиях процесса, по сравнению с сырьем. Процесс очистки картофеля с окрашенной мякотью снизил содержание гликоалкалоидов в среднем, примерно, на 50 %, процесс резки – на 53 %, а бланширование – на 58 % по сравнению с исходным сырьем. Наибольшее снижение содержания гликоалкалоидов было вызвано процессом жарки. Средние значения составили около 97,5 % в готовом к употреблению картофеле фри [19]. В результате термической обработки, например, запекания, сушки или жарки, появляется возможность удалить некоторое количество гликоалкалоидов, в зависимости от процесса обработки [19]. Значительное уменьшение массовой доли гликоалкалоидов в процессе термической обработки картофеля с цветной мякотью позволяет исключить этот показатель при анализе пригодности к промышленной переработке.

Основными показателями определения пригодности сортов картофеля с цветной мякотью к переработке на картофелепродукты являются массовые доли сухих веществ, крахмала, белка и антоцианов [21].

**Цель исследования** – анализ качественных показателей образцов картофеля отечественной селекции с белой и пигментированной мякотью для определения целесообразности их переработки на картофелепродукты и дальнейшего использования в качестве исходного материала для селекции.

**Научная новизна.** Получены новые данные о качественных характеристиках новых сортов и сортообразцов картофеля, свидетельствующие о пригодности к переработке на картофелепродукты и возможности их использования в качестве исходного материала для селекции.

**Материал и методы.** Объекты исследования:

- картофель с белой мякотью – 21 сорт из коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха»: Фрителла, Триумф, Восторг, Накра, Вымпел, Артур, Ария, Садон, Краса Мещеры, Изюминка, Гранд, Мираж, Синеглазка, Василек, Комета, Навигатор, Камелот, Каприз, Метеор, Романтик, Рубин;

- картофель с пигментированной мякотью – 4 экспериментальных образца селекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха» (ВНИИКХ-1, ВНИИКХ-2, ВНИИКХ-3, ВНИИКХ-4) и 4 образца картофеля, предоставленные ООО «Дока – Генные технологии» (Дока 10-50, Дока 11-30, Дока-20, Индиго).

В исследованиях определяли:

1. Массовую долю сухих веществ в картофеле и крахмале – экспресс-методом высушивания с использованием прибора Чинова – Кварц 21 М-33.

2. Крахмалистость картофеля – методом Эверса с использованием поляриметра Polartronic-N.

3. Массовую долю белка в картофельном соке – методом Лоури с использованием фотоэлектроколориметра КФК-2.

4. Массовую долю редуцирующих веществ в картофеле – поляриметрическим методом с использованием Polartronic-N.

5. Массовую долю сухих веществ в картофельном соке – рефрактометрическим методом с помощью УРЛ модель-1.

6. Массовую долю антоцианов – методом рН-дифференциальной спектрофотометрии с помощью УФ-3200.

Из клубней исследуемого картофеля отжимали картофельный сок на соковыжималке Gastrorag. Исследования проводили в 5-кратной повторности. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента, различия считали достоверными при пороге надежностей  $b_1 = 0,95$  с уровнем статистической зависимости при  $p \leq 0,05$ . Рассчитывали средние значения ( $M$ ) и ошибки средних значений ( $\pm m$ ).

Выбор сортов картофеля, удовлетворяющих требованиям пригодности к переработке на картофелепродукты, проводили с использованием программы Statistica 12.

**Результаты и их обсуждение.** Качественные характеристики картофеля, требуемые для производства картофелепродуктов, массовая доля СВ, белка, крахмала, редуцирующих сахаров в зависимости от сорта показана в таблице 1. Одним из основных показателей пригодности картофеля к переработке является массовая доля СВ, т. к. именно он оказывает непосредственное влияние на выход картофелепродуктов.

При выборе сорта картофеля для переработки на картофелепродукты его характеристики должны соответствовать следующим требованиям [5]: массовая доля СВ – 20-25 % ( $CV > 20\%$ ); редуцирующих сахаров – 0,2-0,5 % ( $rs \leq 0,5\%$ ); гликоалкалоидов – не более 200 мг/кг ( $mdg < 200$  мг/кг); крахмала не менее 16 % ( $mdk > 16\%$ ).

Выбор сортов картофеля, удовлетворяющих этим условиям, проводили с использованием программы Statistica 12. В таблице 2 значение 1 в графе sort говорит о том, что данные сорта удовлетворяют обозначенным выше условиям.

В клубнях картофеля сортов Синеглазка, Артур, Василек, Краса Мещеры, Романтик и Навигатор превышена массовая доля редуцирующих сахаров. Массовая доля крахмала в клубнях менее 16 % обнаружена у сортов Комета, Навигатор, Каприз, Метеор, Романтик, Восторг, Вымпел, Гранд. Массовая доля СВ менее 20 % установлена у сортов Каприз, Метеор, Романтик, Гранд, Садон. Массовая доля гликоалкалоидов, более чем в 2 раза превышающая допустимую, обнаружена в клубнях картофеля сорта Накра, более 200 мг/кг – сорта Комета.

Таблица 1 – Показатели клубней отечественных сортов картофеля, характеризующие пригодность для производства картофелепродуктов / Table 1 – Indicators of tubers of native potato varieties characterizing their suitability for the production of potato products

Сорт картофеля / Potato variety	Цвет мякоти / Pulp color	Сухие вещества, %/ Dry matter, %	Массовая доля в клубне, Mass fraction in tuber, % of raw potato weight		Редуцирующие сахара в картофеле, % массы клубня картофеля / Mass fraction of reducing sugars in a tuber, % of raw potato weight	Массовая доля гликоалкалоидов, мг/кг картофеля / Mass fraction of glycoalkaloids, mg/kg potatoes
			крахмала / starch	белка / protein		
Синеглазка / Sineglazka	Бледно-кремовый / Pale-cream	24,1±0,2	18,7±0,9	0,70±0,04	0,71±0,09	22±6
Василек / Vasilek	Кремовый с фиолетовыми вкраплениями / Cream with purple blotches	32,3±0,1	24,7±0,9	1,22±0,02	1,43±0,08	137±14
Комета / Cometa	Зеленовато-желтый / Greenish-yellow	21,9±0,3	15,5±0,7	0,98±0,02	0,05±0,02	251±18
Навигатор / Navigator	Кремовый / Cream	19,1±0,1	14,5±0,9	0,77±0,05	0,66±0,09	45±2
Камелот / Kamelot	Кремово-желтый с зелеными краями / Cream-yellow with green edging	22,6±0,3	16,5±0,6	0,82±0,02	0,05±0,01	50±9
Каприз / Kapriz	Желтовато-кремовый / Yellowy-cream	19,5±0,4	14,9±0,9	0,59±0,04	0,07±0,01	108±7
Метеор / Meteor	Бледно-кремовый / Pale-cream	16,8±0,2	12,5±0,7	0,46±0,07	0,02±0,01	54±4
Романтик / Romantik	Золотистый / Golden	19,3±0,4	13,2±0,8	0,82±0,04	0,71±0,12	78±11
Рубин / Rubin	Бледно-кремовый / Pale-cream	23,8±0,3	17,1±0,6	0,66±0,09	0,51±0,08	23±10
Фрителла / Fritella	Белый / White	22,5±0,1	17,7±0,9	0,88±0,07	0,26±0,03	122±8
Триумф / Triumph	Светло-кремовый / Pale-cream	22,1±0,1	19,5±0,8	1,04±0,03	0,24±0,11	45±13
Восторг / Vostorg	Желтовато-кремовый / Yellowy-cream	22,0±0,3	15,7±0,8	1,17±0,06	0,16±0,07	65±10
Накра / Nakra		27,8±0,1	21,7±0,9	0,90±0,01	0,31±0,09	422±26
Вымпел / Vympel		20,8±0,3	14,8±0,9	0,65±0,06	0,12±0,02	88±17
Артур / Artur		31,2±0,4	23,2±0,6	1,01±0,04	0,73±0,10	130±21
Ария / Ariya	Кремово-желтый / Cream-yellow	23,1±0,2	19,8±0,8	0,94±0,07	0,52±0,05	84±9
Садон / Sadon		15,9±0,3	19,7±0,6	0,77±0,01	0,07±0,01	39±12
Краса Мещеры / Krasa Meshhery		23,9±0,2	17,6±0,8	0,82±0,06	0,56±0,03	99±19
Июминка / Izuminka	Бледно-кремовый / Pale-cream	23,9±0,3	17,5±0,3	0,52±0,04	0,28±0,05	106±6
Гранд / Grand	Желтовато-кремовый / Yellowy-cream	19,7±0,1	13,6±0,9	0,41±0,07	0,02±0,01	65±12
Мираж / Mirazh	Светло-бежевый / Light-beige	25,4±0,4	17,3±0,4	0,79±0,03	0,02±0,01	32±7

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTION**

*Таблица 2 – Результаты статистической обработки характеристик клубней картофеля для выбора сортов для производства картофелепродуктов / Table 2 – Statistical processing results of potato tuber characteristics for the selection of varieties for the production of potato products*

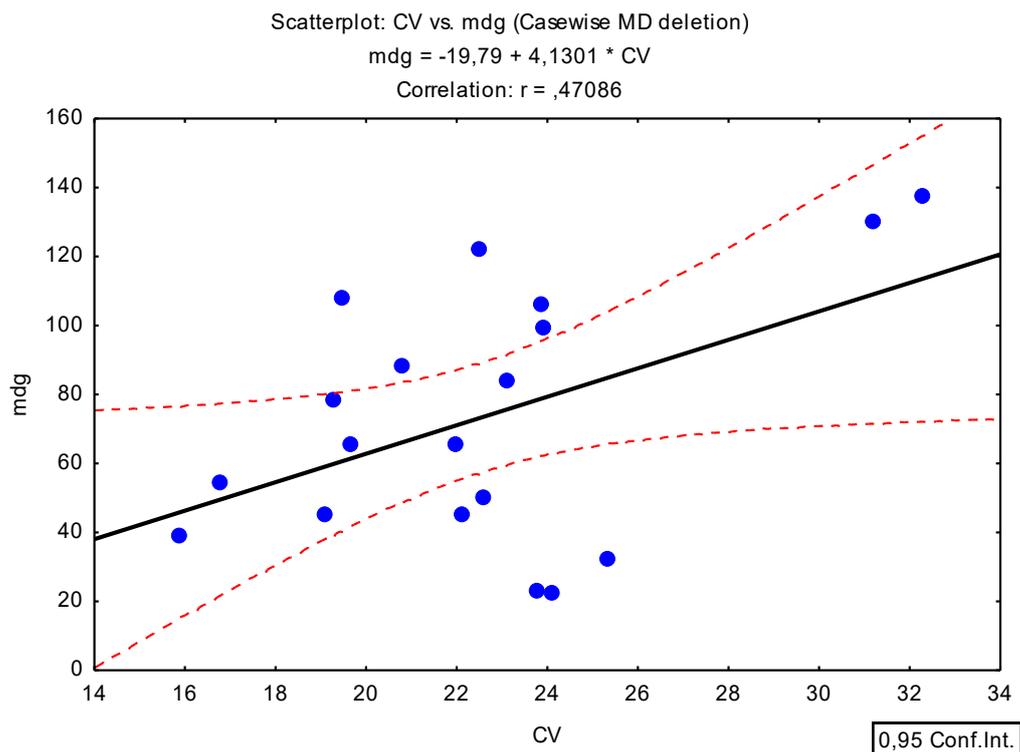
<i>Сорт картофеля / Potato variety</i>	<i>Характеристики клубней картофеля / Characteristics of potato tubers</i>					
	<i>CV</i>	<i>mdk</i>	<i>mdb</i>	<i>rs</i>	<i>mdg</i>	<i>sort</i>
Камелот / Kamelot	22,6	16,5	0,82	0,05	50	1
Рубин / Rubin	23,8	17,1	0,66	0,51	23	1
Фрителла / Fritella	22,5	17,7	0,88	0,26	122	1
Триумф / Triumph	22,1	19,5	1,04	0,24	45	1
Ария / Ariya	23,1	19,8	0,94	0,52	84	1
Изюминка / Izyuminka	23,9	17,5	0,52	0,28	106	1
Мираж / Mirazh	25,4	17,3	0,79	0,02	32	1
Синеглазка / Sineglazka	24,1	18,7	0,70	0,71	22	0
Василек / Vasilek	32,3	24,7	1,22	1,43	137	0
Артур / Artur	31,2	23,2	1,01	0,73	130	0
Краса Мещеры / Krasa Meshhery`	23,9	17,6	0,82	0,56	99	0
Комета / Kometa	21,9	15,5	0,98	0,05	251	0
Навигатор / Navigator	19,1	14,5	0,77	0,66	45	0
Каприз / Kapriz	19,5	14,9	0,59	0,07	108	0
Метеор / Meteor	16,8	12,5	0,46	0,02	54	0
Романтик /Romantik	19,3	13,2	0,82	0,71	78	0
Восторг / Vostorg	22,0	15,7	1,17	0,16	65	0
Накра / Nakra	27,8	21,7	0,90	0,31	422	0
Вымпел / Vy`mpel	20,8	14,9	0,65	0,12	88	0
Садон / Sadon	15,9	19,7	0,77	0,07	39	0
Гранд / Grand	19,7	13,6	0,41	0,02	65	0

Примечания: CV – сухие вещества (%); mdk – массовая доля крахмала (%); mdb – массовая доля белка (%); rs – массовая доля редуцирующих сахаров (%); mdg – массовая доля гликоалкалоидов (мг/кг) /

Notes: CV – dry matter (%); mdk – mass fraction of starch (%); mdb – mass fraction of protein (%); rs – mass fraction of reducing sugars (%); mdg – mass fraction of glycoalkaloids (mg/kg)

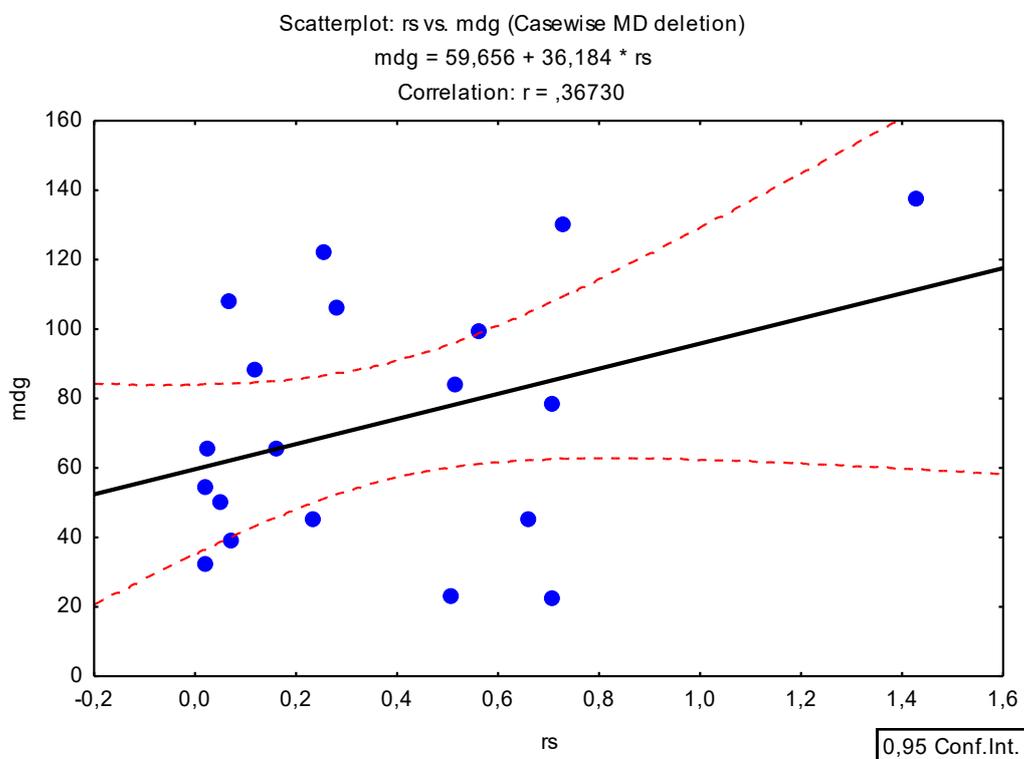
Проведенный корреляционный анализ с использованием программы Statistica 12 показал, что между изменением массовых долей СВ и гликоалкалоидов существует корреляционная зависимость (рис. 1). Получена прямолинейная положительная корреляция ( $r = 0,47$ ). С увеличением массовой доли СВ в различных сортах картофеля увеличивается массовая доля гликоалкалоидов. Перспективным направлением селекции должна являться разработка новых сортов картофеля с сохранением гликоалкалоидов в листьях для защиты от патогенов и вредителей, и их минимальной массовой доли в клубнях, не зависящей от содержания СВ в картофеле [20].

На рисунке 2 приведена корреляционная зависимость между массовыми долями гликоалкалоидов (mdg) и редуцирующих сахаров в картофеле (rs). Получена прямолинейная положительная корреляция ( $r = 0,37$ ). С увеличением массовой доли редуцирующих веществ в различных сортах картофеля увеличивается массовая доля гликоалкалоидов. Возрастание массовой доли этих соединений является нежелательным для переработки картофеля на картофелепродукты [4, 5, 19]. Поэтому при выборе сортов для переработки и в качестве исходного материала для селекции необходимо контролировать концентрации этих веществ.



*Рис. 1. График корреляционной зависимости между массовыми долями сухого вещества (CV) и гликоалкалоидов (mdg) в сортах картофеля (n = 21) /*

*Fig. 1. Diagram of the correlation dependence between the mass fraction of dry matter (CV) and glycoalkaloids (mdg) in potato varieties (n = 21)*



*Рис. 2. График корреляционной зависимости между массовыми долями редуцирующих веществ (rs) и гликоалкалоидов (mdg) в сортах картофеля (n = 21) /*

*Fig. 2. Diagram of the correlation dependence between the mass fraction of reducing sugars (rs) and glycoalkaloids (mdg) in potato varieties (n = 21)*

Из исследуемых сортов картофеля для переработки на картофелепродукты могут быть рекомендованы сорта: Камелот, Фрителла, Рубин, Триумф, Ария, Изюминка и Мираж. Необходимо отметить, что из рекомендованных сортов высокая массовая доля белка, а, следовательно, и пищевая ценность характерна для сортов: Фрителла, Триумф и Ария. В качестве столовых сортов могут быть рекомендованы все исследуемые сорта картофеля, за исключением Накра и Комета.

Сорта картофеля с пигментированной мякотью, предназначенные для переработки,

отбираются не только по массовой доле СВ, редуцирующих сахаров и крахмала, но и по доле белка и антоцианов в клубнях [20]. Определение гликоалкалоидов для оценки качества картофеля с пигментированной мякотью не проводили, т. к. основная масса этих ингредиентов отчуждается вместе с картофельной кожурой, а оставшееся количество значительно уменьшается при термической обработке [19]. Для статистической обработки полученных данных программу Statistica 12 не применяли из-за небольшого количества исследуемого материала. Результаты приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Качественные показатели сортообразцов картофеля с пигментированной мякотью для определения пригодности переработки на картофелепродукты / Table 3 – Qualitative indicators of potato variety samples with pigmented pulp for determination of the suitability for processing them into potato products**

Наименование образца / Name of the sample	Цвет мякоти / Pulp color	Массовая доля, % к массе клубней / Mass fraction, % by weight of tubers				
		сухих веществ / of dry matter	белка / of protein	крахмала / of starch	редуцирующих сахаров / of reducing sugars	антоцианов / of anthocyanins
ВНИИКХ-1 / VNIKX-1	Темно-фиолетовый / Dark-violet	23,1±0,1	2,4±0,1	17,3±0,4	0,26±0,07	0,52±0,03
ВНИИКХ-2 / VNIKX-2	Розовато-сиреневый с бледными вкраплениями / Pinky-lilac with pale blotches	22,2±0,1	1,7±0,2	17,3±0,6	3,28±0,03	0,35±0,03
ВНИИКХ-3 / VNIKX-3	Ярко-фиолетовый / Bright-purple	22,7±0,1	1,4±0,1	17,3 ±0,3	0,63±0,01	0,38±0,03
ВНИИКХ-4 / VNIKX-4	Ярко-фиолетовый с бледными вкраплениями / Bright-purple with pale blotches	19,2±0,1	1,7±0,1	18,5±0,5	0,67±0,04	0,52±0,03
Дока 10-50 / Doka 10-50	Розово-малиновый / Pink-crimson	16,2±0,1	0,9±0,1	10,1±0,7	0,53±0,03	0,25±0,03
Дока 11-30 / Doka 11-30	Темно-фиолетовый / Dark-violet	17,4±0,1	1,5±0,2	10,8 ±0,5	0,48±0,05	0,32± 0,03
Дока 20 / Doka 20	Розово-малиновый / Pink-crimson	18,9±0,1	0,8±0,1	14,1±0,2	0,48±0,03	0,23±0,03
Индиго / Indigo	Кремный с фиолетовыми вкраплениями и кожурой / Cream with violet blotches and peel	17,8±0,1	0,8±0,1	10,5±0,4	0,48±0,06	0,72±0,03

По показателю «массовая доля сухих веществ» для производства картофелепродуктов требованиям соответствуют все исследуемые образцы картофеля ВНИИКХ и сортообразец Дока 20. В этих образцах картофеля с цветной мякотью массовая доля СВ – не менее

19 %. В связи с требованиями по содержанию СВ в клубнях картофеля (не менее 20 %) при дальнейшей работе селекционеров над этими образцами или разработке сортовых технологий возделывания возможно увеличение этого показателя до необходимой величины.

Лучшие показатели массовой доли белка в клубнях картофеля выявлены у образцов ВНИИКХ – не менее 1,4 %, и образца Дока 11-30 – 1,5 % к массе клубней. Наибольшая массовая доля белка определена в образце картофеля ВНИИКХ-1 с фиолетовой мякотью – 2,4 %.

Массовая доля крахмала в клубнях картофеля, предназначенных для производства картофелепродуктов, должна составлять не менее 16 %. Этим требованиям соответствуют все образцы картофеля ВНИИКХ с массовой долей крахмала 17,3-18,5 %.

Низкая массовая доля редуцирующих сахаров в клубнях картофеля позволяет не допустить потемнения конечного продукта и появления горького привкуса, что негативно влияет на восприятие потребителями [14]. Поэтому массовая доля редуцирующих веществ не должна превышать 0,5 % к массе картофеля [5]. Этим требованиям удовлетворяют образцы картофеля ВНИИКХ-1, Дока 11-30, Дока-20, Индиго.

Степень деградации антоцианов зависит от вида термической обработки. В процессе жарки картофеля массовая доля антоцианов уменьшается на 50-80 %, при варке – на 39,3-70,2 % [20]. Поэтому при оценке массовой доли антоцианов в картофельных клубнях выбраны образцы с концентрацией антоцианов более 0,5 %, к ним относятся ВНИИКХ-1, ВНИИКХ-4 и Индиго.

#### **Выводы.**

1. В результате оценки целесообразности использования картофеля с белой мякотью из 21 сорта выявлены 7 сортов российской се-

лекции (Камелот, Фрителла, Рубин, Триумф, Ария, Изюминка и Мираж), которые можно рекомендовать для производства картофелепродуктов.

2. Показано, что программа Statistica 12 может применяться для оценки качества картофеля по показателям его пригодности для переработки на картофелепродукты.

3. Определено, что массовая доля гликоалкалоидов в картофельном клубне является важной характеристикой сорта для его использования в производстве картофелепродуктов и в качестве столового картофеля.

4. Установлены корреляционные зависимости: между СВ картофеля и массовой долей гликоалкалоидов и между массовой долей редуцирующих сахаров и массовой долей гликоалкалоидов.

5. На основании анализа результатов оценки экспериментальных образцов картофеля с пигментированной мякотью с целью выбора материала для селекции на пригодность к производству картофелепродуктов можно рекомендовать сортообразец ВНИИКХ-1, химические показатели которого соответствуют требованиям массовых долей СВ, крахмала, белка, редуцирующих веществ и антоцианов.

6. Образцы картофеля ВНИИКХ-4 и Индиго могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для селекции столовых сортов с высокой массовой долей антоцианов. Для селекции столовых сортов наибольший интерес представляет картофель сорта Индиго с низкой массовой долей крахмала.

#### **Список литературы**

1. Теплова В. В., Исакова Е. П., Кляйн О. И., Дергачева Д. И., Гесслер Н. Н., Дерябина Ю. И. Природные полифенолы: биологическая активность, фармакологический потенциал, пути метаболической инженерии (обзор). Прикладная биохимия и микробиология. 2018;54(3):215-235. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0555109918030017>
2. Mystkowska I., Zarzecka K., Gugala M., Sikorska A. The Polyphenol Content in Three Edible Potato Cultivars Depending on the Biostimulants Used. Agriculture. 2020;10(7):269. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10070269>
3. Kowalczewski P. L., Olejnik A., Białas W., Rybicka I., Zielińska-Dawidziak M., Siger A., Kubiak P., Lewandowicz G. The Nutritional Value and Biological Activity of Concentrated Protein Fraction of Potato Juice. Nutrients. 2019;11(7):1523. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11071523>
4. Кордабовский В. Ю. Биохимический состав клубней картофеля магаданской селекции. Международный научно-исследовательский журнал. 2017;(5-2(59)):208-209. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.59.111>
5. Симаков Е. А., Митюшкин Алей. В., Митюшкин Алдр. 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>
6. 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>
7. Pedreschi F. Chapter 11 – Fried and Dehydrated Potato Products. In: Advances in Potato Chemistry and Technology. Ed.: J. Singh, L. Kaur. 2nd. Edition Academic Press. 2016. pp. 319-321. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374349-7.00011-8>

8. Данилин С. И., Данилина А. С., Шукин Р. А., Каргин В. И., Корниенко А. В. Влияние сортовых особенностей и условий хранения на показатели качества клубней картофеля чипсового направления. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020;(4):116-121. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44533935>
9. Bhattarai B. Effect of Potassium on Quality and Yield of Potato tubers – A Review. International Journal of Agriculture & Environmental Science. 2016;3(6):7-11. DOI: <https://doi.org/10.14445/23942568/IJAES-V3I6P103>
10. Борисова А. В. Оценка качества картофеля при различных видах тепловой обработки на предприятиях общественного питания. Вестник КрасГАУ. 2017;(6):90-97. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29407870>
11. Shaker M. A. Comparison between traditional deep-fat frying and air-frying for production of healthy fried potato strips. International Food Research Journal. 2015;22(4):1557-1563. URL: [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(04\)%202015/\(35\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(04)%202015/(35).pdf)
12. Моляк А. А., Марухленко А. В., Еренкова Л. А., Борисова Н. П., Белоус Н. М., Ториков В. Е. Качество картофеля и картофелепродуктов в зависимости от минерального питания. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2019;5(75):10-15. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41161788>
13. Гайзатулин А. С., Митюшкин Алей. В., Журавлев А. А., Митюшкин Алдр. В., Салюков С. С., Овечкин С. В., Симаков Е. А. Подбор и оценка исходного материала в селекции картофеля на пригодность к переработке. Картофель и овощи. 2019;(7):36-40. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39248741>
14. Пшеченков К. А., Мальцев С. В. Оценка сортов картофеля селекции ВНИИКХ на пригодность к переработке. Защита картофеля. 2011;(1):38-40. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25160096>
15. Зверев Я. Ф., Брюханов В. М. Флавоноиды как перспективные антиоксиданты. Бюллетень медицинской науки. 2017;(1(5)):20-27. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30450442>
16. 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 родительских 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>
17. 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 (*Solanum tuberosum* L.), 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>
18. Uluwaduge D. Glycoalkaloids, bitter tasting toxicants in potatoes: A review. International Journal of Food Science and Nutrition. 2018;3(4):188-193. URL: <https://www.researchgate.net/publication/327287132>
19. Omayio D. G, Abong G. O, Okoth M. W. Review of Occurrence of Glycoalkaloids in Potato and Potato Products. Current Research in Nutrition and Food Science Journal. 2016;4(3):95-202. DOI: <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.3.05>
20. 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>
21. Silveira A. C., Falagan N., Aguayo E., Vilaro F., Escalona V. H. Compositional changes on colored and light-yellow-fleshed potatoes subjected to two cooking processes. CyTA–Journal of Food. 2017;15(2):241-248. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1243155>

### References

1. Teplova V. V., Isakova E. P., Klyayn O. I., Dergacheva D. I., Gessler N. N., Deryabina Yu. I. *Prirodnye polifenoly: biologicheskaya aktivnost', farmakologicheskij potentsial, puti metabolicheskoy inzhenerii (obzor)*. [Natural polyphenols: biological activity, pharmacological potential, means of metabolic engineering (review)]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya = Applied Biochemistry and Microbiology*. 2018;54(3):215-235. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S0555109918030017>
2. Mystkowska I., Zarzecka K., Gugala M., Sikorska A. The Polyphenol Content in Three Edible Potato Cultivars Depending on the Biostimulants Used. *Agriculture*. 2020;10(7):269. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10070269>
3. Kowalczewski P. L., Olejnik A., Białas W., Rybicka I., Zielińska-Dawidziak M., Siger A., Kubiak P., Lewandowicz G. The Nutritional Value and Biological Activity of Concentrated Protein Fraction of Potato Juice. *Nutrients*. 2019;11(7):1523. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11071523>
4. Kordabovskiy V. Yu. *Biokhimicheskiy sostav klubney kartofelya magadanskoy seleksii*. [Biochemical composition of potato tubers of magadan selection]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal*. 2017;(5-2(59)):208-209. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/TRJ.2017.59.111>
5. Simakov E. A., Mityushkin Aley. V., Mityushkin Aldr. V., Zhuravlev A. A. *Sovremennye trebovaniya k sortam kartofelya razlichnogo tselevogo ispol'zovaniya*. [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>

6. 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>

7. Pedreschi F. Chapter 11 – Fried and Dehydrated Potato Products. In: *Advances in Potato Chemistry and Technology*. Ed.: J. Singh, L. Kaur. 2nd. Edition Academic Press. 2016. pp. 319-321. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374349-7.00011-8>

8. Danilin S. I., Danilina A. C., Shchukin R. A., Kargin V. I., Kornienko A. V. *Vliyaniye sortovykh osobennostey i usloviy khraneniya na pokazateli kachestva klubney kartofelya chipsovogo napravleniya*. [Influence of varietal characteristics and storage conditions on the quality indicators of potato tubers of the chip direction]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya = Technologies of Food and Processing Industries of Agro-industrial Complex– Healthy Food*. 2020;(4):116-121. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44533935>

9. Bhattarai B. Effect of Potassium on Quality and Yield of Potato tubers – A Review. *International Journal of Agriculture & Environmental Science*. 2016;3(6):7-11. DOI: <https://doi.org/10.14445/23942568/IJAES-V3I6P103>

10. Borisova A. V. *Otsenka kachestva kartofelya pri razlichnykh vidakh teplovo obrabotki na predpriyatiyakh obshchestvennogo pitaniya*. [The assessment of potatoes quality at different types of thermal treatment in catering establishments]. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2017;(6):90-97. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29407870>

11. Shaker M. A. Comparison between traditional deep-fat frying and air-frying for production of healthy fried potato strips. *International Food Research Journal*. 2015;22(4):1557-1563. URL: [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(04\)%202015/\(35\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(04)%202015/(35).pdf)

12. Molyavko A. A., Marukhlenko A. V., Erenkova L. A., Borisova N. P., Belous N. M., Torikov V. E. *Kachestvo kartofelya i kartofele-produktov v zavisimosti ot mineral'nogo pitaniya*. [The dependence of quality of potato and its products on mineral nutrition]. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = VESTNIK of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2019;5(75):10-15. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41161788>

13. Gayzatulin A. S., Mityushkin Aley. V., Zhuravlev A. A., Mityushkin Aldr. V., Salyukov S. S., Ovechkin S. V., Simakov E. A. *Podbor i otsenka iskhodnogo materiala v selektsii kartofelya na prigodnost' k pererabotke*. [Selection and evaluation of the initial material in potato breeding for processing]. *Kartofel' i ovoshchi = Potato and Vegetables*. 2019;(7):36-40. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39248741>

14. Pshechenkov K. A., Mal'tsev S. V. *Otsenka sortov kartofelya selektsii VNIKKh na prigodnost' k promperegabotke*. [Evaluation of potato varieties of VNIKKH selection for suitability for industrial processing]. *Zashchita kartofelya*. 2011;(1):38-40. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25160096>

15. Zverev Ya. F., Bryukhanov V. M. *Flavonoidy kak perspektivnye antioksidanty*. [Flavonoids as advanced natural antioxidants]. *Byulleten' meditsinskoy nauki = Bulletin of Medical Science*. 2017;(1(5)):20-27. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30450442>

16. Gins E. M., Moskalev E. A., Polivanova O. B., Mityushkin A. V., Simakov E. A. *Otsenka sodержaniya veshchestv s antioksidantnoy aktivnost'yu v obraztsakh kartofelya kollektzii iskhodnykh roditel'skikh form Federal'nogo issledovatel'skogo tsentra kartofelya imeni A. G. Lorkha*. [Antioxidant contents in potato cultivars from the collection of Russian Potato Research Center]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby 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>

17. Kim I. V., Volkov D. I., Zakharenko V. M., Zakharenko A. M., Golokhvast K. S., Klykov A. G. *Sostav i sodержanie antotsianov v dieticheskikh sortakh kartofelya (Solanum tuberosum L.), perspektivnykh dlya vyrashchivaniya i selektsii v usloviyakh Dal'nego Vostoka Rossii*. [Composition and quantification of antocians 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/agrobiol.2020.5.995rus>

18. Uluwaduge D. Glycoalkaloids, bitter tasting toxicants in potatoes: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2018;3(4):188-193. URL: <https://www.researchgate.net/publication/327287132>

19. Omayio D. G., Abong G. O., Okoth M. W. Review of Occurrence of Glycoalkaloids in Potato and Potato Products. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2016;4(3):95-202. DOI: <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.3.05>

20. Ivanova K. A., Gerasimova S. V., Khlestkina E. K. *Regulyatsiya biosinteza steroidnykh glikoalkaloidov kartofelya*. [The biosynthesis regulation of potato steroidal glycoalkaloids]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(1):25-34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.328>

21. Silveira A. C., Falagan N., Aguayo E., Vilaro F., Escalona V. H. Compositional changes on colored and light-yellow-fleshed potatoes subjected to two cooking processes. *CyTA—Journal of Food*. 2017;15(2):241-248. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1243155>

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTION**

---

*Сведения об авторах*

✉ **Гольдштейн Владимир Георгиевич**, кандидат техн. наук, зав. отделом, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», г. о. Люберцы, д. п. Красково, Московская обл., 140051, Российская Федерация, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru),  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2042-0681>, e-mail: [6919486@mail.ru](mailto:6919486@mail.ru)

**Дегтярев Владимир Алексеевич**, зав. лабораторией технологии переработки картофеля, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», г. о. Люберцы, д. п. Красково, Московская обл., 140051, Российская Федерация, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0233-4090>

**Коваленок Владимир Александрович**, доктор техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», г. о. Люберцы, д. п. Красково, Московская обл., 140051, Российская Федерация, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru),  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1742-7695>

**Семенова Анастасия Владимировна**, младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», г. о. Люберцы, д. п. Красково, Московская обл., 140051, Российская Федерация, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0905-0111>

**Морозова Анастасия Алексеевна**, младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», г. о. Люберцы, д. п. Красково, Московская обл., 140051, Российская Федерация, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1937-3539>

*Information about the authors*

✉ **Vladimir G. Goldstein**, PhD in Engineering, leading researcher, Head of the Department, All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials – Branch of Russian Federal Potato Research Center named after A. G. Lorch, Lyubertsy, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2042-0681>, e-mail: [6919486@mail.ru](mailto:6919486@mail.ru)

**Vladimir A. Degtyarev**, Head of the Laboratory of Potato Processing Technology, senior researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials – Branch of Russian Federal Potato Research Center named after A. G. Lorch, Lyubertsy, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0233-4090>

**Vladimir A. Kovalenok**, DSc in Engineering, professor, leading researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials – Branch of Russian Federal Potato Research Center named after A. G. Lorch, Lyubertsy, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1742-7695>

**Anastasia V. Semenova**, junior researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials – Branch of Russian Federal Potato Research Center named after A. G. Lorch, Lyubertsy, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru),  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0905-0111>

**Anastasia A. Morozova**, junior researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials – Branch of Russian Federal Potato Research Center named after A. G. Lorch, Lyubertsy, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: [yniik@arrisp.ru](mailto:yniik@arrisp.ru),  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1937-3539>

✉ – Для контактов / Corresponding author