

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

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.3.608-617>
УДК 635.21:631.563



Российские сорта для переработки на хрустящий картофель

© 2025. А. Э. Шабанов, С. В. Мальцев, Д. В. Абросимов, П. В. Соломенцев
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха»,
Московская область, Российская Федерация

Государственный реестр селекционных достижений России за 2015–2025 годы пополнился десятками новых сортов картофеля. При этом в литературных источниках мало информации об их сопоставимой по количественным и качественным показателям пригодности к переработке на хрустящий картофель. Особенно при выращивании в одинаковых условиях. Цель исследований – определить новые отечественные сорта картофеля, отличающиеся высокой урожайностью, товарностью, выходом здоровых клубней и пригодностью к переработке на хрустящий картофель; выявить факторы, влияющие на количественные и качественные показатели сырья. Исследования проводили в условиях Московской области в 2022–2024 гг. Картофель выращивали на среднеобеспеченной питательными элементами дерново-подзолистой супесчаной почве. В двухфакторном опыте изучали товарную урожайность картофеля с учётом процента выхода здоровых клубней и качество хрустящего картофеля. Факторы: А – сорт картофеля (58 шт.); В – количество осадков во второй половине вегетации (3 градации – 57,5 мм в 2022 г.; 83,4 мм в 2024 г.; 135,2 мм в 2023 г.). Посадку картофеля проводили в I декаде мая, уборку – в I декаде сентября, густота посадки 45 тыс. клубней/га, ширина междурядий 75 см. Обжаривание ломтиков картофеля толщиной 1,2 мм проводили при температуре 170–180 °С. Установлено, что количественный выход сырья, пригодного для переработки на хрустящий картофель, определялся главным образом величиной осадков во второй половине вегетации (влияние фактора по результатам дисперсионного анализа 56,3 %), а качество сырья – сортом (59,1 %). Из 58 изученных выделены и рекомендованы в производство 13 сортов картофеля, сочетающих высокие показатели урожайности (28,8–37,7 т/га), товарности (52,0–79,7 %), выхода здоровых клубней (95,5–99,6 %), содержания крахмала (14,3–19,3 %), индекса редуцирующих сахаров (2,0–3,2) и тем самым отличающихся высокой пригодностью к переработке на хрустящий картофель (6,0–8,3 балла): Александрит, Ариэль, Шах, Орлан, Розовый чародей, Ника, Евпатий, Кавалер, Каитак, Печорский, Принцесса Натаван, Спиридон, Чайка.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., сорт, урожайность, биохимические показатели, кластерный анализ

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках комплексного плана научных исследований (КПНИ) «Развитие селекции и семеноводства картофеля» в 2016–2025 гг. по теме «Испытание сортов и гибридов картофеля». Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шабанов А. Э., Мальцев С. В., Абросимов Д. В., Соломенцев П. В. Российские сорта для переработки на хрустящий картофель. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2025;26(3):608–617.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.3.608-617>

Поступила: 14.04.2025

Принята к публикации: 14.05.2025

Опубликована онлайн: 30.06.2025

Russian cultivars for processing into potato chips

© 2025. Adam E. Shabanov, Stanislav V. Maltsev, Dmitry V. Abrosimov,
Pavel V. Solomentsev

Russian Potato Research Centre, Moscow region, Russian Federation

The State Register of Breeding Achievements of Russia has added dozens of new potato cultivars over the period of 2015–2025. However, there is little information in the literature about their comparable quantitative and qualitative suitability for processing into chips. Especially when grown in the similar conditions. The aim of the study was to identify new domestic potato cultivars that are distinguished by high yield, marketability, yield of healthy tubers and suitability for processing into chips; identify factors influencing the quantitative and qualitative indicators of raw materials. The research was carried out in the Moscow Region in 2022–2024. Potatoes were grown on sod-podzolic sandy loam soil that was moderately rich in nutrients. In a two-factor experiment, the commercial yield of potatoes was studied taking into account the output of healthy tubers and the quality of chips. Factors: A – potato cultivar (58 pcs.); B – amount of precipitation in the 2nd half of the growing season (3 gradations – 57.5 mm in 2022, 83.4 mm in 2024, 135.2 mm in 2023). Potatoes were planted in the first decade of May,

harvested in the first decade of September, planting density was 45 thousand tubers/ha, row spacing – 75 cm. Frying of potato slices 1.2 mm thick was carried out at a temperature of 170–180 °C. It was found that the quantitative yield of raw material suitable for processing into chips was determined mainly by the amount of precipitation in the 2nd half of the growing season (the influence of the factor according to the results of the dispersion analysis was 56.3 %), and the quality of raw material was determined by the cultivar (59.1 %). From the 58 studied, 13 potato cultivars were chosen and recommended for production, because they combined high yields (28.8–37.7 t/ha), marketability (52.0–79.7 %), yield of healthy tubers (95.5–99.6 %), starch content (14.3–19.3 %), index of reducing sugars (2.0–3.2) and thus characterized by high suitability for processing into chips (6.0–8.3 points): ‘Aleksandrit’, ‘Arijel’, ‘Shakh’, ‘Orlan’, ‘Rozovyy Charodej’, ‘Nika’, ‘Evpatij’, ‘Cavaler’, ‘Kashtak’, ‘Pechorskij’, ‘Princessa Natavan’, ‘Spyridon’, ‘Chajka’.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., cultivar, yield, biochemical parameters, cluster analysis

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the comprehensive scientific research plan (CSRP) «Development of potato breeding and seed production» 2016–2025 on the topic «Testing potato cultivars and hybrids».

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

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

For citation: Shabanov A. E., Maltsev S. V., Abrosimov D. V., Solomentsev P. V. Russian cultivars for processing into potato chips. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(3):608–617. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.3.608-617>

Received: 14.04.2025

Accepted for publication: 14.05.2025

Published online: 30.06.2025

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) – важнейший незерновой источник питания в мире, играющий ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности нынешних и будущих поколений [1, 2]. Рост мирового потребления картофеля в значительной степени обусловлен спросом на переработанные картофелепродукты. Среди них на всех мировых рынках картофельные чипсы формируют крупнейший сектор сэнгов [3]. В 2020 году мировая выручка в сегменте картофельных чипсов составила около 43,7 млрд долларов США при прогнозе дальнейшего роста 3,6 % в год [4].

В России картофель в силу высокой урожайности и пищевой ценности традиционно считается «вторым хлебом» [5]. Объем производства данной культуры в сельскохозяйственных предприятиях и крестьянских фермерских хозяйствах России в 2023–2024 гг. составил около 8,0 млн тонн при уровне переработки на хрустящий картофель 5–7 %, что в несколько раз ниже, чем в западноевропейских странах [6, 7].

К биохимическому составу клубней для переработки на хрустящий картофель предъявляются особые требования по содержанию редуцирующих сахаров и крахмала. Высокое (>0,3 %) содержание редуцирующих сахаров, таких как глюкоза и фруктоза, отрицательно сказывается на качестве обжаренных картофелепродуктов [8]. Причина тому – серия неферментативных реакций между редуцирующими сахарами и свободными аминокислотами (в основном аспарагином) во время жарки, приводящей к образованию продуктов коричнево-чёрного цвета с неприятным привкусом, известная как реакция Майяра [9]. Важно, что

реакция Майяра также способствует формированию потенциально канцерогенного акриламида, вызывающего беспокойство по поводу безопасности пищевых продуктов во всём мире [10]. Содержание крахмала в клубнях для переработки на хрустящий картофель должно быть 14–18 %, если меньше – ухудшается текстура готового продукта и увеличивается расход масла при обжаривании, если больше – чипсы становятся слишком жёсткими. Помимо биохимического состава, к клубням для переработки на хрустящий картофель предъявляются также следующие требования: гладкая поверхность; размер 40–60 мм; форма от округлой до округло-овальной; глубина залегания глазков не более 1,5 мм при их количестве не более 6 шт. на клубень [11, 12]. При этом сорта для переработки из экономических соображений в идеале должны отличаться высокой урожайностью, товарностью и устойчивостью к заболеваниям, т. е. процентом выхода здоровых стандартных клубней [13, 14]. Использование различных агротехнологий способно лишь отчасти повлиять на эти параметры [15, 16]. Поэтому принципиальное значение приобретает выбор сорта картофеля [17]. Однако до сих пор не до конца изученным остаётся вопрос насколько урожайность здоровых стандартных клубней определяется сортовыми особенностями картофеля, а насколько метеоусловиями, под которыми в первую очередь понимается количество осадков во второй половине вегетации при выращивании картофеля на богаре [18, 19]. Нет ясности и в том, каков вклад факторов сорта и осадков второй половины вегетации в формировании качества хрустящего картофеля.

За последнее десятилетие Государственный реестр селекционных достижений России пополнился десятками новых отечественных сортов картофеля. Однако их комплексную оценку на пригодность к переработке на хрустящий картофель при одновременном выращивании в одинаковых условиях с учётом количественных и качественных показателей до сих пор не проводили.

Цель исследования – определить новые отечественные сорта картофеля, отличающиеся высокой урожайностью, товарностью, выходом здоровых клубней и пригодностью к переработке на хрустящий картофель; выявить факторы, влияющие на количественные и качественные показатели сырья.

Научная новизна – впервые из широкого набора сортов отечественной селекции на основе многомерного кластерного анализа выделены сортообразцы для переработки на хрустящий картофель, сочетающие высокие показатели урожайности, товарности, выхода здоровых клубней, а также характеризующиеся высоким содержанием крахмала и низким уровнем редуцирующих сахаров.

Материал и методы. Исследования проводили на экспериментальной базе «Коренево» ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха (Московская обл., г.о. Люберцы,) в 2022–2024 гг. Картофель выращивали на дерново-подзолистой супесчаной почве со следующими агрохимическими показателями: $N-NO_3+N-NH_4$ – 720,0–740,0 мг/кг почвы, P_2O_5 – 360,0–380,0 мг/кг почвы, K_2O – 90,0–105,0 мг/кг почвы, гумус – 1,7–1,8 %, Hg = 3,8–4,1 мг-экв/100 г почвы, S = 1,8–2,1 мг-экв/100 г почвы, V = 33,7–36,5 %, pH_{KCl} 4,1–4,3.

Учитывая, что клубнеобразование и накопление урожая картофеля происходят во второй половине вегетации, при прочих равных условиях выращивания (температурно-влажностные показатели в первой половине вегетации и одинаковая технология возделывания), количество осадков, выпавших со II декады июля по II декаду августа включительно, принимали в расчет как самостоятельный фактор. Таким образом, трёхлетние исследования рассматривались как единый двухфакторный

опыт: А – сорт картофеля (58 шт.); Б – количество осадков со II декады июля по II декаду августа включительно (3 градации – 57,5 мм в 2022 г.; 135,2 мм в 2023 г.; 83,4 мм в 2024 г. при среднемноголетней норме 97,3 мм).

Число вариантов исследования – 174, посадка в трёхкратной повторности, площадь учетной делянки – 25 м². Срок посадки – I декада мая, уборки – I декада сентября, густота посадки 45 тыс. клубней/га, ширина междурядий 75 см.

В опыте по общепринятой методике¹ изучали следующие показатели: 1) урожайность картофеля; 2) товарность клубней; 3) выход здоровых клубней; 4) содержание в клубнях крахмала; 5) индекс редуцирующих сахаров; 6) качество хрустящего картофеля.

Товарность клубней рассчитывали как процент массы клубней с наибольшим поперечным диаметром >30 мм. Процент выхода здоровых клубней определяли по результатам клубневого анализа через месяц хранения картофеля (т. е. после прохождения лечебного периода) за вычетом процента технического отхода и абсолютной гнили. Содержание крахмала определяли весовым методом по удельной массе клубней в воздухе и воде, содержание редуцирующих сахаров – методом Самнера с использованием водяной бани ПЭ-4312, аквадистиллятора ПЭ-2220 (ГК «Экросхим», Россия) и спектрофотометра SPEKOL 1300 («Analytik Jena», Германия). Под индексом редуцирующих сахаров понималась величина, обратная содержанию в клубнях редуцирующих сахаров, т. е. их содержание в минус первой степени, что удобнее использовать для визуализации при кластерном анализе.

Процесс изготовления хрустящего картофеля состоял в следующем: мойка; ножевая чистка; резка клубней на ломтики толщиной 1,2 мм; обсушка бумажным полотенцем; обжарка в рафинированном подсолнечном масле при температуре 170–180 °С. Объём пробы – 30 ломтиков из 5 клубней. Оценка сортов картофеля на пригодность к переработке на хрустящий картофель проводили согласно методическим указаниям по 9-балльной шкале².

¹Жевова С. В., Федотова Л. С., Старовойтов В. И., Зейрук В. Н., Коршунов А. В., Пшеченков К. А., Тимошина Н. А., Мальцев С. В., Старовойтова О. А., Васильева С. В., Шабанов А. Э., Деревягина М. К., Белов Г. Л., Киселёв А. И., Князева Е. В. Методика проведения агротехнических опытов, учётов, наблюдений и анализов на картофеле. М.: ВНИИКС, 2019 г. 120 с.

²Пшеченков К. А., Давыденкова О. Н., Седова В. И., Мальцев С. В., Чулков Б. А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению. М.: ВНИИКС, 2008. 39 с.

Анализ данных. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программного пакета для статистического анализа STATISTICA 10 (Statsoft, Dell Software, США). Вычисляли среднее значение выборки (M) и доверительный интервал ($\pm\Delta X$). При этом $\Delta X = t_{p,f} \times SEM$, где $t_{p,f}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности P и числа степеней свободы f, SEM – стандартная ошибка среднего. Проверку гипотезы на однородность дисперсий проводили по критериям Хартли, Кохрена, Бартлетта и Левина. При $p \geq 0,05$ гипотеза об однородности дисперсий принималась. Группировку сортов на кластеры проводили методом К-средних, число кластеров – 10, число итераций – 10, начальные центры кластеров заданы через одинаковые интервалы в ранжированном ряду расстояний (Sort distances and take observations at constant intervals)³.

Результаты и их обсуждение. Влияние группы спелости сорта и условий влагообес-

печенности во второй половине вегетации на биохимические показатели клубней и их пригодность к переработке. Исходя из данных, представленных в таблице 1, видно, что индекс редуцирующих сахаров (величина, обратная их содержанию в клубнях) не зависел от группы спелости сорта, находясь в среднем по сортам на уровне 2,0 (т. е. 0,5 %). Содержание крахмала, напротив, на уровне значимости $p < 0,05$ от этих факторов зависело существенно. В группе среднеранних и среднеспелых сортов содержание крахмала составило 16,4 и 16,5 %, что на 1,9 и 2,0 процентных пунктов выше, чем в группе ранних 14,5 %. Тем не менее, это значение было выше порогового уровня 14,0 %, обеспечивающего получение хрустящего картофеля удовлетворительного качества. Поэтому качество конечного продукта определялось в первую очередь сортавыми особенностями картофеля, а не его группой спелости.

Таблица 1 – Продуктивность картофеля, биохимические показатели клубней и качество хрустящего картофеля ($M \pm \Delta X$, доверительная вероятность $P = 0,95$, $n = 9$, $df = 8$, $t_{p,f} = 2,306$, в среднем за 2022–2024 гг.) / Table 1 – Potato productivity, biochemical parameters of tubers and quality of chips ($M \pm \Delta X$, confidence interval $P = 0,95$, $n = 9$, $df = 8$, $t_{p,f} = 2.306$, on average for 2022–2024)

Сорт / Cultivar	Урожайность картофеля, т/га / Potato yield, t/ha	Товарность клубней, % / Marketability of tubers, %	Выход здоровых клубней, % / The yield of healthy tubers, %	Содержание в клубнях крахмала, % / Starch content in tubers, %	Индекс редуцирующих сахаров / Index of reducing sugars	Качество хрустящего картофеля, балл / Quality of chips, points
1	2	3	4	5	6	7
Ранние сорта / Early maturing cultivars						
Александрит / 'Aleksandrit'	36,8 \pm 2,5	76,7 \pm 7,9	99,2 \pm 1,0	14,3 \pm 0,5	3,0 \pm 0,9	7,7 \pm 0,8
Арго / 'Argo'	39,2 \pm 6,2	77,7 \pm 10,8	97,6 \pm 1,2	13,0 \pm 0,2	1,5 \pm 0,1	5,0 \pm 0,2
Башкирский / 'Bashkirskij'	29,3 \pm 7,8	78,3 \pm 7,2	86,0 \pm 1,5	15,9 \pm 1,0	2,7 \pm 0,7	5,7 \pm 0,8
Блоссом / 'Blossom'	38,4 \pm 15,3	82,3 \pm 11,8	90,8 \pm 0,8	14,2 \pm 1,0	3,0 \pm 1,0	6,3 \pm 1,5
Глория / 'Glorija'	34,9 \pm 14,9	65,7 \pm 15,2	94,0 \pm 1,1	16,3 \pm 2,0	1,9 \pm 0,4	5,0 \pm 1,2
Калужский / 'Kaluzhskij'	28,4 \pm 4,8	74,7 \pm 15,7	98,2 \pm 3,3	14,0 \pm 1,7	3,6 \pm 0,2	5,0 \pm 0,2
Красноярский ранний / 'Krasnojarskij rannij'	28,2 \pm 9,3	75,9 \pm 16,9	98,4 \pm 1,2	14,4 \pm 1,5	1,4 \pm 0,1	6,0 \pm 0,2
Полярный / 'Poljarnyj'	27,8 \pm 7,9	61,3 \pm 15,5	98,0 \pm 0,6	16,6 \pm 0,3	1,6 \pm 0,5	6,7 \pm 0,8
Спринтер / 'Sprinter'	31,8 \pm 5,8	75,7 \pm 18,8	93,9 \pm 0,7	13,8 \pm 0,6	1,6 \pm 0,1	5,0 \pm 0,2
Томичка / 'Tomichka'	38,5 \pm 8,7	67,3 \pm 23,6	90,2 \pm 1,4	13,2 \pm 0,4	1,6 \pm 0,2	5,3 \pm 0,4
Холмогорский / 'Holmogorskij'	34,0 \pm 12,0	64,0 \pm 17,4	99,0 \pm 4,3	15,9 \pm 0,8	1,7 \pm 0,2	6,0 \pm 0,2
Удача / 'Udacha'	37,0 \pm 6,3	78,0 \pm 13,7	97,3 \pm 0,8	14,3 \pm 1,2	3,8 \pm 0,1	5,7 \pm 0,8
Ред Скарлетт / 'Red Skarlett'	36,8 \pm 8,4	76,7 \pm 8,8	94,0 \pm 1,4	11,9 \pm 0,6	2,0 \pm 1,1	7,0 \pm 1,1

³Усманов Р. Р. Статистическая обработка данных агрономических исследований в программе «STATISTICA»: учебно-методическое пособие. М.: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. 177 с.

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

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Среднеранние сорта / Medium-early maturing cultivars						
Алка / 'Alka'	32,2±9,8	70,7±20,9	98,9±2,1	12,5±1,2	2,3±0,2	6,3±0,8
Ариэль / 'Arijel'	34,2±9,0	73,0±19,7	97,3±0,7	17,2±2,0	2,8±0,2	6,0±0,2
Бабынинский / 'Babyninskij'	25,3±7,8	62,0±24,2	97,2±1,1	17,6±1,0	1,4±0,4	7,7±0,8
Багира / 'Bagira'	35,5±2,3	66,3±15,3	91,4±1,1	15,2±1,0	1,7±0,6	7,0±1,2
Виза / 'Viza'	30,5±7,4	59,7±21,8	91,3±2,3	18,2±1,5	1,5±0,2	5,7±0,8
Вычегодский / 'Vychegodskij'	29,4±8,8	54,7±12,8	95,1±2,8	21,6±1,9	1,5±0,2	4,0±1,2
Двинский / 'Dvinskij'	27,5±7,2	61,0±16,0	80,8±5,0	15,6±0,2	1,4±0,2	5,3±0,4
Догота / 'Dogota'	28,2±4,4	66,3±12,8	93,1±6,8	17,5±2,9	2,2±0,1	5,3±0,4
Зырянец / 'Zyrjanec'	30,8±6,3	88,3±5,4	93,8±3,4	15,9±0,4	1,7±0,3	6,7±0,8
Крутой / 'Krutoj'	33,0±8,0	70,3±17,8	92,7±1,0	16,8±0,3	2,2±0,2	6,7±0,4
Кузбасский / 'Kuzbasskij'	23,5±3,6	48,0±19,1	91,1±1,0	21,4±1,6	2,4±0,4	6,7±0,8
Ника / 'Nika'	37,7±9,8	64,7±22,2	96,6±1,8	15,4±0,5	2,8±0,6	7,0±1,1
Самородок / 'Samorodok'	32,0±7,5	65,0±15,5	93,6±1,4	13,8±0,2	2,3±0,6	6,0±1,2
Сосруко / 'Sosruko'	31,8±8,5	69,7±14,2	96,7±1,3	15,1±0,8	2,8±0,6	6,7±0,8
Тана / 'Tana'	28,7±6,3	77,0±2,4	96,1±1,5	19,3±2,9	2,3±0,2	7,0±0,2
Тайфун / 'Tajfun'	31,4±7,6	83,3±9,8	96,6±1,1	15,6±1,1	2,8±0,7	6,7±1,4
Фарн / 'Farn'	26,9±7,5	64,3±9,2	96,0±1,5	17,7±1,2	2,6±0,2	7,3±0,4
Чародей / 'Charodej'	24,7±2,6	70,7±8,8	93,6±0,7	15,9±1,1	2,6±0,5	6,7±0,8
Шах / 'Shakh'	35,4±6,7	79,7±12,0	95,5±0,7	16,8±0,8	2,7±0,6	6,7±0,8
Невский / 'Nevskij'	25,7±3,4	66,7±21,2	90,9±0,7	13,7±0,2	3,1±0,2	7,0±0,2
Гала / 'Gala'	26,2±4,9	51,7±19,4	97,6±1,2	14,2±0,2	2,9±0,8	6,3±0,4
Среднепоздние сорта / Medium maturing cultivars						
Арамис / 'Aramis'	27,8±5,3	80,0±8,8	95,9±1,4	17,3±1,6	1,3±0,3	6,3±0,8
Армада / 'Armada'	44,3±6,8	71,0±9,1	99,2±0,6	14,8±1,3	2,0±0,2	6,0±0,2
Артур / 'Artur'	30,8±9,9	61,0±16,0	90,0±1,9	18,1±1,2	2,3±0,4	7,7±0,4
Восторг / 'Vostorg'	30,4±6,0	66,0±19,7	95,4±1,3	15,8±1,9	2,8±0,8	7,7±0,8
Дальневосточный / 'Dal'nevostochnyj'	28,1±5,9	54,7±15,8	94,3±1,6	16,4±0,9	1,0±0,2	4,3±0,8
Евпатий / 'Evpatij'	35,8±12,8	55,7±22,3	99,6±0,4	18,8±1,4	3,2±0,2	8,3±0,4
Интеллигент / 'Intelligent'	31,3±7,9	62,3±20,0	93,0±0,7	16,2±1,0	0,8±0,1	3,0±0,2
Кавалер / 'Kavaler'	30,6±7,3	58,7±21,9	98,8±0,7	16,8±1,8	2,5±0,3	8,0±0,2
Каштак / 'Kashtak'	34,4±12,0	61,7±24,3	96,9±0,9	15,9±1,3	2,3±0,3	6,7±0,8
Кетский / 'Ketskij'	27,2±4,8	74,7±10,2	98,2±0,7	16,1±0,7	2,7±0,6	6,7±0,8
Кузовок / 'Kuzovok'	24,4±6,5	59,7±14,4	99,0±0,9	14,1±0,7	1,2±0,2	5,3±0,8
Кумир / 'Kumir'	28,9±7,5	59,3±20,4	96,4±1,7	16,8±0,4	2,0±0,2	6,3±0,4
Мираж / 'Mirazh'	34,1±6,4	78,7±15,5	88,8±1,0	19,4±0,4	1,7±0,1	7,0±1,1
Моряк / 'Morjak'	27,1±7,7	67,7±18,4	97,3±0,8	16,3±0,3	2,2±0,4	6,7±0,8
Надежда / 'Nadezhda'	29,1±9,1	74,3±22,2	87,6±2,5	19,9±3,1	3,7±0,7	8,3±0,4
Орлан / 'Orlan'	31,8±7,1	78,3±4,4	97,7±1,3	19,3±0,7	2,6±0,3	7,7±0,4
Печорский / 'Pechorskij'	28,9±6,4	63,7±17,6	98,8±0,7	16,2±1,5	2,1±0,5	7,3±1,0
Принцесса Натаван / 'Princessa Natavan'	28,8±3,9	62,7±15,2	97,6±1,2	15,4±0,3	3,1±0,3	8,0±0,7
Розовый чародей / 'Rozovyj Charodej'	33,2±10,4	79,3±10,7	98,8±0,7	16,0±1,0	3,1±0,5	8,3±0,4
Спиридон / 'Spiridon'	31,3±6,4	52,0±16,7	95,8±1,4	15,3±0,8	2,0±0,3	6,7±0,8
Тарасов / 'Tarasov'	30,3±5,8	63,0±13,4	93,1±2,1	13,4±1,0	3,0±0,2	8,0±0,7
Терский / 'Terskij'	27,3±4,8	79,0±6,0	92,9±2,0	16,7±0,9	1,5±0,2	6,0±0,2
Флагман / 'Flagman'	37,6±6,9	70,7±3,0	96,8±0,8	16,3±0,6	1,6±0,4	6,3±0,8
Чайка / 'Chajka'	35,3±10,3	58,3±19,6	98,2±0,7	15,0±1,9	2,6±0,3	7,7±0,8

Фактор осадков второй половины вегетации сказывался на биохимическом составе клубней и их пригодности к переработке на хрустящий картофель следующим образом. В более засушливый 2022 г. содержание крахмала в среднем по изученным сортам составило на уровне 17,7 %, что на 2,3–2,9 процентных пункта выше, чем в 2023 и 2024 годах. Но при этом содержание редуцирующих сахаров в 2022 году было также выше на 0,1 процентных пункта (составляя 0,5 %), а учитывая его значимую роль, в целом, недостаток влаги во второй половине вегетации на качестве хрустящего картофеля сказался негативно. Качество конечного продукта в более влажный 2023 год на 0,7–0,9 балла было выше – в среднем по сортам 7,0 баллов. Аналогичное влияние условий влагообеспеченности отмечено в более ранних исследованиях при оценке качества быстрозамороженного картофеля и фри [20].

Урожайность товарного картофеля (>30 мм) с учётом процента выхода здоровых клубней закономерно была наибольшей в 2023 году, составляя 28,0 т/га при количестве выпавших осадков во второй половине

вегетации 135,2 мм; в 2024 году при 83,4 мм осадков – 25,1 т/га и при 57,5 мм – 10,0 т/га.

Выявление значимости факторов «сорт» и «количество осадков во второй половине вегетации» на количественные и качественные показатели сырья для переработки. Вышеприведённые данные представлены усреднённо по 58 изученным сортам. Однако большую научную и практическую ценность представляют сведения о пригодности картофеля к переработке в отдельности по каждому сорту, в том числе с учётом урожайности, товарности и выхода здоровых клубней. При этом необходимо понимать, насколько фактор сорта является определяющим в формировании количественных и качественных показателей сырья. Для решения этой задачи был проведён дисперсионный анализ данных (табл. 2), показавший, что влияние фактора «сорт» (16,6 %) уступает фактору «осадки» (56,3 %) в формировании товарной урожайности картофеля с учётом процента выхода здоровых клубней, однако преобладает в формировании качества хрустящего картофеля («сорт» – 59,1 %; «осадки» – 7,0 %).

Таблица 2 – Результаты дисперсионного анализа по оценке влияния факторов «сорт» и «количество осадков во второй половине вегетации» на товарную урожайность стандартных клубней картофеля и качество сырья для переработки (различия статистически значимы при $p < 0,05$)

Table 2 – Results of dispersion analysis for assessing the influence of the factors «cultivar» and «amount of precipitation in the second half of the growing season» on the commercial yield of standard potato tubers and the quality of raw material for processing (differences are statistically significant at $p < 0.05$)

Факторы и их комбинации / Factors and their combinations	Сумма квадратов / SS	Число степеней свободы / df	Дисперсия / MS	F	p	Влияние фактора, % / Factor influence, %
Товарная урожайность картофеля с учётом процента выхода здоровых клубней / Commercial potato yield, taking into account the output of healthy tubers						
Осадки / Precipitation	34255,5	2,0	17127,8	8046,2	0,00	56,3
Сорт / Cultivar	10128,0	57,0	177,7	83,5	0,00	16,6
Осадки × сорт / Precipitation × cultivar	15740,6	114,0	138,1	64,9	0,00	25,9
Ошибка / Error	740,8	348,0	2,1	-	-	1,2
Всего / Total	60864,9	-	-	-	-	100,0
Качество сырья для переработки на хрустящий картофель / Quality of raw material for processing into chips						
Осадки / Precipitation	72,9	2	36,5	429,9	0,00	7,0
Сорт / Cultivar	616,6	57	10,8	127,5	0,00	59,1
Осадки × сорт / Precipitation × cultivar	324,2	114	2,8	33,5	0,00	31,1
Ошибка / Error	29,5	348	0,1	-	-	2,8
Всего / Total	1043,2	-	-	-	-	100,0

Другими словами, условия влагообеспеченности второй половины вегетации определяли количественный выход сырья, а сорт – его качество с точки зрения пригодности к переработке. К подобным же выводам пришли в недавних исследованиях итальянские учёные, изучавшие урожайность и качество картофеля в органическом земледелии [21].

Группировка сортов картофеля с учётом количественных и качественных показателей. В результате кластерного анализа методом К-средних из 10 кластеров были выделены два, включающие сорта картофеля, наиболее пригодные по комплексу показателей для переработки на хрустящий картофель (рис.): Кластер № 9: Александрит, Ариэль, Шах, Орлан,

Розовый чародей; Кластер № 7: Ника, Евпатий, Кавалер, Каштак, Печорский, Принцесса Натаван, Спиридон, Чайка.

В отличие от сортов в кластере 9, сорта в кластере 7 характеризовались несколько меньшей товарностью и содержанием крахмала в клубнях, однако при высоких значениях всех остальных параметров, с точки зрения их пригодности для переработки на хрустящий картофель, это было некритично. Кроме вышеперечисленных, в кластер 7 вошёл сорт Восторг, но ввиду удлинённой формы клубня его в список не включили, так как с учётом этого показателя он больше подходит для производства картофеля фри, а не хрустящего.

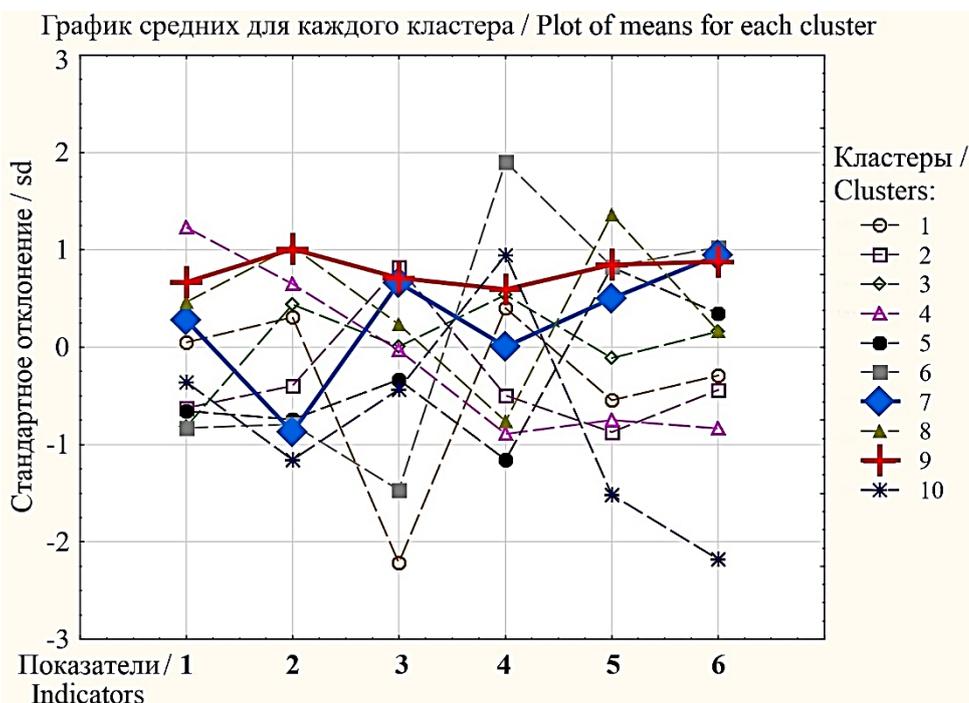


Рис. Группировки сортов картофеля на 10 кластеров методом К-средних по показателям: 1 – урожайность картофеля, т/га; 2 – товарность клубней, %; 3 – выход здоровых клубней, %; 4 – содержание в клубнях крахмала, %; 5 – индекс редуцирующих сахаров; 6 – качество хрустящего картофеля, балл /

Fig. Grouping potato cultivars into 10 clusters using K-method according to the following indicators: 1 – potato yield, t/ha; 2 – tubers marketability, %; 3 – output of healthy tubers, %; 4 – starch content in tubers, %; 5 – index of reducing sugars; 6 – quality of chips, points

Подобный метод кластеризации успешно применяли и в других работах, например, при изучении взаимосвязи геномных вариаций картофеля и его основных агрономических признаков [22]. Схожие подходы в оценке сортов картофеля отмечены в работе [23], однако акцент в ней делали на количественные показатели (динамика накопления урожая, товарность, вес товарного клубня, количество клубней на куст) и биохимический состав клубней без класте-

ризации сортов с учётом их пригодности к конкретным видам переработки.

Заключение. Установлено, что количественный выход сырья, пригодного для переработки на хрустящий картофель, определялся главным образом величиной осадков второй половины вегетации (влияние фактора по результатам дисперсионного анализа 56,3 %), а качество сырья – сортом (59,1 %). Из 58 изученных выделены и рекомендованы в производство

13 сортов картофеля, сочетающих высокие показатели урожайности (28,8–37,7 т/га), товарности (52,0–79,7 %), выхода здоровых клубней (95,5–99,6 %), содержания крахмала (14,3–19,3 %), индекса редуцирующих сахаров (2,0–3,2) и отличающихся высокой пригодностью к переработке на хрустящий картофель (6,0–8,3 балла): Александрит, Ариэль, Шах, Орлан, Розовый чародей, Ника, Евпатий, Кавалер, Каштак, Печорский, Принцесса Натаван, Спиридон, Чайка.

В ходе последующих научных исследований необходимо установить пригодность к переработке рекомендуемых сортов картофеля не только в осенне-зимний, но и в весенне-летний период, т. к. срок хранения, как самостоятельный фактор, также может существенно сказываться на физиологическом состоянии и биохимическом составе клубней.

Список литературы

1. Wang Zj., Liu H., Zeng Fk., Yang Y., Xu D., Zhao Y. et al. Potato Processing Industry in China: Current Scenario, Future Trends and Global Impact. *Potato Research*. 2023;66:543–562. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11540-022-09588-3>
2. Li L., Zhu T., Wen L., Zhang T., Ren M. Biofortification of potato nutrition. *Journal of Advanced Research*. 2024; In Press, Corrected Proof. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2024.10.033>
3. El-Sayed A. A., El-Maaty S. M. A., Abdelhady M. M. Acrylamide reduction in potato chips as functional food product via application of enzymes, baker's yeast, and green tea powder. *Scientific African*. 2023;20:e01698. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01698>
4. Liyanage D. W. K., Yevtushenko D. P., Korschuh M., Bizimungu B., Lu Z. X. Processing strategies to decrease acrylamide formation, reducing sugars and free asparagine content in potato chips from three commercial cultivars. *Food Control*. 2021;119:107452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107452>
5. Ștefan F. M., Chiru S. C., Iliev P., Ilieva I., Zhevara S. V., Oves E. V. et al. Chapter 21 – Potato production in Eastern Europe (Romania, Republic of Moldova, Russia and Hungary), Editor(s): Mehmet Emin Çalişkan, Allah Bakhsh, Khawar Jabran. In *Potato Production Worldwide*. Academic Press. 2023. pp. 381–395. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00005-0>
6. Osipov V. S., Zeldner A. G. Chapter 19 – Potato production in Russia and Ukraine, Editor(s): Mehmet Emin Çalişkan, Allah Bakhsh, Khawar Jabran. In *Potato Production Worldwide*. Academic Press. 2023. pp. 341–363. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00023-2>
7. Mukhametov A., Shamekova M., Dautkanova D., Kazhymurat A., Ilyassova G. Seed potato production regulatory framework established in top potato producing countries: Comparison of the GOST (Russia) and UNECE S-1 certification systems. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023;11:100520. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100520>
8. Kawochar M. A., Cheng Y., Begum S., Wang E., Zhou T., Liu T. et al. Suppression of the tonoplast sugar transporter StTST3.2 improves quality of potato chips. *Journal of Plant Physiology*. 2022;269:153603. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153603>
9. Mottram D. S., Wedzicha B. L., Dodson A. T. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature*. 2002;419:448–449. DOI: <https://doi.org/10.1038/419448a>
10. Téllez-Morales J. A., Arce-Ortiz A. Advances in the quality characteristics of fried potato products with air frying technology: a mini review. *Sustainable Food Technology*. 2024;2(5):1228–1234. DOI: <https://doi.org/10.1039/d4fb00125g>
11. Пшеченков К. А., Зейрук В. Н., Мальцев С. В., Белов Г. Л. Качество столового картофеля и продуктов его переработки в зависимости от сорта, типа почвы и условий хранения. *Земледелие*. 2018;(5):27–30. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10507> EDN: XRTQIX
12. Iglesias-Carres L., Racine K. C., Chadwick S., Nunn C., Kalambur S. B., Neilson A. P., Ferruzzi M. G. Mechanism of off-color formation in potato chips fried in oil systems containing ascorbic acid as a stabilizer. *LWT*. 2023;179:114682. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114682>
13. Прямов С. Б., Пшеченков К. А., Мальцев С. В., Колчин Н. Н. Эффективность уборки картофеля и овощей машинами разных типов. *Картофель и овощи*. 2012;(4):5.
14. Зейрук В. Н., Мальцев С. В., Васильева С. В., Бызов В. А. Современные производственные факторы, определяющие биологическую и экономическую эффективность хранения картофеля. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2019;(3):20–28. DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.177> EDN: PWWHYD
15. Мальцев С. В., Пшеченков К. А., Зейрук В. Н. Влияние химических и физических методов воздействия на клубни картофеля различного назначения при хранении. *Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: Междунар. научн.-практ. конф. Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. С. 285–289. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37004571> EDN: VUVVLC*
16. Мальцев С. В., Андрианов С. В., Шишкова С. Г., Жевора С. В., Митюшкин А. В., Васильева С. В., Боярский Д. С. Продуктивность обработанного этиленом семенного картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в зависимости от условий выращивания. *Сельскохозяйственная биология*. 2024;59(5):1008–1019. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2024.5.1008rus> EDN: ZLLJAS
17. Saini R., Kaur S., Aggarwal P., Dhiman A., Suthar P. Conventional and emerging innovative processing technologies for quality processing of potato and potato-based products: A review. *Food Control*. 2023;153:109933. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109933>

18. Пшеченков К. А., Седова В. И., Шабанов А. Э., Мальцев С. В. В засушливое лето полив картофеля хорошо окупается. Картофель и овощи. 2008;(4):11.
19. Мальцев С. В. Об эффективности обработки семенных клубней картофеля этиленом. Сельскохозяйственная биология. 2021;56(1):44–53. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.1.44rus> EDN: AUINQJ
20. Мальцев С. В., Пшеченков К. А. Сорта для получения картофеля быстрозамороженного и в вакуумной упаковке. Картофель и овощи. 2010;(8):7.
21. Lombardo S., Pandino G., Mauromicale G. The effect on tuber quality of an organic versus a conventional cultivation system in the early crop potato. Journal of Food Composition and Analysis. 2017;62:189–196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.05.014>
22. Lian Q., Zhang Y., Zhang J., Peng Z., Wang W., Du M. et al. A genomic variation map provides insights into potato evolution and key agronomic traits. Molecular Plant. 2025;18(4):570–589. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molp.2025.01.016>
23. Шанина Е. П., Клюкина Е. М., Беяева Н. В., Стафеева М. А., Келик Л. А., Ахметханов В. Ф. Испытание сортов картофеля различного целевого использования. Картофель и овощи. 2024;(1):39–43. DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.92.35.003> EDN: VKRFOX

References

1. Wang Zj., Liu H., Zeng Fk., Yang Y., Xu D., Zhao Y. et al. Potato Processing Industry in China: Current Scenario, Future Trends and Global Impact. Potato Research. 2023;66:543–562. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11540-022-09588-3>
2. Li L., Zhu T., Wen L., Zhang T., Ren M. Biofortification of potato nutrition. Journal of Advanced Research. 2024; In Press, Corrected Proof. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2024.10.033>
3. El-Sayed A. A., El-Maaty S. M. A., Abdelhady M. M. Acrylamide reduction in potato chips as functional food product via application of enzymes, baker's yeast, and green tea powder. Scientific African. 2023;20:e01698. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01698>
4. Liyanage D. W. K., Yevtushenko D. P., Korschuh M., Bizimungu B., Lu Z. X. Processing strategies to decrease acrylamide formation, reducing sugars and free asparagine content in potato chips from three commercial cultivars. Food Control. 2021;119:107452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107452>
5. Ștefan F. M., Chiru S. C., Iliev P., Ilieva I., Zhevara S. V., Oves E. V. et al. Chapter 21 – Potato production in Eastern Europe (Romania, Republic of Moldova, Russia and Hungary), Editor(s): Mehmet Emin Çaliřkan, Allah Bakhsh, Khawar Jabran. In Potato Production Worldwide. Academic Press. 2023. pp. 381–395. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00005-0>
6. Osipov V. S., Zeldner A. G. Chapter 19 – Potato production in Russia and Ukraine, Editor(s): Mehmet Emin Çaliřkan, Allah Bakhsh, Khawar Jabran. In Potato Production Worldwide. Academic Press. 2023. pp. 341–363. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00023-2>
7. Mukhametov A., Shamekova M., Dautkanova D., Kazhymurat A., Ilyassova G. Seed potato production regulatory framework established in top potato producing countries: Comparison of the GOST (Russia) and UNECE S-1 certification systems. Journal of Agriculture and Food Research. 2023;11:100520. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100520>
8. Kawochar M. A., Cheng Y., Begum S., Wang E., Zhou T., Liu T. et al. Suppression of the tonoplast sugar transporter StTST3.2 improves quality of potato chips. Journal of Plant Physiology. 2022;269:153603. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153603>
9. Mottram D. S., Wedzicha B. L., Dodson A. T. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. Nature. 2002;419:448–449. DOI: <https://doi.org/10.1038/419448a>
10. Téllez-Morales J. A., Arce-Ortiz A. Advances in the quality characteristics of fried potato products with air frying technology: a mini review. Sustainable Food Technology. 2024;2(5):1228–1234. DOI: <https://doi.org/10.1039/d4fb00125g>
11. Pshechenkov K. A., Zeyruk V. N., Maltsev S. V., Belov G. L. Quality of table potato and processed products depending on variety, soil type and storage conditions. *Zemledelie*. 2018;(5):27–30. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10507>
12. Iglesias-Carres L., Racine K. C., Chadwick S., Nunn C., Kalambur S. B., Neilson A. P., Ferruzzi M. G. Mechanism of off-color formation in potato chips fried in oil systems containing ascorbic acid as a stabilizer. LWT. 2023;179:114682. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114682>
13. Pryamov S. B., Pshechenkov K. A., Maltsev S. V., Kolchin N. N. Efficiency of potato and vegetable harvesting by different types of machines. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2012;(4):5. (In Russ.).
14. Zeyruk V. N., Maltsev S. V., Vasilyeva S. V., Byzov V. A. Modern Production Factors that Determine the Biological and Economic Efficiency of Potato Storage. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* = Storage and Processing of Farm Products. 2019;(3):20–28. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.177>
15. Maltsev S. V., Pshechenkov K. A., Zeyruk V. N. The effect of chemical and physical methods of influence on potato tubers of different purpose during storage. Radiation technologies in agriculture and food industry: state and prospects: International scientific and practical conference. Obninsk: FGBNU VNIIRAE, 2018. pp. 285–289. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37004571>
16. Maltsev S. V., Andrianov S. V., Shishkova S. G., Zhevara S. V., Mityushkin A. V., Vasileva S. V., Boyarskiy D. S. Productivity of ethylene-treated seed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) depending on growing conditions. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2024;59(5):1008–1019. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2024.5.1008rus>

17. Saini R., Kaur S., Aggarwal P., Dhiman A., Suthar P. Conventional and emerging innovative processing technologies for quality processing of potato and potato-based products: A review. *Food Control*. 2023;153:109933. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109933>
18. Pshechenkov K. A., Sedova V. I., Shabanov A. E., Maltsev S. V. In a dry summer, watering potatoes pays off well. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2008;(4):11. (In Russ.).
19. Maltsev S. V. Efficiency of ethylene application on seed potato tubers. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2021;56(1):44–53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.1.44rus>
20. Maltsev S. V., Pshechenkov K. A. Cultivars for obtaining of fast-frozen potato and potato in vacuum packing. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2010;(8):7. (In Russ.).
21. Lombardo S., Pandino G., Mauromicale G. The effect on tuber quality of an organic versus a conventional cultivation system in the early crop potato. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2017;62:189–196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.05.014>
22. Lian Q., Zhang Y., Zhang J., Peng Z., Wang W., Du M. et al. A genomic variation map provides insights into potato evolution and key agronomic traits. *Molecular Plant*. 2025;18(4):570–589. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molp.2025.01.016>
23. Shanina E. P., Klyukina E. M., Belyaeva N. V., Stafeeva M. A., Kelik L. A., Akhmetkhanov V. F. Testing of potato varieties of different intended uses. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2024;(1):39–43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.92.35.003>

Сведения об авторах

Шабанов Адам Эмирсултанович, доктор с.-х. наук, зав. отделом агротехнологий, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха», ул. Лорха, дом 23, литера «В», д. п. Красково, г. о. Люберцы, Московская область, Российская Федерация, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7703-0617>

✉ **Мальцев Станислав Владимирович**, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник отдела агротехнологий, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха», ул. Лорха, дом 23, литера «В», д. п. Красково, г. о. Люберцы, Московская область, Российская Федерация, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7211-315X>, e-mail: stanmalcev@yandex.ru

Абросимов Дмитрий Васильевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела агротехнологий, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха», ул. Лорха, дом 23, литера «В», д. п. Красково, г. о. Люберцы, Московская область, Российская Федерация, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6279-4972>

Соломенцев Павел Викторович, аспирант, научный сотрудник отдела агротехнологий, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха», ул. Лорха, дом 23, литера «В», д. п. Красково, г. о. Люберцы, Московская область, Российская Федерация, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9051-7139>

Information about the authors

Adam E. Shabanov, DSc in Agricultural Science, Head of the Department of Agricultural Technologies, Russian Potato Research Centre, 23 «В», Lorkh Street, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7703-0617>

✉ **Stanislav V. Maltsev**, DSc in Agricultural Science, chief researcher, the Department of Agricultural Technologies, Russian Potato Research Centre, 23 «В», Lorkh Street, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7211-315X>, e-mail: stanmalcev@yandex.ru

Dmitry V. Abrosimov, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Department of Agricultural Technologies, Russian Potato Research Centre, 23 «В», Lorkh Street, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6279-4972>

Pavel V. Solomentsev, postgraduate student, researcher, the Department of Agricultural Technologies, Russian Potato Research Centre, 23 «В», Lorkh Street, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: mail@potatocentre.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9051-7139>

✉ – Для контактов / Corresponding author