



Результаты корреляционного и путевого анализов для выявления селекционно-ценных признаков картофеля, влияющих на урожайность

© 2026. М. Е. Мухордова✉, А. И. Черемисин, С. В. Согуляк, М. В. Урман
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация

В статье отражены результаты испытания 12 сортов картофеля в условиях Омской области (2022–2024 гг.). Цель исследований – установить методами корреляционного и путевого анализов взаимосвязи между хозяйственно ценными признаками сортов картофеля для дальнейшего использования результатов в программах селекции на повышенную продуктивность. Погодные условия вегетационных периодов отличались по гидротермическому коэффициенту (ГТК): 2022 г. – благоприятный по теплу и влагообеспеченности (ГТК = 1,02); 2023 г. – засушливый (ГТК = 0,78); 2024 г. – переувлажненный (ГТК = 1,63). Согласно основным показателям урожайности дана характеристика сортов для эффективного использования их потенциала. Выделены сорта: Крепыш (Россия) – с высокой урожайностью (30,8 т/га) и массой товарного клубня (88,3 г); Гала (Германия) и Гранд (Россия) – с наибольшим количеством клубней (11,4 и 10,7 соответственно) при небольшой массе товарного клубня, которые можно использовать для переработки. Корреляционная взаимосвязь установлена между урожайностью и массой товарного клубня в 2022 г. ($r = 0,418$) и 2023 г. ($r = 0,504$), а в 2024 г. – между урожайностью и количеством клубней на одном кусте ($r = 0,434$). Для разработки эффективной программы селекции, используя интеграцию статистических методов (расчет путевых коэффициентов) с селекционной оценкой, определена наибольшая селекционная ценность отдельных количественных признаков растений картофеля, связанных с урожайностью. Обнаружен высокий и положительный прямой эффект на урожайность признаков «масса товарного клубня» (2022–2023 гг.) и «количество стеблей на растении» (во влажный 2024 г.); очень низкий (2022–2023 гг.) – «количество стеблей на растении» и незначимый – «товарность урожая». Признак «масса товарного клубня» может быть использован при отборе исходного материала для селекции картофеля на повышенную продуктивность.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., урожайность, прямой и косвенный эффект, взаимосвязь

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (тема № FNUN-2023-0010).

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мухордова М. Е., Черемисин А. И., Согуляк С. В., Урман М. В. Результаты корреляционного и путевого анализов для выявления селекционно-ценных признаков картофеля, влияющих на урожайность. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2026;27(2):340–349. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.2.340-349>

Поступила в редакцию: 18.06.2025

Принята к публикации: 27.03.2026

Доработана после рецензирования: 07.10.2025

Опубликована онлайн: 27.04.2026

Results of correlation and path analyses for identifying breeding-valuable traits in potato affecting yield

© 2026. Maria E. Mukhordova✉, Alexander I. Cheremisin,
Sergey V. Sogulyak, Maksim V. Urman

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russian Federation

The article presents the results of study of 12 potato cultivars in the Omsk region (2022–2024). The aim of the research was to establish relationships between economically valuable traits of potato cultivars using correlation and path analysis methods for their further use in breeding programs aimed at increasing productivity. The weather conditions during the growing seasons differed in terms of hydrothermal coefficient (HTC): 2022 – favorable in terms of heat and moisture supply (HTC = 1.02); 2023 – dry (HTC = 0.78); 2024 – wet (HTC = 1.63). Based on the main yield parameters, the cultivars were characterized for the effective use of their potential. The following varieties were identified: 'Krepysh' (Russia) – with high yield (30.8 t/ha) and marketable tuber weight (88.3 g); 'Gala' (Germany) and 'Grand' (Russia) – with the highest number of tubers (11.4 and 10.7) with low weight of marketable tuber suitable for processing. Correlation relationship was established between the yield and marketable tuber weight in 2022 ($r = 0.418$) and 2023 ($r = 0.504$), and in 2024 – between the yield and the number of tubers per plant ($r = 0.434$). To develop an effective breeding program, using the integration of statistical methods (calculation of path coefficients) with breeding assessment, the highest breeding value of individual quantitative traits of potato plants was determined. A high positive direct effect on the yield was found for the "marketable tuber weight" trait (2022–2023) and "the number of stems per plant" (in the wet 2024); a very low effect (2022–2023) for the "number of stems per plant" trait and an insignificant effect for the "marketability" trait. The "marketable tuber weight" trait can be used in the selection of source material for potato breeding for increased productivity.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., yield, direct and indirect effect, relationship

Acknowledgements: the research was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Omsk Agrarian Scientific Center (theme No. FNUN-2023-0010).

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

Conflict of interest: the authors declare that there is no conflict of interest.

For citations: Mukhordova M. E., Cheremisin A. I., Sogulyak S. V., Urman M. V. Results of correlation and path analyses to identify breeding-valuable traits in potato affecting yield. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2026;27(2):340–349. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.2.340-349>

Received: 18.06.2025
Revised: 07.10.2025

Accepted for publication: 27.03.2026
Published online: 27.04.2026

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является одной из важнейших незерновых культур, обладающей высокой питательной и экономической ценностью, и играет решающую роль в обеспечении глобальной продовольственной безопасности страны [1]. Благодаря высокой адаптивности к различным агроклиматическим условиям, картофель культивируется в более чем 100 странах мира, занимая четвертое место по объему производства после кукурузы, пшеницы и риса [2].

Высокий потенциал урожайности картофеля и его питательная ценность ставят эту культуру в центр внимания сельскохозяйственных производителей во всем мире [3, 4]. Производство и потребление картофеля в развивающихся странах неуклонно растет, в то время как в развитых странах, несмотря на тенденцию к снижению, он по-прежнему является важным элементом рациона человека [5, 6].

Однако средняя мировая урожайность, по данным ФАО¹, составляет чуть более 20 т/га, что не всегда объясняется почвенными условиями. Все чаще появляются мнения, согласно которым потенциал урожайности этой культуры не реализуется в полной мере из-за изменения климата². Частые экстремальные погодные явления, такие как засухи, аномальные осадки и повышение температур, негативно влияют на рост, развитие и продуктивность картофеля [7]. В связи с этим актуальным направлением исследований становится поиск устойчивых и высокопродуктивных генотипов, способных адаптироваться к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Урожайность – сложный показатель, имеющий несколько важных аспектов. Понимание характера взаимосвязи урожайности с другими количественными признаками является основой для обоснованного отбора селекционного материала, так как позволяет целенаправленно выбирать сопутствующие показатели, напрямую влияющие на итоговую продуктивность [8].

Успех любой селекционной программы по повышению продуктивности зависит от степени генетической изменчивости, присутствующей в популяции. Корреляционные исследования позволяют установить величину связи урожайности с ее компонентами, анализ коэффициента пути дает возможность провести тщательную оценку конкретного признака, который создает данную ассоциацию [9]. Кроме того, облегчает оценку степени взаимосвязи между урожайностью и характерными для нее признаками и позволяет критически анализировать [10].

Путевой анализ направлен на разложение корреляции между зависимой переменной и каждой независимой переменной на прямой эффект одного признака и косвенные эффекты других факторов из набора данных. Путевые коэффициенты могут иметь как положительные, так и отрицательные значения и, в отличие от коэффициентов корреляции, по абсолютной величине могут превышать единицу [11]. Путевой анализ помогает выявить факторы, оказывающие прямое влияние, а сопоставление его результатов с данными корреляционного анализа позволяет классифицировать их на «активные» факторы, влияние которых подтверждается значимыми путевыми и корреляционными коэффициентами, и «потенциальные», для которых прямое воздействие скрыто множеством других факторов [12].

Таким образом, в настоящее время в селекции исследуются комплексы признаков и предлагаются пути реализации эффективных программ селекции с использованием не только парных коэффициентов корреляции, но и путевых коэффициентов для нахождения прямых и косвенных эффектов взаимосвязанных признаков [13].

Цель исследований – установить методами статистического анализа взаимосвязи между хозяйственно ценными признаками сортов картофеля для дальнейшего использования результатов в программах селекции на повышенную продуктивность.

¹FAO. FAO Publications Catalogue. Rome. 2022.

URL: <https://openknowledge.fao.org/items/4e016512-9c58-411d-a8c4-ee282294a52a>

²Мартынова К. В. Совершенствование приемов возделывания новых сортов картофеля на продовольственные и семенные цели в условиях Нечерноземной зоны: дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2022. 164 с.

Научная новизна – с помощью интеграции статистических методов с селекционной оценкой определены парные коэффициенты корреляций и путевые коэффициенты признаков сортов картофеля, на их основе установлен вклад каждого из них в урожайность. Выде-

лены и рекомендованы сорта, обладающие наилучшей урожайностью и морфометрическими показателями, выявлена ценность их признаков.

Материал и методы. Материалом для исследования служили 16 сортов картофеля, представленных в таблице 1.

*Таблица 1 – Экспериментальный материал картофеля, использованный в исследованиях /
Table 1 – Experimental potato material used in the studies*

<i>Сорт / Cultivar</i>	<i>Родословная / Pedigree</i>	<i>Учреждение-оригинатор, страна / Institution-originator, country</i>
Крепыш / 'Krepysh'	Шурминский-2 x 2953-34 / 'Shurminskij-2' x 2953-34	ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха", Россия, Московская обл. / Russian Potato Research Center, Moscow region, Russia
Фаворит/ 'Favorit'	Романце x Удача / 'Romance' x 'Udacha'	ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха"; МакКейн Агрικультура (Рус), Россия, Московская обл. / Russian Potato Research Center; McCain Agriculture (Rus), Moscow region, Russia
Алена / 'Alena'	(Седов x Камераз) x Зарево / '(Sedov' x 'Kameraz') x 'Zarevo'	ФГБНУ "Омский аграрный научный центр" Россия, Омск / Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia
Мада / 'Mada'	-	"Агрофирма КРИММ" Россия, Тюменская обл. / Agrofirma KRiMM, Tyumen region, Russia
Прайм / 'Prajm'	05-15-40 x 'Gala'	"Дока-Генные Технологии", Россия, Московская обл. / Doka-Gene Technologies, Moscow region, Russia
Кармен / 'Karmen'	0-8-10 x 'Romance'	"Дока-Генные Технологии", Россия, Московская обл. / Doka-Gene Technologies, Moscow region, Russia
Женечка / 'Zhenechka'	-	"Агрофирма Седек"; Россия, Московская обл. / Agrofirma Sedek, Moscow region, Russia
Сокур / 'Sokur'	Адретта x Симфония / 'Adretta' x 'Simfoniya'	ФГБНУ "Сибирский федеральный научный центр агробио-технологий Российской академии наук" (СФНЦА РАН), Россия, Новосибирская обл. / Siberian Federal Research Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Novosibirsk region, Russia
Иртыш / 'Irtys'	-	ФГБНУ "Омский аграрный научный центр", Россия, Омск / Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia
Гранд / 'Grand'	Ароза x Наяда / 'Aroza' x 'Nayada'	ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха"; Агроцентр "Коренево", Россия, Московская обл. / Russian Potato Research Center; Agrocentre Korenevo, Moscow region, Russia
Триумф / 'Triumf'	Невский x Гранат / 'Nevskij' x 'Granat'	ООО "Агрофирма Седек"; ФГБНУ "Омский аграрный научный центр" Россия, Москва, Омск / Agrofirma Sedek, Moscow region, Russia; Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia
Жуковский Ранний / 'Zhukovskij Rannij'	Ягодка x Гидра / 'Yagodka' x 'Gidra'	ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха", Россия, Московская обл. / Russian Potato Research Center, Moscow region, Russia
Ариэль / 'Ariel'	Никulinский x BR 63-67/69 / 'Nikulinskij' x BR 63-67/69'	ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха"; Агроцентр "Коренево", Россия, Московская обл. / Russian Potato Research Center; Agrocentre Korenevo, Moscow region, Russia
Розара / 'Rozara'	SECURA x ESH 2605/77	Saka Pflanzenzucht GbR, Германия / SaKa Pflanzenzucht GbR, Germany
Ред Скарлет / 'Red Skarlet'	ZPC 80-239 x IMPALA	HZPC Holland B. V., Нидерланды / HZPC Holland B. V., Netherlands
Гала / 'Gala'	2.6 720-86 x LEYLA	Norika Nordring-Kartoffelzucht-und Vermehrungs-GmbH, Германия / Norika Nordring-Kartoffelzucht-und Vermehrungs-GmbH, Germany

Полевые испытания проводили в 2022–2024 гг. на опытном участке ФГБНУ «Омский АНЦ» в условиях орошения. Почва лугово-

черноземная среднемощная среднелугмусная тяжелосуглинистая: реакция среды нейтральная, содержание гумуса 6,0–6,5 % (по методу Тюрина),

средняя обеспеченность подвижным фосфором – менее 200 мг/кг, высокая – обменным калием – 150–200 мг/кг (по методу Чирикова). Перед посадкой картофеля содержание нитратного азота в слое почвы 0–20 см (по методу Грандваль-Ляжу) составляло 30 мг/кг, подвижного фосфора – 147 мг/кг.

Предшественник – яровая пшеница. Технология выращивания картофеля – принятая для зоны: зяблевая вспашка; ранневесеннее боронование; предпосадочная обработка фрезерным культиватором. Перед фрезерованием вносили аммиачную селитру – 120 кг/га в физическом весе.

Посадку проводили 17–22 мая 4-рядной клоновой сажалкой в трехкратной повторности. Площадь питания одного растения – 75×30 см, на делянке размещали по 20 растений.

После посадки проведено гребнеобразование. Для борьбы с сорняками использовали 3-кратную обработку гербицидами: Хилер, 1 л/га; Лазурит, 0,8 кг/га; Кассиус, 0,05 л/га. Против колорадского жука выполнили две обработки инсектицидами Кинфос, 0,15 л/га и Децис Профи, 0,12 кг/га. Для профилактики грибных болезней применяли фунгициды Ширлан, 1 л/га; Консенто, 1 л/га. За 10 дней до скашивания ботвы посадки обработали препаратом Реглон в дозе 2 л/га. Для уборки коллекционного питомника использовали двухрядную копалку, для остальных – однорядный копатель с последующим ручным подбором. Урожайность и ее структуру учитывали при уборке путем взвешивания.

Наблюдения и учётывали в соответствии с методическими рекомендациями^{3,4}.

Полученные данные обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализов в соответствии с классической методикой Б. А. Доспехова⁵ с применением Microsoft Excel 2007. Для генетико-статистической интерпретации результатов дополнительно выполнили расчёт коэффициентов путей по алгоритму А. И. Седловского с соавт.⁶ с использованием специализированного ПО AGROS 2.13.

Погода вегетационного периода 2022 г. в целом была умеренно влажной (ГТК = 1,02). Май выдался жарким и засушливым, в июне наблюдался дефицит осадков в первые две

декады при относительно высоких температурах. Июль был теплым с обильными дождями в конце месяца: средняя температура (+20,5 °С) превысила норму на 1,0 °С. Август также сложился теплее обычного (+17,5 °С; +1,4 °С к норме), но с резким недостатком осадков (2,4 мм при норме 54 мм).

В 2023 г. весной отмечены резкие суточные колебания температуры (от -7,3 до +28,9 °С). Июль был аномально жарким (+21,2 °С; +3,2 °С выше нормы), с низкой влажностью (до 18 %) и суховеями. Несмотря на осадки в пределах многолетних значений (65 мм), засуха в начале июля (ГТК = 0,78) негативно повлияла на формирование клубней картофеля.

Характеризуя метеоусловия первой половины 2024 г., можно отметить повышение температуры воздуха, июнь был теплее обычного (+20,0 °С; +2,3 °С к норме) с небольшим дефицитом осадков (44,9 мм при норме 54 мм). В июле температура оставалась близкой к норме (+19,8 °С), но выпало рекордное количество осадков (166,7 мм против средних 59 мм). В августе зафиксирована температура чуть прохладнее многолетних значений (-1,0 °С), осадки составили 80,9 % от нормы (43,7 мм). В целом, по итогу летнего периода отмечено переувлажнение (ГТК = 1,63). Погодные условия в годы исследований значительно различались, такая вариабельность позволила провести комплексный анализ влияния метеофакторов на изучаемые показатели.

Результаты и их обсуждение. Исследуемые нами хозяйственно ценные признаки картофеля относятся к категории количественных. Их выраженность во многом определяется условиями внешней среды.

Анализируя данные таблицы 2 по основным показателям продуктивности разных сортов картофеля за 2022–2024 гг., можно отметить, что самая высокая урожайность у сортов Крепыш – 30,8 т/га, Женечка – 30,0 т/га и Иртыш – 29,0 т/га. Среднее значение урожайности составило 26,7 т/га. Самая низкая урожайность получена у сорта Гранд – 24,6 т/га и Прайм – 24,4 т/га.

³Симаков Е. А., Анисимов Б. В., Шабанов А. Э., Зебрин С. Н., Юрлова С. М., Овэс Е. В. и др. Методические положения по проведению оценки сортов картофеля на испытательных (тестовых) участках. М.: ВНИИКХ, 2013. 15 с.

⁴Банадисев С. А., Старовойтов А. М., Колядко И. И., Маханько В. Л., Фандо В. В., Козлова Л. И. и др. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля. Минск, 2003. 70 с.

URL: <https://elibr.cnsrb.ru/books/free/0409/409270/4/>

⁵Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. URL: <https://studfile.net/preview/5051840/>

⁶Седловский А. И., Мартынов С. П., Мамонов Л. К. Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур. Алма-Ата: Наука, 1982. 200 с.

Таблица 2 – Основные показатели продуктивности сортов картофеля (в среднем за 2022–2024 гг.) /
Table 2 – The main indicators of productivity of potato cultivars (average for 2022–2024)

Сорт / Cultivar	Урожайность, т/га / Yield, t/ha			Масса товарного клубня, г / Marketable tuber weight, g	Количество клубней на одном кусте, шт. / Number of tubers on one bush, pcs.	Товарность, % / Marketability, %	Количество стеблей на растении, шт. / Number of stems per plant, pcs.	Масса ботвы картофеля, г/куст / Potato vine weight, g/bush
	2022 г.	2023 г.	2024 г.					
Алена / 'Alena'	23,3	25,3	19,5	82,0	6,7	90,3	2,6	291,7
Ариэль / 'Ariel'	24,1	30,0	23,0	78,0	8,7	91,0	4,2	311,7
Жуковский Ранний / 'Zhukovskij Rannij'	24,9	33,5	25,0	85,7	8,4	90,0	3,1	291,7
Крепыш / 'Krepysh'	32,4	37,0	23,0	88,3	8,5	92,3	3,4	293,3
Розара / 'Rozara'	28,3	32,7	24,8	73,0	9,9	83,3	4,3	340,0
Фаворит / 'Favorit'	21,7	27,5	24,3	67,3	8,3	89,0	3,8	316,7
Мада / 'Mada'	26,0	27,2	22,4	74,7	8,0	88,3	4,0	400,3
Прайм / 'Prjajm'	26,7	24,5	22,0	70,7	8,7	88,7	3,7	353,3
Гала / 'Gala'	29,3	31,0	24,0	66,0	11,4	80,3	4,4	365,0
Иртыш / 'Irtysj'	29,6	31,5	25,9	74,0	9,5	89,3	3,8	355,0
Триумф / 'Triumf'	24,3	32,0	25,3	69,0	9,8	89,7	3,8	340,0
Кармен / 'Karpen'	27,2	28,8	20,8	62,7	10,3	89,3	4,4	388,3
Женечка / 'Zhenechka'	31,3	30,2	28,5	81,0	8,5	90,7	4,2	361,7
Сокур / 'Sokur'	23,8	29,0	24,3	75,7	8,3	87,7	4,1	388,0
Ред Скарлет / 'Red Skarlet'	28,3	28,5	23,0	73,0	8,9	89,7	4,2	380,7
Гранд / 'Grand'	24,8	27,0	22,0	60,3	10,7	87,7	4,2	357,3
Среднее / Average	26,6	29,7	23,6	73,9	9,0	88,6	3,9	345,9
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	2,4	3,0	2,1	11,7	1,5	5,7	0,4	36,4

Масса товарного клубня: самые крупные клубни получены у сортов Крепыш (88,3 г) и Жуковский ранний (85,7 г); самые мелкие – у Гранд (60,3 г) и Кармен (62,7 г). Средний вес клубня составил 73,9 г.

Количество клубней на одном кусте: наибольшее количество выявлено у сортов Гала (11,4 шт.) и Гранд (10,7 шт.); минимальное значение данного показателя зафиксировано у сорта Алена (6,7 шт.). Среднее количество составило 9,0 клубней.

Товарность: лучшие показатели определены у сортов Крепыш (92,3 %) и Ариэль (91,0 %). Самая низкая товарность у сортов Гала (80,3 %) и Розара (83,3 %). Среднее значение данного показателя составило 88,6 %.

Количество стеблей на растении: максимальное количество стеблей отмечено у Галы и Кармен – по 4,4 шт.; минимальное у Алены – 2,6 шт.; в среднем – 3,9 стебля.

Масса ботвы картофеля (г/куст): наибольшая зарегистрирована у сортов Мада (400,3 г),

Кармен (388,3 г) и Сокур (388,0 г), меньшая – у сортов с высокой урожайностью – Крепыш (293,3 г). Средняя масса ботвы – 345,9 г.

Таким образом, сорт Крепыш выделяется максимальной урожайностью (30,8 т/га), крупными клубнями, высокой товарностью и средней массой ботвы, что делает его перспективным для выращивания с точки зрения урожайности. Гала и Гранд имеют большое количество клубней, но вес клубней и товарность ниже среднего. Сорта с повышенной массой ботвы (Мада, Кармен) не всегда показывают высокую урожайность, возможно, растения тратят больше ресурсов на вегетативную массу.

Средние показатели по всем сортам дают хороший ориентир для оценки потенциальной продуктивности: урожайность составила около 27 т/га; товарность – 89 %; средняя масса товарного клубня – около 74 г.

Анализ корреляционных взаимосвязей признаков продуктивности картофеля представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица коэффициентов корреляции между хозяйственно ценными признаками картофеля (2022–2024 гг.) /

Table 3 – Matrix of correlation coefficients between economically valuable potato traits (2022–2024)

Признак / Trait	Урожайность / Yield	МТК / MTW	ККК / NTB	Т / М	КСР / NSP	МБК / PVW
2022 г.						
Урожайность / Yield	-	0,418	0,419	-0,297	0,380	-0,189
МТК / MTW	-	-	-0,553*	0,463	-0,044	-0,234
ККК / NTB	-	-	-	-0,645*	0,278	-0,118
Т / М	-	-	-	-	-0,295	-0,192
КСР / NSP	-	-	-	-	-	0,542*
МБК / PVW	-	-	-	-	-	-
2023 г.						
Урожайность / Yield	-	0,504*	0,123	0,502*	-0,132	-0,278
МТК / MTW	-	-	-0,765*	0,817*	-0,579*	-0,576*
ККК / NTB	-	-	-	-0,562*	0,616*	0,464
Т / М	-	-	-	-	-0,497*	-0,684*
КСР / NSP	-	-	-	-	-	0,761*
МБК / PVW	-	-	-	-	-	-
2024 г.						
Урожайность / Yield	-	0,067	0,434	0,287	0,318	0,209
МТК / MTW	-	-	-0,683	0,458	-0,844	-0,347
ККК / NTB	-	-	-	-0,180	0,838	0,338
Т / М	-	-	-	-	-0,416	-0,153
КСР / NSP	-	-	-	-	-	0,590
МБК / PVW	-	-	-	-	-	-

Примечания: * при 5%-м уровне значимости $r = 0,497$, $n = 16$; МТК – масса товарного клубня, г; ККК – количество клубней на одном кусте, шт.; Т – товарность, %; КСР – количество стеблей на растении, шт.; МБК – масса ботвы картофеля, г/куст /

Notes: * at 5% significance level $r = 0.497$, $n = 16$; MTW – Marketable tuber weight, g; NTB – Number tubers one bush, pcs.; М – Marketability, %; NSP – number of tubers per plant, pcs.; PVW – Potato Vine weight, g/bush

В 2022 и 2023 гг. урожайность положительно связана с показателем «масса товарного клубня», причем в 2023 г. эта связь статистически значима. В 2024 г. сопряженность этого признака с урожайностью ослабла и стала недостоверной. Между признаками «масса товарного клубня» и «количество клубней на одном кусте» наблюдается стабильная значимая отрицательная взаимосвязь (особенно в 2022 и 2023 гг.). Данный показатель положительно коррелирует и с товарностью урожая, но имеет отрицательно направленную взаимосвязь с количеством стеблей на растении и массой ботвы. Между показателями «количество стеблей на растении» и «масса ботвы» стабильная значимая положительная связь во все годы эксперимента. В 2023 г. товарность урожая отрицательно коррелирует

с количеством стеблей на растении и массой ботвы, поскольку интенсивное развитие вегетативной массы не всегда полезно для урожая. Важно найти оптимальный баланс между вегетативной и продуктивной частью растения. В 2024 г. отмечено ослабление многих взаимосвязей, кроме относительно высокой отрицательной корреляции между признаками «масса товарного клубня» и «количество стеблей на растении», а также относительно высокой положительной – между «количество клубней на одном кусте» и «количество стеблей на растении».

Путевой анализ позволяет понять структуру взаимосвязей между изучаемыми признаками и оценить относительную значимость (прямой и косвенный эффект) каждого (табл. 4).

Таблица 4 – Матрица путевых коэффициентов между хозяйственно ценными признаками картофеля (2022–2024 гг.) /

Table 4 – Matrix of path coefficients between economically valuable potato traits (2022–2024)

Признак / Trait	Путевые коэффициенты / Path coefficients					Коэффициент корреляции с урожайностью / Correlation coefficient with yield
	МТК / MTW	ККК / NTB	Т / М	КСП / NSP	МБК / PVW	
2022 г.						
МТК / MTW	0,948	-0,435	-0,085	-0,006	-0,003	0,418
ККК / NTB	-0,524	0,787	0,119	0,039	-0,002	0,419
Т / М	0,439	-0,507	-0,184	-0,042	-0,003	-0,297
КСП / NSP	-0,042	0,219	0,054	0,141	0,007	0,380
МБК / PVW	-0,222	-0,093	0,035	0,077	0,014	-0,189
2023 г.						
МТК / MTW	1,379	-0,978	0,066	0,086	-0,054	0,504*
ККК / NTB	-1,055	1,270	-0,045	-0,091	0,044	0,123
Т / М	1,126	-0,714	0,080	0,0737	-0,065	0,502*
КСП / NSP	-0,798	0,783	-0,040	-0,148	0,072	-0,132
МБК / PVW	-0,794	0,589	-0,055	-0,113	0,095	-0,278
2024 г.						
МТК / MTW	1,154	-0,090	0,165	-1,250	0,088	0,067
ККК / NTB	-0,789	0,132	-0,065	1,242	-0,086	0,434
Т / М	0,529	-0,024	0,359	-0,616	0,039	0,287
КСП / NSP	-0,974	0,110	-0,149	1,482	-0,150	0,318
МБК / PVW	-0,400	0,044	-0,055	0,874	-0,254	0,209

Примечания: * при 5%-м уровне значимости; обозначение признаков см. в табл. 2; жирным шрифтом выделены путевые коэффициенты, характеризующие прямые эффекты; остаточное P₀ – 0,410 (2022 г.), 0,339 (2023 г.), 0,587 (2024 г.)
Notes: * at a 5% significance level; for the designation of the traits, see Table 2; path coefficients characterizing direct effects are shown in bold; residual P₀ – 0.410 (2022), 0.339 (2023), 0.587 (2024)

В 2022 и 2023 гг. признак «масса товарного клубня» проявлял наибольший прямой эффект (0,948 и 1,379 соответственно), его косвенный эффект положителен в связи урожайности с товарностью урожая и отрицателен

в связях с количеством клубней на одном кусте, количеством стеблей на растении и массой ботвы. В 2024 г. максимальный прямой эффект был достигнут в связях между количеством стеблей на растении (1,482), косвенный эффект

положителен в связи с количеством клубней на одном кусте и массой ботвы (1,242 и 0,874), в то же время отрицательный эффект отмечен с товарностью урожая. Достаточно высокий прямой эффект признака «масса товарного клубня» (1,154) в сочетании с отрицательными вкладами количества клубней и стеблей на растении (-0,789 и -0,974) выразился в незначимой корреляции между массой товарного клубня и урожайностью. Исследования ученых из Индии (г. Солан) подтвердили наши результаты, что прямой эффект массы товарного клубня имеет положительную взаимосвязь с урожайностью [14]. Эксперименты ученых Эфиопии и Индии (г. Райпур) показали результаты противоположные нашим, а именно, прямой эффект признака «товарность» имел положительную корреляцию с урожайностью [9, 10]. Во всех этих работах признак «количество стеблей на растении» имел положительную сопряженность с урожайностью, что согласуется с нашими исследованиями.

Во взаимосвязях всех компонентов с урожайностью независимо от года исследования проявились противоречия между эффектами признаков «масса товарного клубня» и «количество клубней на одном кусте», исключение составил 2022 г., где данные показатели были незначимы.

Полученные результаты указывают на селекционную важность признака «масса товарного клубня», который внес наибольший вклад в формирование урожайности картофеля в годы исследований.

Заключение. Для максимально эффективного использования потенциала сорта важно учитывать не только урожайность, но и морфо-

метрические показатели. Наблюдения за показателями продуктивности сортов картофеля в условиях Омской области в период 2022–2024 гг. позволили выделить следующие сорта: Крепыш – по высокой урожайности (30,8 т/га) и массе товарного клубня (88,3 г); Гала и Гранд – по наибольшему количеству клубней (11,4 и 10,7) небольшого размера (можно использовать для переработки в условиях, где важен объем, а не размер).

Отмечено значительное варьирование коэффициентов корреляции между хозяйственно ценными признаками по годам исследований. Самая высокая взаимосвязь обнаружена между урожайностью и массой товарного клубня в 2022 и 2023 гг. (в 2024 г. – между урожайностью и количеством клубней на одном кусте).

При анализе взаимосвязей между хозяйственно ценными признаками сортов картофеля с использованием путевого анализа продуктивности определена наибольшая селекционная ценность отдельных количественных признаков растений картофеля. Прямой эффект каждого отдельного признака на продуктивность может быть высоким и положительным во все годы (масса товарного клубня) или в отдельный влажный по погодным условиям 2024 г. (количество стеблей на растении), очень низким в 2022 и 2023 гг. (количество стеблей на растении) или незначимым (товарность). Признак «масса товарного клубня» во все три года исследований показал высокий прямой эффект влияния на урожайность, подтвержденный положительной парной корреляцией в 2022 и 2023 гг. Данный признак может быть использован при отборе исходного материала для селекции картофеля на повышенную продуктивность.

Список литературы

1. Мухордова М. Е., Черемисин А. И., Согуляк С. В., Урман М. В. Комплексный подход к анализу перспективного селекционного материала картофеля в условиях Омской области. Овощи России. 2025;(2):20–29. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-20-29> EDN: RDUFME
2. Анцут Т. С., Хох Н. А. Адаптивный потенциал сортов картофеля белорусской и зарубежной селекции в условиях западного региона Республики Беларусь. Картофелеводство: сб. научн. тр. Минск, 2020. Т. 27. С. 5–10. Режим доступа: <https://belbulba.by/wp-content/uploads/2020/09/Tom-27.pdf>
3. Жевора С. В., Казаков О. Г., Мелешин А. А., Дуданов И. И. Генетическая коллекция картофеля федерального исследовательского центра имени А. Г. Лорха. Научные труды по агрономии. 2022;(1):10–15. DOI: <https://doi.org/10.35244/2658-7963-2022-7-1-10-15> EDN: GQJOXI
4. Мухордова М. Е., Черемисин А. И., Урман М. В. Комплексная оценка перспективного селекционного материала картофеля в условиях Омской области. Кормопроизводство. 2023;(3):12–17. DOI: <https://doi.org/10.25685/krm.2023.97.17.002> EDN: TAIOLP
5. Potarzycki J., Wendel J. The Effect of Sulfur Carriers on Nitrogen Use Efficiency in Potatoes – A Case Study. Agronomy. 2023;13(10):2470. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13102470>
6. Ye Y., Jin L., Bian C., Liu J., Guo H. Monitoring and Optimization of Potato Growth Dynamics under Different Nitrogen Forms and Rates Using UAV RGB Imagery. Agronomy. 2024;14(10):2257. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14102257>

7. Красников С. Н., Черемисин А. И., Согуляк С. В., Красникова О. В. Создание нового исходного материала для селекции картофеля в условиях Омской области. Картофель и овощи. 2025;(1):43–46. DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.67.94.006> EDN: PQJRFT
8. Шанина Е. П., Ключкина Е. М., Стафеева М. А., Беляева Н. В., Гончар О. Н. Сравнительный анализ сортов картофеля коллекционного питомника в зависимости от географического происхождения. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(6):75–78. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10614> EDN: FYDLHG
9. Hunde N. F., Galalcha D. T., Limeneh D. F. Correlation and path coefficient analyses of tuber yield and yield components among potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes at Bekoji, southeastern Ethiopia. International Journal of Agricultural Research Innovation and Technology. 2022;12(2):144–154. DOI: <https://doi.org/10.3329/ijarit.v12i2.64102>
10. Sahu P., Chaurasiya P. C., Rangare N. R., Kumar V., Kumar S. V., Singh T. et al. Study on genetic variability, correlation and path analysis in F1 potato genotypes (*Solanum tuberosum* L.). The Pharma Innovation Journal. 2023;12(7):1336–1339. URL: https://www.researchgate.net/publication/375671426_Study_on_genetic_variability_correlation_and_path_analysis_in_F_1_potato_genotypes_Solanum_tuberosum_L
11. Osaru F., Karungi J., Odama R., Chelangat D. M., Musana P., Otema M. A. et al. Identification of the key morphological sweetpotato weevil resistance predictors in Ugandan sweetpotato genotypes using correlation and path-coefficient analysis. Crop Science. 2023;63(3):1126–1138. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20915>
12. Иванов Д. А. Применение геостатистических методов при разработке ландшафтно-адаптивного земледользования. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(4):351–367. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.351-367> EDN: DNESSC
13. Gebreselassie H., Ajema L. G. Correlation, Path Coefficient and Multivariate Analysis for Yield and Yield-associated Traits among Potato (*Solanum tuberosum* L.) Genotypes Grown in Eastern Ethiopia. New Zealand Journal of Agricultural Research. 2022;8(2):7. DOI: <https://doi.org/10.33552/WJASS.2022.08.000684>
14. Singh J., Kumar D., Sood S., Bhardwaj V., Kumar R. Kumar S. Genetic variability and association studies for yield and its attributes in cultivated potato (*Solanum tuberosum* L.). Vegetable Science. 2024;51(1):148–153. DOI: <https://doi.org/10.61180/vegsci.2024.v51.i1.20>

References

1. Mukhordova M. E., Cheremisin A. I., Sogulyak S. V., Urman M. V. An integrated approach to the analysis of promising potato breeding material in the conditions of the Omsk region. *Ovoshchi Rossii* = Vegetable crops of Russia. 2025;(2):20–29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-20-29>
2. Antsuto T. S., Khokh N. A. Adaptive potential of potatoes varieties of belarusian and foreign breeding in the conditions of western region of the Republic of Belarus. Potato Growing: collection of scientific works. Minsk, 2020. Vol. 27. pp. 5–10. URL: <https://belbulba.by/wp-content/uploads/2020/09/Tom-27.pdf>
3. Zhevorova S. V., Kazakov O. G., Meleshin A. A., Dudanov I. I. Genetic collection of federal Potato Research Centre. *Nauchniye trudi po agronomii* = Research papers on agronomy. 2022;(1):10–15. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35244/2658-7963-2022-7-1-10-15>
4. Mukhordova M. E., Cheremisin A. I., Urman M. V. The evaluation of promising potato genotypes in the Omsk region. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2023;(3):12–17. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25685/krm.2023.97.17.002>
5. Potarzycki J., Wendel J. The Effect of Sulfur Carriers on Nitrogen Use Efficiency in Potatoes – A Case Study. *Agronomy*. 2023;13(10):2470. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13102470>
6. Ye Y., Jin L., Bian C., Liu J., Guo H. Monitoring and Optimization of Potato Growth Dynamics under Different Nitrogen Forms and Rates Using UAV RGB Imagery. *Agronomy*. 2024;14(10):2257. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14102257>
7. Krasnikov S. N., Cheremisin A. I., Sogulyak S. V., Krasnikova O. V. Creation of new source material for potato breeding in the conditions of the Omsk region. *Kartofel i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2025;(1):43–46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.67.94.006>
8. Shanina E. P., Klyukina E. M., Stafееva M. A., Belyaeva N. V., Gonchar O. N. The comparative geographical analysis of potato varieties from a collection nursery. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(6):75–78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10614>
9. Hunde N. F., Galalcha D. T., Limeneh D. F. Correlation and path coefficient analyses of tuber yield and yield components among potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes at Bekoji, southeastern Ethiopia. International Journal of Agricultural Research Innovation and Technology. 2022;12(2):144–154. DOI: <https://doi.org/10.3329/ijarit.v12i2.64102>
10. Sahu P., Chaurasiya P. C., Rangare N. R., Kumar V., Kumar S. V., Singh T. et al. Study on genetic variability, correlation and path analysis in F1 potato genotypes (*Solanum tuberosum* L.). The Pharma Innovation Journal. 2023;12(7):1336–1339. URL: https://www.researchgate.net/publication/375671426_Study_on_genetic_variability_correlation_and_path_analysis_in_F_1_potato_genotypes_Solanum_tuberosum_L

11. Osaru F., Karungi J., Odama R., Chelangat D. M., Musana P., Otema M. A. et al. Identification of the key morphological sweetpotato weevil resistance predictors in Ugandan sweetpotato genotypes using correlation and path-coefficient analysis. *Crop Science*. 2023;63(3):1126–1138. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20915>
12. Ivanov D. A. Application of geostatistical methods in the development of landscape-adaptive land use. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(4):351–367. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.351-367>
13. Gebreselassie H., Ajema L. G. Correlation, Path Coefficient and Multivariate Analysis for Yield and Yield-associated Traits among Potato (*Solanum tuberosum L.*) Genotypes Grown in Eastern Ethiopia. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2022;8(2):7. DOI: <https://doi.org/10.33552/WJASS.2022.08.000684>
14. Singh J., Kumar D., Sood S., Bhardwaj V., Kumar R. Kumar S. Genetic variability and association studies for yield and its attributes in cultivated potato (*Solanum tuberosum L.*). *Vegetable Science*. 2024;51(1):148–153. DOI: <https://doi.org/10.61180/vegsci.2024.v51.i1.20>

Вклад авторов: Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Сведения об авторах

✉ **Мухордова Мария Евгеньевна**, кандидат с.-х. наук, доцент, заведующая лабораторией молекулярно-генетических исследований, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр-т Королева, 26, г. Омск, Омская область, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5788-2409>, e-mail: mukhordova@anc55.ru

Черемисин Александр Иванович, кандидат с.-х. наук, заведующий отделом картофеля, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр-т Королева, 26, г. Омск, Омская область, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8070-0661>

Согуляк Сергей Владимирович, кандидат с.-х. наук, ведущий сотрудник отдела картофеля, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр-т Королева, 26, г. Омск, Омская область, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2593-3064>

Урман Максим Владимирович, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр-т Королева, 26, г. Омск, Омская область, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8430-9172>

Author contributions: All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Information about the authors

✉ **Maria E. Mukhordova**, PhD in Agricultural Science, associate professor, Head of the Laboratory of Molecular Genetic Research, Omsk Agrarian Scientific Center, 26, Korolev Ave., Omsk, Omsk Region, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5788-2409>, e-mail: mukhordova@anc55.ru

Alexander I. Cheremisin, PhD in Agricultural Science, Head of the Department of Potato, Omsk Agrarian Scientific Center, 26, Korolev Ave., Omsk, Omsk Region, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8070-0661>

Sergey V. Sogulyak, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Department of Potato, Omsk Agrarian Scientific Center, 26, Korolev Ave., Omsk, Omsk Region, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2593-3064>

Maksim V. Urman, junior researcher, the Laboratory of Molecular Genetic Research, Omsk Agrarian Scientific Center, 26, Korolev Ave., Omsk, Omsk Region, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8430-9172>

✉ – Для контактов / Corresponding author