

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2023. № 1(70). С. 166–172.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2023;1(70):166–172.

Краткие сообщения

УДК 664.8

doi : 10.34655/bgsha.2023.70.1.020

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

Галина Александровна Демиденко <sup>1</sup>, Сергей Витальевич Хижняк <sup>2</sup>,  
Ольга Вячеславовна Турыгина <sup>3</sup>, Марина Анатольевна Худенко <sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>3</sup>Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,  
Красноярск, Россия

<sup>1</sup>demidenkoechos@mail.ru

<sup>2</sup>skhizhnyak@yandex.ru

<sup>3</sup>turygina.1967@mail.ru

<sup>4</sup>hudenkom@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлен анализ корреляционных связей между показателями: системы удобрений (минеральная, органо-минеральная, органическая), урожай раннеспелого сорта картофеля Ред Скарлет в звене кормового севооборота в лесостепных условиях Красноярского края. Влияние предшественника ( вико-овсяная смесь) статистически значимо ( $p < 0,001$  по всем *post-hoc* тестам). Корреляционный анализ показывает высокий коэффициент корреляции между урожайностью на разных системах удобрения. Коэффициент Kendall's coefficient of concordance равен 0,950, что говорит об однотипности реакции изучаемого сорта на применявшихся системах удобрений. Двухфакторный дисперсионный анализ влияния системы удобрений на урожайность раннеспелого картофеля сорта Ред Скарлет показал, что показатель «система удобрений» статистически значимо ( $p < 0,001$ ) влияет на урожайность изучаемой культуры. Ранговый дисперсионный анализ Фридмана (Friedman test) показал, что в среднем максимальную прибавку урожая к «неудобренному» контролю даёт минеральная система удобрений (11,3 т/га), на втором месте находится органо-минеральная система, на третьем месте – органическая система удобрений. Значимость различий между системами удобрений в плане прибавки урожайности  $p < 0,05$ , коэффициент Kendall's coefficient of concordance равен 1,000. Несколько меньшая эффективность органической системы удобрений объясняется более слабой доступностью азота навоза по сравнению с минеральными удобрениями.

**Ключевые слова:** картофель, сорт Ред Скарлет, урожайность, севооборот, системы удобрений (минеральная, органо-минеральная, органическая), корреляционный анализ, Красноярский край.

Brief report

## CORRELATIONS DURING THE SHORT SEASON POTATO VARIETIES CULTIVATION

**Galina A. Demidenko<sup>1</sup>, Sergey V. Khizhnyak<sup>2</sup>, Olga V. Turygina<sup>3</sup>, Marina A. Khudenko<sup>4</sup>**

<sup>1,2,4</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>3</sup> Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev

<sup>1</sup>demidenkoekos@mail.ru

<sup>2</sup>skhizhnyak@yandex.ru

<sup>3</sup>turygina.1967@mail.ru

<sup>4</sup>hudenkom@mail.ru

**Annotation.** *The article deals with the analysis of correlation relationships between the following indicators: fertilizer systems (mineral, organomineral, organic), yield of the short season potato variety Red Scarlet in the chain of fodder crop rotation under the forest-steppe conditions of the Krasnoyarsk Territory. The influence of a predecessor (vetch-oat mixture) is statistically significant ( $p < 0.001$  for all post-hoc tests). Correlation analysis shows a high correlation coefficient between yields on different fertilizer systems. The coefficient of Kendall's coefficient of concordance is 0.950, which indicates the uniformity of the reaction of the studied variety on the used fertilizer systems. Two-factors analysis of the influence of the fertilizer system on the yield capacity of the short season Red Scarlet variety of potato showed that the indicators "fertilizer system" and "crop rotation" statistically significantly ( $p < 0.001$ ) affect the yield capacity of the studied crop. Friedman's rank analysis of variance (Friedman test) showed that, on average, the maximum yield increase to the "unmanured" control is given by the mineral fertilizer system (11/3 t/ha), the organo-mineral system is in second place, the organic fertilizer system is in third place. The significance of the differences between fertilizer systems in terms of yield increase is  $p < 0.05$ , the Kendall's coefficient of concordance is 1,000. The slightly lower efficiency of the organic fertilizer system is due to the weaker availability of nitrogen manure compared to mineral fertilizers.*

**Keywords:** potato, Red Scarlet variety, yield capacity, crop rotation, fertilizer systems (mineral, organo -mineral, organic), correlation analysis, Krasnoyarsk Territory

**Введение.** Картофель справедливо называют «вторым хлебом», потому что эта культура принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур мира [1].

Биологической особенностью картофеля является слаборазвитая корневая система и поэтому для накопления урожая картофель нуждается в достаточном количестве питательных веществ. При выращивании картофеля сельхозпроизводители учитывают в почве запасы питательных веществ и элементов питания, вносимых с удобрениями [2-4]. Выбор систем удобрений для получения высоких урожаев картофеля и сохранения агроэкосистемы является актуальной задачей в мире [5].

Для населения Сибирского региона картофель является востребованным продуктом питания и служит сырьем для

пищевой промышленности. Особенности выращивания культуры и хранения ее клубней оказывают существенное влияние на качество продукции картофелеводства [6-8].

Корреляционные связи в сельскохозяйственных науках при анализе результатов обработки данных, полученных на практике, позволяют приобрести дополнительные знания об исследуемых явлениях [9-10].

**Цель исследования:** анализ корреляционных связей в кормовом севообороте между системами удобрений и урожаем картофеля раннеспелого сорта Ред Скарлет в лесостепных условиях Сибири (АО «Березовское» Красноярского края).

**Задача исследования:** 1. Установить корреляционные связи между урожайностью раннеспелого сорта картофе-

ля Ред Скарлет и показателями применения удобрений по вариантам полевого опыта. 2. Рассмотреть результаты корреляционного анализа в системе: раннеспелый сорт картофеля (Ред Скарлет) – звено кормового севооборота – системы удобрений.

#### Объекты и методы исследования.

Объектом исследования является раннеспелый сорт картофеля Ред Скарлет, выращенный в лесостепных условиях Красноярского края.

Описание сорта: раннеспелый столовый сорт голландской селекции с хорошей урожайностью. Период созревания составляет 75 – 80 дней. Цвет кожуры – розовый; цвет мякоти – белый. Имеет нормальный вкус и среднюю развариваемость. Лежкость клубней – 96 %. Содержание крахмала – 11-16 %.

Почва – серая лесная, агрохимические показатели которой позволяют получать высокие урожаи картофеля: степень насыщенности основаниями высокая (76.9 %); обеспеченность подвижным фосфором высокая (24,5 мг на 100 г почвы); содержание обменного калия повышенное (16 мг на 100 г почвы). Среднее содержание гумуса без внесения удобрений (контроль) – 3,7 %.

Дисперсионный анализ позволяет получить статистические зависимости урожая раннеспелых сортов картофеля при использовании минеральной, органо-минеральной и органической систем удобрений.

Исследования выполнялись в 2014 – 2017 гг. в полевом опыте в АО «Березовское» Красноярского края.

Схема полевого опыта. Чередование культур в севообороте: 1. Вико-овсяная смесь на зеленый корм. 2. Картофель. 3. Ячмень. 4. Свекла.

Варианты полевого опыта: 1. контроль (без удобрений); 2. минеральная система удобрений: а) вико-овсяная смесь на зеленый корм –  $N_{60}K_{60}P_{60}$ , б) картофель –  $N_{180}K_{60}P_{240}$ , в) ячмень –  $N_{60}K_{60}P_{60}$ , г) свекла –  $N_{180}K_{60}P_{240}$ ; 3 – органо-минеральная система удобрений: а) вико-овсяная смесь на зеленый корм –  $N_{30}K_{30}P_{30}$  + последствие навоза, б) картофель – на-

воз ( $60 \text{ т/га}$ ) +  $N_{90}K_{30}P_{120}$ , в) ячмень –  $N_{30}K_{30}P_{120}$  + последствие навоза, г) свекла – навоз ( $30 \text{ т/га}$ ) +  $N_{90}K_{30}P_{120}$ ; 4 – органическая система удобрений: а) вико-овсяная смесь на зеленый корм – последствие навоза, б) картофель – навоз ( $60 \text{ т/га}$ ), в) ячмень (последствие навоза), свекла – навоз ( $60 \text{ т/га}$ ).

Размер делянок – 100 м<sup>2</sup>. Повторность – 4-кратная. Дозы удобрений рассчитывались на возмещение выноса при планируемой урожайности: вико-овсяной смеси (зеленая масса) – 200 ц/га, картофеля – 200 ц/га, ячменя – 30 ц/га, свеклы – 300 ц/га.

Все удобрения вносили весной. Органические удобрения вносили под вспашку; минеральные – культивацию. В качестве органических удобрений применяли полуперепревший навоз; минеральных удобрений – аммиачную селитру ( $N_{34}$ ), двойной суперфосфат ( $N_8P_{43}$ ), хлористый калий ( $K_2O = 60\%$ ).

В качестве программного обеспечения использовали пакет StatSoftSTATISTICA 8.0. Статистическую значимость влияния варианта удобрения и вида культуры на урожайность проверяли дисперсионным анализом (MaineffectANOVA). В качестве post hoc тестов для попарного сравнения индивидуальных средних использовали рекомендуемые современной литературой тест Шеффе (Scheffe's S test) и тест Тьюки (Tukey HSD test) (Midwayetal., 2020), а также не рекомендуемый, но популярный в русскоязычной сельскохозяйственной литературе тест НСР (Fisher's LSD test) [7, 9, 10].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Ранее исследователями были рассмотрены раннеспелые сорта картофеля и проявление корреляционных связей в системе севооборота – система удобрения – урожайность на примере раннеспелых сортов картофеля Пароли (суперранний сорт); Королева Анна, Изора, Красноярский ранний (раннеспелые сорта); Краса Мещеры, Лиляя (среднеранние), выращиваемые в Красноярской лесостепи и используемые в пищевой про-

мышленности [6, 8, 11].

В данной статье представлены результаты исследований авторов по влиянию на урожайность раннеспелого сорта картофеля Ред Скарлет разных систем

удобрений в кормовом севообороте.

Дисперсионный анализ показал, что статистически значимое влияние на урожайность оказал как фактор удобрения, так и фактор культуры (табл. 1).

**Таблица 1** – Результаты дисперсионного анализа влияния изучаемых факторов на урожайность

Фактор	Показатель силы влияния, %	Статистическая значимость эффекта, p
Система удобрения	25,83	0,003579
Культура	73,73	0,00019
Случайное варьирование	0,43	

Все post hoc тесты показали, что влияние фактора “система удобрений” заключается в отличии вариантов с удобрения-

ем от контроля, в то же время статистически значимых различий между системами удобрений не выявлено (табл. 2, 3, 4).

**Таблица 2** – Попарное сравнение вариантов опыта по средней по культурам урожайности с помощью теста Шеффе

Система удобрения	Контроль (без удобрений)	Минеральная система удобрений	Органо-минеральная система удобрений
Контроль (без удобрений)		0,00475	0,00794
Минеральная система удобрений	0,00475		нет
Органо-минеральная система удобрений	0,00794	нет	
Органическая система удобрений	0,008676	нет	нет

В таблице 2 числа в ячейках показывают статистическую значимость разли-

чий между вариантами.

**Таблица 3** – Попарное сравнение вариантов опыта по средней по культурам урожайности с помощью теста Тьюки

Система удобрения	Контроль (без удобрений)	Минеральная система удобрений	Органо-минеральная система удобрений
Контроль (без удобрений)		0,003813	0,006276
Минеральная система удобрений	0,003813		нет
Органо-минеральная система удобрений	0,006276	нет	
Органическая система удобрений	0,006847	нет	нет

В таблице 3 числа в ячейках показывают статистическую значимость разли-

чий между вариантами.

**Таблица 4** – Попарное сравнение вариантов опыта по средней по культурам урожайности с помощью теста НСР

Система удобрения	Контроль (без удобрений)	Минеральная система удобрений	Органо-минеральная система удобрений
Контроль (без удобрений)		0,001202	0,002019
Минеральная система удобрений	0,001202		нет
Органо-минеральная система удобрений	0,002019	нет	
Органическая система удобрений	0,002209	нет	нет

В таблице 4 числа в ячейках показывают статистическую значимость различий между вариантами.

Усреднённые данные по вариантам опыта и по культурам представлены на рисунках 1 и 2.

Коэффициент корреляции между урожайностью вико-овсяной смеси (предшественника) и картофеля в разных вариантах опыта равен  $r=0,997$ ; его статистическая значимость –  $p<0,01$ . Это говорит об однотипной реакции исследуемых культур на изученные системы удобрения.



Рисунок 1. Средняя по культурам урожайность в разных вариантах опыта; планки погрешностей показывают 95%-е доверительные интервалы для средних

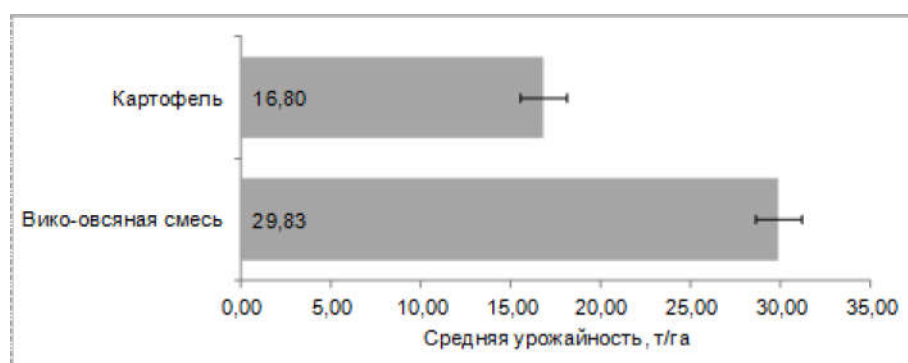


Рисунок 2. Средняя по вариантам опыта урожайность культур в звене севооборота (вико-овсяная смесь – картофель); планки погрешностей показывают 95%-е доверительные интервалы для средних

Ранговый дисперсионный анализ Фридмана показал, что, в среднем, в зве-

не севооборота (вико-овсяная смесь – картофель) максимальная абсолютная

прибавка урожая (11,3 т/га), в сравнении с контролем, наблюдается при использовании минеральной системы удобрений, на втором месте находится органо-минеральная система, на третьем месте – органическая система удобрений.

Значимость различий между системами удобрений в плане прибавки урожайности  $p < 0,05$  коэффициент конкордации равен 1,000.

Несколько меньшая эффективность органической системы удобрений объясняется более слабой доступностью азота навоза по сравнению с минеральными удобрениями.

**Заключение.** На серой лесной почве на фоне почвенного плодородия в лесостепных условиях Красноярского края на урожайность картофеля раннеспелого сорта картофеля Ред Скарлет статистически значимо ( $p < 0,001$ ) влияет система удобрений. Для раннеспелого сорта картофеля Ред Скарлет в качестве предшественника использовалась вико-овсяная смесь на зеленый корм. При использовании систем удобрений максимальную прибавку урожая картофеля дают минеральные удобрения, минимальную – органические удобрения. Меньшую прибавку урожая картофеля при использовании органических удобрений возможно объяснить меньшей доступностью азота навоза по сравнению с минеральными удобрениями.

#### Список источников

1. Анисимов Б.В. Картофелеводство России: производство, рынок, проблемы семеноводства // Совершенствование технологии возделывания картофеля. Пенза, 2000. С. 3-12.
2. Артюшин А.М., Дерюгин И.П., Кумокин А.Н., Ягодин Б.А. Удобрения в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Москва : Агропромиздат, 1991. 174 с.
3. Сухоиванов В.А. Влияние удобрений на рост и развитие растений картофеля и формирования урожая. Труды НИИ картофельного хозяйства. 1971. Вып. 8. С. 180-183.
4. Мудрых Н.М. Система применения удобрений в севообороте: учебно-методи-

ческое пособие. Пермь : Пермская ГСХА, 2015. 41 с.

5. Zgorska K. Wplyw warunkow w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakosci ziemniaka przeznaczonych do przetworstwa // Biul. Inst. Ziemn. 2000. № 213. Pp. 239–251

6. Demidenko G.A., Khizhnyak S.V., Tipsina N.N., Strupan E.A. and Szykh O.A. Effect of storage method on ascorbic acid content in potato // AGRITECH-V-2020 IOP Publishing IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 848 (2021) 012042.

doi : 10.1088/1755-1315/ 848/1/012042.

7. Midway S, Robertson M, Flinn S, Kaller M. Comparing multiple comparisons: practical guidance for choosing the best multiple comparisons test // Bioinformatics and Genomics. 2020. URL : <https://doi.org/10.7717/peerj.10387>

8. Демиденко Г.А., Хижняк С.В., Мучкина Е.Я. Качественная оценка клубней картофеля, как сырья для продуктов питания населения // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12. С. 267-274. doi: 10.36718/1819-4036-2021-12-267-274. EDN : KQUIDIW

9. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. Москва : Финансы и статистика, 1982. 344 с.

10. Хижняк С.В., Пучкова Е.П. Математические методы в агроэкологии и биологии: учеб. пособие. Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2019. 240 с.

11. Demidenko G.A., Turyginaand O.V., Martynova O.V. The quality of potato tubers and yield by using fertilizer systems // AGRITECH-VI-2021 IOP Publishing IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 981 (2022) 022059.

doi : 10.1088/1755-1315/ 981/2/0220598.

#### References

1. Anisimov B.V. Kartofelevodstvo Rossii: proizvodstvo, rynek, problemy semenovodstva. *Sovershenstvovanie tekhnologii vzdelyvaniya kartofelya*. Penza, 2000. Pp. 3-12 (In Russ.)
2. Artyushin A.M., Deryugin I.P., Kumoikin A.N., Yagodin B.A. Udobreniya v intensivnykh tekhnologiyah vzdelyvaniya sel'skhoz'yajstvennykh kul'tur. Moscow. Agropromizdat, 1991. 174p.
3. Suhoivanov V.A. Vliyanie udobrenij na rost i razvitie rastenij kartofelya i formirovaniya urozhaya. *Trudy NII kartofel'nogo hozyajstva*. 1971. Vyp. 8. Pp. 180-183.

4. Mudryh N.M. Sistema primeneniya udobrenij v sevooborote: uchebno - metodicheskoe posobie. Perm': Permskaya GSKHA, 2015. 41 s.

5. Zgorska K. Wplyw warunkow w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakosci ziemniaka przeznaczonych do przetworstwa / K. Zgorska. *Biul. Inst. Ziemn.* 2000. № 213. Pp. 239–251.

6. Demidenko G.A., Khizhnyak S.V., Tipsina N.N., Strupan E.A. and Sizykh O.A. Effekt of storage method on ascorbic acid content in potato. *AGRITECH-V-2020 IOP Publishing IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 848 (2021) 012042

doi : 10.1088/1755-1315/ 848/1/012042

7. Midway S., Robertson M., Flinn S., Kaller M. Comparing multiple comparisons: practical guidance for choosing the best multiple comparisons test. *Bioinformatics and Genomics.* 2020.

URL : <https://doi.org/10.7717/peerj.10387>

8. Demidenko G.A., Hizhnyak S.V., Muchkina E.Ya. Potato tubers qualitative evaluation as a raw material for food products of the population. *Vestnik KrasSAU.* 2021;12:267-274 (In Russ.)

9. Pollard Dzh. Spravochnik po vychislitel'nym metodam statistiki. Moscow. Finansy i statistika, 1982. 344 s.

10. Hizhnyak S.V., Puchkova E.P. Matematicheskie metody v agroekologii i biologii: ucheb. posobie. Krasnoyarsk : Krasnoyar. gos. agrar. un-t, 2019. 240 s. (In Russ.)

11. Demidenko G.A., Turygina O.V. and Martynova O.V. The quality of potato tubers and yield by using fertilizer systems. *AGRITECH-VI-2021 IOP Publishing IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 981 (2022) 022059. EDN : TUTIXN

#### Информация об авторах

**Галина Александровна Демиденко** – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ландшафтной архитектуры и ботаники, Институт агроэкологических технологий;

**Сергей Витальевич Хижняк** – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования, Институт агроэкологических технологий;

**Ольга Вячеславовна Турыгина** – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры и безопасности жизнедеятельности, Институт физической культуры, спорта и здоровья имени И.С. Ярыгина;

**Марина Анатольевна Худенко** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и ботаники. Институт агроэкологических технологий.

#### Information about the authors

**Galina A. Demidenko** – Doctor of Science (Biology), Professor, Head of the Chair of Landscape Architecture and Botany, Institute of Agroecological Technologies;

**Sergey V. Khizhnyak** – Doctor of Science (Biology), Professor, Chair of Ecology and Nature Management, Institute of Agroecological Technologies;

**Olga V. Turygina** – Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Chair of Biomedical Fundamentals of Physical Culture and Life Safety, Institute of Physical Culture, Sports and Health named after I.S. Yarygin;

**Marina A. Khudenko** – Candidate of Science (Agriculture), Senior lecturer, Chair of Landscape Architecture and Botany, Institute of Agroecological Technologies.

Статья поступила в редакцию 27.09.2022; одобрена после рецензирования 20.02.2023; принята к публикации 02.03.2023.

The article was submitted 27.09.2022; approved after reviewing 20.02.2023; accepted for publication 02.03.2023.