

Изучение площади листовой поверхности, содержания фотосинтетических пигментов в листьях и урожайности картофеля сорта Печорский на фоне различных доз минеральных удобрений

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цель исследований заключалась в определении влияния различных доз минеральных удобрений на урожайность клубней картофеля и проведение качественного анализа листьев на содержание в них основных фотосинтетических пигментов.

Методы. Исследования проведены в период с 2023 по 2025 года в селекционных питомниках размножения. Объектами для изучения были сорт картофеля Печорский и полевой опыт, представленный в пяти вариантах в четырехкратной повторности: без применения минеральных удобрений, с половинной, полной, полуторной и двойной дозах внесенных сложных комплексных гранулированных минеральных удобрений (нитроаммофоска) в качестве подкормки (30 г/м²) с отношением 16:16:16% д.в.

Результаты. В результате исследований доказана высокоинтенсивная отзывчивость картофеля сорта Печорский на внесение различных доз минеральных удобрений, что позволяет получить в опытных вариантах урожайность до 25,6–35,7 т/га, с высокими качественными характеристиками клубней (сухое вещество, крахмал), превышающих вариант без внесения удобрений. Отмечена тенденция к увеличению листового аппарата картофельных растений при внесении повышенных доз удобрений, что сказывается на процессе ассимиляции и, как следствие, может оказывать влияние на урожайность. Результат экономического анализа позволяет рекомендовать применение комплекса полных минеральных удобрений по схеме 1,5 NPK и 2,0 NPK, что обеспечивает получение продукции с высоким уровнем рентабельности в агроклиматических условиях Республики Коми.

Ключевые слова: картофель (*Solanum tuberosum* L.), сорт, урожайность, площадь листа, фотосинтетические пигменты, минеральные удобрения.

Для цитирования: Тулинов А.Г., Королева М.П. Изучение площади листовой поверхности, содержания фотосинтетических пигментов в листьях и урожайности картофеля сорта Печорский на фоне различных доз минеральных удобрений. *Аграрная наука*. 2026; 405(04): 86–93.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-405-04-86-93>

Study of leaf surface area, content of photosynthetic pigments in leaves and yield of Pechorsky potato variety under different doses of mineral fertilizers

ABSTRACT

Relevance. The objective of the study was to determine the effect of different rates of mineral fertilizers on tuber yield and to conduct a qualitative analysis of the leaves for their essential photosynthetic pigment content.

Methods. The study was conducted from 2023 to 2025 in breeding nurseries. The objects of study were the Pechorsky potato variety and a field experiment presented in five variants in fourfold replication: without the use of mineral fertilizers, with half, full, one and a half and double doses of applied complex granular mineral fertilizers (nitroammophoska) as top dressing (30 g/m²) with a ratio of 16:16:16% of the active substance.

Results. The research demonstrated the highly responsive nature of the Pechorsky potato variety to various doses of mineral fertilizers, enabling yields of up to 25.6–35.7 t/ha in experimental settings, with high-quality tuber characteristics (dry matter, starch), exceeding those of the unfertilized variety. A tendency toward increased foliar growth was noted with higher fertilizer doses, which affects the assimilation process and, consequently, may impact yield. The economic analysis recommends the use of a complete mineral fertilizer system with a 1.5 NPK and 2.0 NPK schedule, ensuring highly profitable production in the agroclimatic conditions of the Komi Republic.

Key words: potato (*Solanum tuberosum* L.), variety, yield, leaf area, photosynthetic pigments, mineral fertilizers.

For citation: Tulinov A.G., Koroleva M.P. Study of leaf surface area, content of photosynthetic pigments in leaves and yield of Pechorsky potato variety under different doses of mineral fertilizers. *Agrarian science*. 2026; 405(04): 86–93 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-405-04-86-93>

Введение/Introduction

Влияние сорта в формировании урожая картофеля может достигать до 70%, что говорит о его большой значимости при возделывании данной культуры¹. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, содержит сведения более чем о пятистах сортах картофеля и каждый год в него добавляются новые². Для Северного региона допущены в реестр и рекомендованы к выращиванию более пятидесяти сортов, один из которых, Печорский, выведен в 2025 году при непосредственном участии селекционеров Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Республика Коми, г. Сыктывкар) и Федерального исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха (Московская область, п.г.т. Коренево) [1, 2].

Новые перспективные сорта для республики должны обладать устойчивостью к био- и абиотическим факторам, экологической пластичностью и быть адаптированы к зональным условиям выращивания [3, 4]. При выведении новых сортов картофеля для региона необходимо учитывать комплекс факторов, складывающихся вследствие природно-климатических условий территории [5–8]. Агроклиматические особенности Республики Коми, такие как длинный световой день и «качество» света в период вегетации картофельных растений, достаточная влагообеспеченность при применении соответствующих агротехнических приемов, направленных на повышение плодородия почв, использование районированных сортов, способствуют получению качественного картофеля с достаточно высокой урожайностью.

Формирование урожая картофеля происходит вследствие сложных физиологических процессов. Сухая биомасса картофеля более чем на 90% является результатом фотосинтетической деятельности растений. Основной вклад в ассимиляцию вносят листья. Площадь листовой поверхности одного куста может достигать до 0,8–1,2 м² [9]. Урожайность культуры во многом зависит от скорости нарастания и размеров листовой поверхности. Кроме того, важно чтобы максимальная площадь листьев формировалась к началу клубнеобразования. Содержание в растениях фотосинтетических пигментов является одним из важнейших биохимических показателей реакции растения на условия выращивания и их изменение [10].

Изучение влияния агротехнологических приемов возделывания картофеля по косвенным признакам, характеризующим адаптивность различных генотипов к природно-климатическим условиям Севера, позволяет найти пути воздействия на

фотосинтетическую продуктивность растений и тем самым повысить урожайность культуры. Одним из таких приемов является внесение минеральных удобрений. В процессе роста и развития растения для формирования его листового аппарата необходимо обеспечить картофель такими макроэлементами, как азот и фосфор, что в дальнейшем влияет на формирование различных пигментов в листьях и на процесс фотосинтеза [11–14].

Целью работы является определение влияния различных доз минеральных удобрений на урожайность сорта картофеля Печорский и проведение качественного анализа его клубней и листьев на содержание в них основных фотосинтетических пигментов.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Полевой опыт проводили в период 2023–2025 гг. на экспериментальных участках, находящихся в системе шестипольного культурного севооборота Федерального исследовательского центра «Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук» — его структурного подразделения Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского (Республика Коми, г. Сыктывкар) по соответствующим методикам³.

Питомник изучения агротехники сорта картофеля Печорский, относящийся к среднеранней группе спелости со сроком формирования товарных клубней к 85-у дню, представлен пятью вариантами со схемой посадки 0,7х0,3 м, двурядковые деланки с количеством 25 клубней в рядке в четырехкратной повторности, площадь одной деланки 10,5 м² [1, 2]. Общая площадь опыта составила 210 м². Предшественник — однолетние травы (вика, овес). Агротехника возделывания картофеля общепринятая для Республики Коми без химических обработок против болезней и вредителей [15]. Учет ранней урожайности проводился на 65-й день от посадки, учет общей урожайности — сплошной поделяночный на 85-й день⁴. Доза внесенных сложных комплексных гранулированных минеральных удобрений — нитроаммофоска (АО Минудобрения, Россия) с отношением 16:16:16% д.в. — N₄₈P₄₈K₄₈. Удобрения внесены один раз в качестве дождевой подкормки (30 г/м²) с последующей заделкой.

Схема опыта по применению минеральных удобрений:

- 1) контроль (без внесения удобрений),
- 2) 0,5 NPK — N₂₄P₂₄K₂₄,
- 3) 1,0 NPK — N₄₈P₄₈K₄₈,
- 4) 1,5 NPK — N₇₂P₇₂K₇₂,
- 5) 2,0 NPK — N₉₆P₉₆K₉₆.

¹ Жевора С.В., Анисимов Б.В., Симаков Е.А. [и др.]. Картофель. Сортные ресурсы, современные агробиотехнологии, регламенты качества. Чебоксары: ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха. 2024; 164.

² Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех». 2024; 620.

³ Методические указания по технологии селекции картофеля. Москва: Россельхозакадемия. 1994; 22.

⁴ Симаков Е.А., Склярова Н.П., Яшина И.М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. Москва: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». 2006; 70.

Отбор образцов (листьев картофеля) для исследования осуществлялся в разные фенологические фазы:

полные всходы (25-й день от посадки),
бутионизация (35-й день от посадки),
начало цветения (45-й день от посадки),
полное цветение (55-й день от посадки),
формирование раннего урожая (65-й день от посадки).

Определение агрохимических свойств почвы проводили в соответствии с методами, используемыми при обследовании земельных участков⁵. Почва экспериментальных полей по зональному типу соответствует дерново-подзолистой, а по классификации механического состава — среднесуглинистая, с агрохимическими показателями в среднем за три года, представленными в таблице 1. Следует отметить, что несмотря на высокое содержание фосфора, он представлен преимущественно в труднодоступной для растений форме, что характерно для почв Северных регионов Российской Федерации, в том числе и Республики Коми. Недостаток указанного элемента питания в подвижной форме приводит к комплексному подходу внесения минеральных удобрений при возделывании картофеля, характеризующему региональные особенности почвы⁶.

Характеристика вегетационных периодов за 2023–2025 гг. по данным метеорологической станции «Сыктывкар» представлена в таблице 2.

Для статистической оценки и анализа полевых опытов использовали надстройку AgCSTAT (ВНИИО — филиал ФГБНУ ФНЦО, Россия) для Excel (США), адаптированную под дисперсионный анализ⁷. Расчет экономической эффективности технологии возделывания картофеля выполнен по соответствующим методикам^{8, 9}.

Лабораторные исследования проведены на базе Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Анализ нитратов в клубнях картофеля выполнен согласно МУ 5048-89¹⁰. Для определения концентрации хлорофиллов *a* и *b* готовили вытяжки из десяти листовых пластинок в 96%-ном растворе этанола. Спектрофотометрический анализ про-

Таблица 1. Характеристика опытного участка
Table 1. Characteristics of the experimental site

Показатель	Год исследований			В среднем
	2023	2024	2025	
Органическое вещество, %	5,6	5,0	6,8	5,8
pH _{сол.} , ед.	5,7	5,2	5,8	5,6
Hг, ммоль/100 г	2,6	2,9	2,9	2,8
P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	556,9	427,0	486,0	490,0
K ₂ O, мг/кг почвы	99,8	151,1	266,0	172,3
Обменный кальций, ммоль/100 г почвы	11,6	5,4	11,9	9,6
Обменный магний, ммоль/100 г почвы	2,0	1,4	3,5	2,3

водили с использованием прибора GENESYS 150 (США). Содержание хлорофилла *a* измеряли при длине волны 665 нм, хлорофилла *b* — 649 нм. Концентрация пигментов определялась по формулам Вернона (1–3)¹¹. Площадь поверхности листьев картофеля определялась методом высечек¹². Величина листового индекса (Leaf Area Index, LAI) определялась как отношение площади листьев растений к площади посадки картофеля.

Обработка статистических данных проводилась с использованием пакета программы Past 4.17 (Naturhistorisk museum — UiO, Норвегия).

$$C_{\text{хл. а}} = 13,70 \times D_{665} - 5,76 \times D_{649}, \quad (1)$$

$$C_{\text{хл. b}} = 25,80 \times D_{649} - 7,60 \times D_{665}, \quad (2)$$

$$C_{\text{хл. а + хл. b}} = 6,10 \times D_{665} + 20,04 \times D_{649}, \quad (3)$$

где: $C_{\text{хл. а}}$, $C_{\text{хл. b}}$, $C_{\text{хл. а + хл. b}}$ — соответственно концентрации хлорофиллов *a*, *b* и их суммы, мг/л; D — экспериментально полученные величины оптической плотности при соответствующих длинах волн.

Таблица 2. Характеристика вегетационного периода
Table 2. Characteristics of the growing season

Период (месяц)	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	ГТК	Продолжительность солнечного сияния, час
2023 г. / 2024 г. / 2025 г.				
Июнь	12,8 / 17,1 / 15,0	40 / 62 / 196	0,9 / 1,2 / 4,6	288 / 282 / 209
Июль	18,4 / 18,7 / 16,3	126 / 85 / 84	2,2 / 1,5 / 1,7	240 / 345 / 297
Август	16,2 / 14,9 / 15,9	24 / 52 / 84	0,2 / 1,1 / 1,7	255 / 163 / 221

⁵ Практикум по агрохимии: Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. Москва: Изд-во МГУ. 2001; 689.

⁶ Чеботарев Н.Т., Броварова О.В. Мелиоранты и минеральные удобрения как факторы повышения продуктивности агроценозов Европейского Севера. Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ. 2021; 96.

⁷ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 1985; 351.

⁸ Кокурин Т.П., Прохорова Н.Н. Методические указания по расчету экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ для условий Северо-Востока европейской части РФ. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока. 2008; 65.

⁹ Мухамадьяров Ф.Ф., Фигурин В.А., Ашихмин В.П., Коробицин С.Л., Кокурин Т.П., Халтурин В.С., Кодочигова В.В., Плетнев Н.А. Методическое пособие по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации. Киров: НИИСХ Северо-Востока. 1997; 62.

¹⁰ МУ 5048-89. Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства. Москва: Институт питания АМН СССР. 1989; 51.

¹¹ Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу: учебное пособие для студентов вузов. Москва: Издательский центр «Академия». 2003; 256.

¹² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Колос. 1968; 336.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Учет раннего урожая на 65-й день после посадки свидетельствует о влиянии применения минеральных удобрений на скороспелость (табл. 3). Наиболее интенсивно клубнеобразование и нарастание их массы наблюдалось в 4 варианте (1,5 NPK). Применение двойной дозы минеральных удобрений по сравнению с контролем повысило раннюю урожайность на 132,3% (+ 12,1 т/га), со стандартной технологией (1,0 NPK) — на 36,8% (+ 5,7 т/га) (НСР₀₅ — 3,4 т/га).

Учет урожая в период уборки показал, что достоверная прибавка урожайности в сравнении со стандартной технологией получена в вариантах применения минеральных удобрений в дозах 1,5 и 2,0 — 33,5–35,7 т/га (+ 25,5–33,7%) (НСР₀₅ — 5,2 т/га).

Следует отметить тот факт, что при повышении дозы минеральных удобрений на значение половинной нормы и, сравнивая попарно варианты 2 (0,5 NPK), 3 (1,0 NPK) и 4 (1,5 NPK), 5 (2,0 NPK) достоверного повышения урожайности клубней не отмечено. Возрастающие дозы удобрений приводили к незначительному повышению урожайности, что было в пределах ошибки опыта (НСР₀₅ — 5,2 т/га). При аналогичном сравнении вариантов 4, 5 с остальными вариантами отмечено статистически значимая прибавка урожайности.

Результаты лабораторных исследований по определению пигментов в листьях картофеля сорта Печорский представлены в таблице 4.

На 25-й день от посадки (фаза полных всходов) наибольшие значения площади поверхности листьев и содержания в них хлорофиллов *a* и *b* было у варианта 2,0 NPK — 3215,4 м²/га и 1,88 мг/г, соответственно. В контрольном варианте (без удобрений) значения площади листовой поверхности и суммы хлорофиллов *a* и *b* были самыми низкими из всех вариантов — 1871,6 м²/га и 1,50 мг/г.

По результатам анализов на 35-й день от посадки (фаза бутонизации), наибольший прирост площади поверхности листьев (увеличение в 3 раза в сравнении с 25-ым днем) наблюдался у вариантов 0,5 NPK и 1,5 NPK. Концентрация фотосинтетических пигментов в указанных вариантах достигла своего максимума за период наблюдений, как и у контрольного варианта.

Концентрация хлорофиллов *a* + *b* во всех вариантах увеличилась в среднем в 1,2 раза. Содержание хлорофилла в листьях является сортовым признаком. Ранние и среднеранние сорта отличаются более низким накоплением пигментов по сравнению со среднепоздними и поздними сортами. По литературным данным, максимум содержания хлорофиллов отмечается в фазу бутонизации (1,7 мг/г сырой массы)¹³.

В контрольном варианте опыта и вариантах 0,5 NPK, 1,5 NPK, 2,0 NPK максимальное содержание пигментов в листьях картофеля отмечено в период фаз бутонизация — начало цветения.

В фазе начала цветения (45-й день от посадки) листовая поверхность растений во всех вариантах продолжала увеличиваться, наибольший прирост

Таблица 3. Урожайность картофеля (в среднем за 2023–2025 гг.), т/га
Table 3. Potato yield (average for 2023–2025), t/ha

№ п/п	Варианты	Урожайность							
		на 65-й день				на 85-й день			
		т/га	± к контролю	в % к контролю	в % к общей	т/га	± к контролю	в % к контролю	в % к стандартной технологии
1	Контроль	9,1	–	100,0	49,0	18,6	–	100,0	69,7
2	0,5 NPK	12,9	+3,8	141,8	50,0	25,6	+7,0	137,6	95,9
3	1,0 NPK	15,5	+6,4	170,3	58,0	26,7	+8,1	143,5	100,0
4	1,5 NPK	15,7	+6,6	172,5	47,0	33,5	+14,9	180,1	125,5
5	2,0 NPK	21,2	+12,1	232,3	59,0	35,7	+17,1	191,9	133,7
	НСР ₀₅	3,4				5,2			

Таблица 4. Характеристика картофеля по содержанию фотосинтетических пигментов и площади поверхности листьев
Table 4. Characteristics of potatoes by content of photosynthetic pigments and leaf surface area

Вариант	25-й день (полные всходы)				35-й день (бутонизация)				45-й день (начало цветения)				55-й день (массовое цветение)				65-й день (формирование раннего урожая)			
	концентра- ция хло- рофилла, мг/г сырой массы		LAI ¹		концентра- ция хло- рофилла, мг/г сырой массы		LAI		концен- трация хлорофилла, мг/г сырой массы		LAI		концентра- ция хло- рофилла, мг/г сырой массы		LAI		концентра- ция хло- рофилла, мг/г сырой массы		LAI	
	<i>a</i> <i>b</i>				<i>a</i> <i>b</i>				<i>a</i> <i>b</i>				<i>a</i> <i>b</i>				<i>a</i> <i>b</i>			
	мг/г сырой массы		м ² /га		мг/г сырой массы		м ² /га		мг/г сырой массы		м ² /га		мг/г сырой массы		м ² /га		мг/г сырой массы		м ² /га	
контроль	1,05	0,45	0,19	1871,6	1,40	0,58	0,40	3928,6	1,33	0,56	1,16	11564,6	1,26	0,49	1,14	11428,6	1,34	0,54	1,05	10539,7
0,5 NPK	1,24	0,51	0,25	2541,1	1,43	0,59	0,75	7500,0	1,07	0,49	0,95	9523,8	1,31	0,55	2,21	22087,9	1,31	0,52	2,37	23738,1
1,0 NPK	1,04	0,47	0,27	2714,3	1,28	0,52	0,48	4761,9	1,44	0,61	0,97	9682,5	1,55	0,59	2,19	21913,4	1,26	0,51	2,24	22428,6
1,5 NPK	1,12	0,47	0,25	2450,2	1,57	0,63	0,86	8571,4	1,33	0,54	1,35	13469,4	1,28	0,54	1,88	18825,4	1,38	0,52	3,52	35206,3
2,0 NPK	1,32	0,56	0,32	3215,4	1,45	0,59	0,70	6984,1	1,47	0,60	1,54	15384,6	1,45	0,58	1,83	18263,7	1,23	0,49	2,46	24563,5

Примечание: ¹LAI — листовой индекс, показывающий какая площадь листьев растений приходится на единицу площади посадки картофеля

¹³ Макаров А.М., Головкин Т.К., Табаленкова Г.Н. Морфофизиология клубнеобразующих растений. Санкт-Петербург: Наука. 2001; 208.

(в 3 раза) наблюдался у контрольного варианта. Вариант 2,0 NPK по суммарному содержанию хлорофилла в листьях достиг максимума, также, как и по приросту площади поверхности листьев (рис. 1).

На 55-й день от посадки (фаза полного цветения) в варианте 1,0 NPK суммарное содержание хлорофиллов *a* + *b* достигло своих максимальных значений, при этом прирост площади листьев увеличился в 2,3 раза (в сравнении с 45-ым днем) — максимально за период наблюдений. В контроле и вариантах 1,5 NPK, 2,0 NPK установлено снижение концентрации пигментов, а в вариантах 0,5 NPK, 1,0 NPK их увеличение. Колебания концентрации хлорофилла в листьях могут вызывать погодные условия. Существенное влияние оказывает водный режим, как избыточное, так и недостаточное увлажнение почвы [16]. За время отбора образцов были периоды с неблагоприятными агроклиматическими условиями, в том числе избыточным увлажнением почвы, что могло вызывать колебания концентрации пигментов в листьях.

В варианте 2,0 NPK, у которого максимальная концентрация пигментов отмечена на 45-й день от посадки, содержание хлорофиллов *a* и *b* на 35-й и 55-й день было практически на уровне максимальных значений, что обеспечивало продуктивную работу пигментного комплекса растений на протяжении периода бутонизация — цветение (рис. 2).

На 65-й день от посадки на стадии формирования раннего урожая клубней площади поверхности листьев у всех вариантов продолжали нарастать, за исключением контрольного варианта, где наблюдалось снижение. По отношению к предыдущему учету, площадь листовой поверхности в среднем по всем вариантам увеличилась на 25%.

За период учетов в сырых листьях картофеля суммарное содержание хлорофиллов *a* и *b* в среднем по вариантам опыта составило: контроль — 1,80 мг/г; 0,5 NPK — 1,80 мг/г; 1,0 NPK — 1,86 мг/г; 1,5 NPK — 1,88 мг/г; 2,0 NPK — 1,95 мг/г.

Для продуктивности посадок картофеля определяющее значение имеет продолжительность работы ассимилирующей поверхности, когда ее размеры достигают примерно 3 м²/м² [17]. Максимальное значение листового индекса (LAI) было у варианта 1,5 NPK на 65-й день от посадки и составило 3,50. В остальных вариантах значения LAI находилось в пределах 2,20–2,50, в контрольном варианте — 1,05.

Полученные данные площади листовой поверхности картофеля при различных дозах внесения минеральных удобрений были ранжированы по порядку возрастания для каждого дня учета (рис. 3).

Сопоставление рангов площади поверхности листьев картофеля на разных фазах развития растений не выявило между ними статистически значимых различий (критерий Краскала–Уоллиса) в зависимости от дозы удобрений ($p = 0,0517$), однако сопоставление медиан рангов

Рис. 1. Динамика изменений площади поверхности листьев картофеля при разных дозах удобрений

Fig. 1. Dynamics of potato leaf surface area under different fertilizer doses

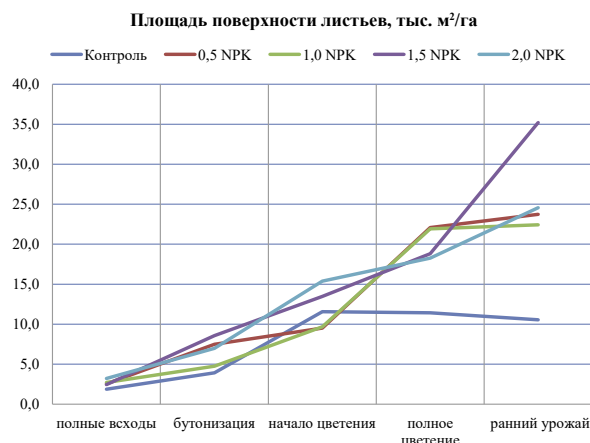


Рис. 2. Динамика суммарной концентрации хлорофиллов *a* + *b* в листьях картофеля в разные фенологические фазы

Fig. 2. Dynamics of the total concentration of chlorophylls *a* + *b* in potato leaves in different phenological phases

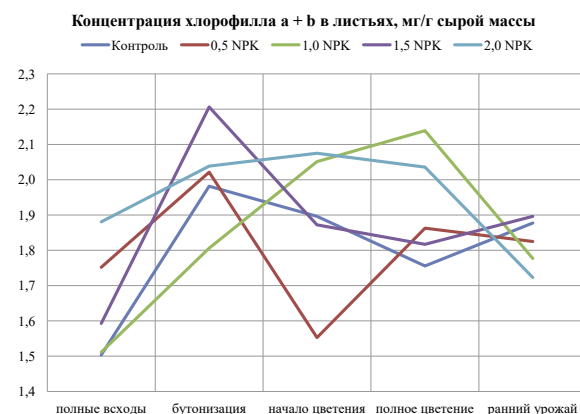
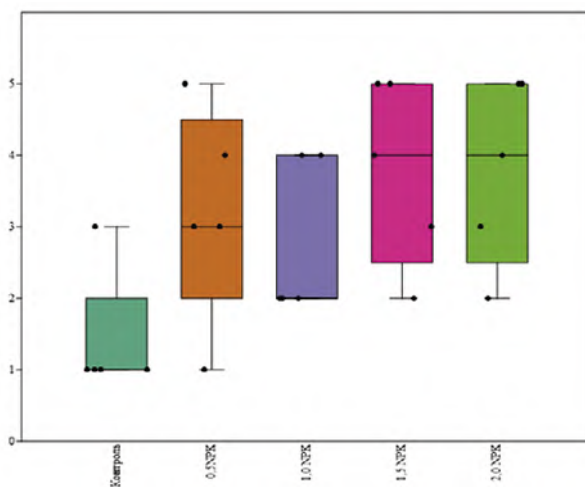


Рис. 3. Распределение рангов площади поверхности листьев картофеля при разных дозах удобрений

Fig. 3. Distribution of potato leaf surface area ranks under different fertilizer doses



(контроль — 1; 0,5 NPK — 3; 1,0 NPK — 2; 1,5 NPK — 4; 2,0 NPK — 4) позволяет говорить о тенденции к увеличению листового аппарата картофельных растений при внесении повышенных доз удобрений, что сказывается на процессе ассимиляции и, как следствие, увеличение урожайности [18].

Были проведены исследования качественных показателей клубней картофеля сорта Печорский (табл. 5). Содержание сухого вещества в клубнях составило от 19,5% (контроль) до 21,3% (2,0 NPK), в варианте с применением полной дозы минеральных удобрений 1,0 NPK — 20,4%.

Увеличение продуктивности надземной массы растений картофеля позволило получить и высокое значение такого параметра, как крахмалистость клубней, которое колебалось от 10,8% в контроле до 13,0% при внесении полуторной дозы минеральных удобрений (HCP_{05} — 1,1%) [19].

Результаты исследований по влиянию уровня минерального питания на содержание витамина С в клубнях картофеля сорта Печорский показали, что повышение доз полного минерального удобрения, особенно избыточных азотных и калийных составляющих, снижает его содержание. Так, в вариантах 4 (1,5 NPK) и 5 (2,0 NPK) по сравнению с контролем разница содержания в клубнях картофеля витамина С составила 6,3 мг% (HCP_{05} — 1,7 мг%).

Концентрация нитратов в клубнях увеличивалась при повышении доз удобрений и изменялась в пределах от 51,0 до 94,0 мг/кг и во всех вариантах опыта не превышала разрешенного в Российской Федерации уровня ПДК, равного 250 мг/кг сырых клубней.

По результатам исследований проведен расчет экономической эффективности, представленный в таблице 6.

Совокупные затраты средств на выращивание картофеля в контроле составили 169,9 тыс. руб./га, в опытных вариантах 178,7–190,9 тыс. руб./га, что на 8,8–21,0 тыс. руб./га больше. Выручка от реализации урожая в контроле — 92,4 тыс. руб./га. В лучшем 5 опытном варианте (2,0 NPK) — 312,5 тыс. руб./га, т.е. на 220,1 тыс. руб./га больше, чем в контроле и на 118,0 тыс. руб./га выше, чем в 3 варианте с внесением NPK в дозе 1,0.

При внесении минеральных удобрений в двойной дозе уровень рентабельности, определяемый отношением условной прибыли к условным затратам, выраженный в процентах, составил 163,7% при прибыли 312,5 тыс. руб./га, что больше по сравнению с контролем более, чем в три раза, а со стандартной технологией (1,0 NPK) в полтора раза. Применение минеральных удобрений позволяет значительно снизить себестоимость продукции в сравнении с контрольным вариантом на

Таблица 5. Химический состав клубней картофеля

Table 5. Chemical composition of potato tubers

№ п/п	Варианты	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг	Витамин С, мг %
1	Контроль	19,5	10,8	51,0	22,4
2	0,5 NPK	19,9	10,9	61,0	21,9
3	1,0 NPK	20,4	11,4	61,0	19,5
4	1,5 NPK	20,1	13,0	64,0	16,1
5	2,0 NPK	21,3	12,7	94,0	16,1
	HCP_{05}	1,8	1,1	5,9	1,7

Таблица 6. Экономическая эффективность технологии выращивания картофеля сорта Печорский

Table 6. Economic efficiency of the technology for growing Pechorsky potato variety

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Условные затраты, тыс. руб./га	Условная стоимость продукции, тыс. руб./га	Условная прибыль, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость продукции, тыс. руб./т
1	Контроль	18,6	169,9	262,3	92,4	54,4	9,1
2	0,5 NPK	25,6	178,7	361,0	182,3	102,0	7,0
3	1,0 NPK	26,7	182,0	376,5	194,5	106,9	6,8
4	1,5 NPK	33,5	186,4	472,4	286,0	153,4	5,6
5	2,0 NPK	35,7	190,9	503,4	312,5	163,7	5,3

2,1–3,8 тыс. руб./т или в процентном отношении на 23–42%.

Выводы/Conclusions

В результате исследований доказана высокоинтенсивная отзывчивость картофеля сорта Печорский на внесение различных доз минеральных удобрений, что позволяет получить в опытных вариантах урожайность до 25,6–35,7 т/га, с высокими качественными характеристиками клубней (сухое вещество, крахмал), превышающих вариант без внесения удобрений.

Отмечена тенденция к увеличению листового аппарата картофельных растений при внесении повышенных доз удобрений, что сказывается на процессе ассимиляции и, как следствие, может оказывать влияние на урожайность.

Результат экономического анализа позволяет рекомендовать применение комплекса полных минеральных удобрений по схеме 1,5 NPK и 2,0 NPK, что обеспечивает получение продукции с высоким уровнем рентабельности в агроклиматических условиях Республики Коми.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования проведены по государственному заданию № FUUU-2026-0010 (регистрационный № 1023032700219-2-4.1.6) при финансовой поддержке Минобрнауки РФ.

FUNDING

The research was conducted under state assignment No. FUUU-2026-0010 (registration No. 1023032700219-2-4.1.6) with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Тулинов А.Г., Лобанов А.Ю. Оценка новых сортов и гибридов картофеля на экологическую пластичность. *Пермский аграрный вестник*. 2022; (2): 85–90. https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_38_85
- Тулинов А.Г. Перспективный гибрид картофеля продовольственного назначения для Республики Коми. *Пермский аграрный вестник*. 2023; (3): 53–61. EDN KNOVXL
- Котова З.П., Евдокимова З.З., Калашник М.В., Головина Л.Н., Челнокова В.В. Подбор перспективных гибридов картофеля по параметрам их адаптивности для условий Европейского Севера. *Аграрный вестник Урала*. 2019; (7): 26–32. https://doi.org/10.32417/article_5d52af44264156.24918284
- Глаз Н.В., Васильев А.А., Дергилева Т.Т., Мушинский А.А. Оценка экологической пластичности среднеранних и среднеспелых сортов картофеля. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2019; (1): 10–19. <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-11002>
- Щербак А.С. Агроклиматические районы и урожайность сельскохозяйственных культур в изменяющихся условиях регионального климата. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 16(1): 142–147. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-142-147>
- Гуреева Ю.А., Батов А.С., Березовская А.Г., Кондратьева И.В. Селекция сортов картофеля различного целевого назначения в условиях лесостепи Новосибирского Приобья. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2024; (4): 45–53. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-73-4-45-53>
- Гаджиев Н.М., Лебедева В.А., Комаров А.А. Испытание сортов картофеля российской селекции в условиях Ленинградской области. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2024; 113: 95–99. EDN DIJCOF
- Яковлева Н.С., Охлопкова П.П., Ефремова С.П. Селекция картофеля в условиях Якутии. *Аграрная наука*. 2021; (1): 81–84. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-81-84>
- Байбулатов Т.С., Хамхоев Б.И., Цуров М.Т. Обработка клубней картофеля стимуляторами роста при посадке способствует получению раннего урожая. *Аграрная наука*. 2023; (7): 102–106. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-102-106>
- Бакунов А.Л., Милехин А.В., Рубцов С.Л., Шевченко С.Н. Содержание фотосинтетических пигментов как косвенный признак устойчивости сортов картофеля к высоким температурам воздуха и недостаточному увлажнению. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; (2): 8–13. EDN KAONRH
- Захарова М.Н., Рожкова Л.В., Ушакова Е.Ю. Формирование семенного материала картофеля сорта Евпаты с использованием различных доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы. *Аграрная наука*. 2022; (5): 78–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-78-81>
- Завьялова Н.Е., Шишков Д.Г., Иванова О.В. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность и показатели качества клубней картофеля. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023; 24(3): 409–416. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.409-416>
- Куаналиева М.К., Калиева Т.К., Сарсенгалиев Р.С. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество раннего картофеля в условиях Западно-Казахстанской области. *Пермский аграрный вестник*. 2022; (1): 50–57. https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_37_50
- Чеботарев Н.Т., Броварова О.В. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на продуктивность агроценозов Европейского Северо-Востока. *Аграрная наука*. 2022; (5): 87–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-87-92>
- Тулинов А.Г., Лобанов А.Ю. Результаты испытания гибридов картофеля селекционных питомников в условиях Республики Коми. *Аграрная наука*. 2021; (7–8): 85–88. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-85-88>
- Икоева Л.П. Реакция фотосинтетических пигментов и урожайности картофеля разных сортов на листовую обработку препаратами. *Аграрный вестник Урала*. 2025; (3): 371–380. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-371-380>
- Шашкаров Л.Г., Самаркин А.А., Мифодьев Г.А. Формирование ассимиляционной поверхности листьев картофеля в зависимости от глубины посадки клубней и способа предпосадочной подготовки клубней к посадке. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019; 14(2): 68–71. https://doi.org/10.12737/article_5d3e16a104fed3.42056583

REFERENCES

- Tulinov A.G., Lobanov A.Yu. Environmental plasticity evaluation of new potato varieties and hybrids. *Perm Agrarian journal*. 2022; (2): 85–90 (in Russian). https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_38_85
- Tulinov A.G. A promising potato hybrid for food industry for the Komi Republic. *Perm Agrarian journal*. 2023; (3): 53–61 (in Russian). EDN KNOVXL
- Kotova Z.P., Evdokimova Z.Z., Kalashnik M.V., Golovina L.N., Chelnokova V.V. Perspective potato hybrids selection by their adaptability factors in the European North conditions. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019; (7): 26–32 (in Russian). https://doi.org/10.32417/article_5d52af44264156.24918284
- Glaz N.V., Vasiliev A.A., Dergileva T.T., Mushinskiy A.A. Middle-early and mid-ripening varieties of potato: environmental assessment of flexibility. *Far East agrarian herald*. 2019; (1): 10–19 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-11002>
- Scherbakova A.S. Agroclimatic zones and yield of agricultural crops in the changing conditions of regional climate. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2021; 16(1): 142–147 (in Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-142-147>
- Gureeva Yu.A., Batov A.S., Berезovskaya A.G., Kondratieva I.V. Selection of potato varieties of various target areas in the conditions of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2024; (4): 45–53 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-73-4-45-53>
- Gadzhiev N.M., Lebedeva V.A., Komarov A.A. Evaluation of some Russian potato varieties in conditions of Leningrad region. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2024; 113: 95–99 (in Russian). EDN DIJCOF
- Yakovleva N.S., Okhlopova P.P., Efremova S.P. Potato breeding in Yakutia. *Agrarian science*. 2021; (1): 81–84 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-81-84>
- Baibulatonov T.S., Khamkhoev B.I., Tsurov M.T. The treatment of potato tubers with growth stimulants during planting contributes to an early harvest. *Agrarian science*. 2023; (7): 102–106 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-102-106>
- Bakunov A.L., Milekhin A.V., Rubtsov S.L., Shevchenko S.N. Photosynthetic pigment content as a consequential resistance sign of potato varieties to high temperature and moisture lack. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2020; (2): 8–13 (in Russian). EDN KAONRH
- Zakharova M.N., Rozhkova L.V., Ushakova E.Y. Formation of potato seed of Evpatiy variety with the use of different doses of mineral fertilizers and timings of top mowing. *Agrarian science*. 2022; (5): 78–81 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-78-81>
- Zavyalova N.E., Shishkov D.G., Ivanova O.V. The effect of increasing rates of mineral fertilizers on the yield and quality parameters of potato tubers. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2023; 24(3): 409–416 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.409-416>
- Kuanaliyeva M.K., Kaliyeva L.T., Sarsengaliyev R.S. Effect of different doses of mineral fertilizers on yield and quality of early potatoes in West Kazakhstan region. *Perm Agrarian journal*. 2022; (1): 50–57 (in Russian). https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_37_50
- Chebotarev N.T., Brovarova O.V. The effect of long-term use of organic and mineral fertilizers on the productivity of agroecosystems of the European Northeast. *Agrarian science*. 2022; (5): 87–92 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-87-92>
- Tulinov A.G., Lobanov A.Yu. Results of testing potato hybrids in breeding nurseries in the Komi Republic. *Agrarian science*. 2021; (7–8): 85–88 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-85-88>
- Ikoeva L.P. Response of photosynthetic pigments and yield of different potato varieties to foliar treatment with preparations. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; (3): 371–380 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-371-380>
- Shashkarov L.G., Samarkin A.A., Mefod'ev G.A. Formation of the assimilation surface of potato leaves, depending on seeding depth of tubers and pre-sowing treatment methods. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2019; 14(2): 68–71 (in Russian). https://doi.org/10.12737/article_5d3e16a104fed3.42056583

18. Балиук Н.В., Ламан Н.А., Калацкая Ж.Н. Физиолого-биохимические особенности реализации адаптивного потенциала клонально микроразмноженных растений картофеля при их обработке иммуностимуляторами. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук*. 2024; 69(1): 15–24. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2024-69-1-15-24>

19. Кучер Д.Е., Кой К., Пивень Н.П., Введенский В.В., Шуравилин А.В. Накопление биомассы картофеля и формирование его урожайности в зависимости от технологии возделывания, удобрений и сортов на серых лесных почвах Московской области. *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. 2019; (3): 7–10. <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2019-41-3-7-10>

ОБ АВТОРАХ

Алексей Геннадьевич Тулинов

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
toolalgen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7184-6113>

Мария Петровна Королева

младший научный сотрудник
maria.koroliowa@mail.ru

Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми
научного центра Уральского отделения Российской
академии наук,
ул. Ручейная, 27, Сыктывкар, Республика Коми, 167023,
Россия

18. Baliuk N.V., Laman N.A., Kalatskaja J.N. Physiological and biochemical features of implementation of the adaptive potential of clonally micropropagated potato plants using immunostimulants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*. 2024; 69(1): 15–24 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2024-69-1-15-24>

19. Kucher D.E., Coy K., Piven N.P., Vvedensky V.V., Shuravilin A.V. Effect of cultivation technology, fertilizers and varieties on potato biomass and yield when grown on gray forest soils in Moscow region. *Theoretical and applied problems of agro-industry*. 2019; (3): 7–10 (in Russian). <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2019-41-3-7-10>

ABOUT THE AUTHORS

Aleksei Gennad'evich Tulinov

Candidate of Agricultural Sciences, Researcher
toolalgen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7184-6113>

Maria Petrovna Koroleva

Junior Researcher
maria.koroliowa@mail.ru

A.V. Zhuravsky Institute of Agro-Biotechnologies of Komi
Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of
Sciences,
27 Rucheynaya st., Syktyvkar, Komi Republic, 167023,
Russia

17 - 19 СЕНТЯБРЯ 2026

МВЦ «МинводЫЭКСПО»
г. Минеральные Воды

PRO ОЗЕЛЕНЕНИЕ & РАСТЕНИЯ

Международная выставка
декоративного питомниководства
и зелёных технологий

2 500+ м²

Выставочной
площади

100+

Компаний-
участников

1 500

Профессионалов
отрасли

10+

Стран
участниц

15+

Мероприятий

80+

Топ-спикеров



Реклама