 © Авторы статьи / Authors of the article

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО/GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10 EDN: LLLYVX

ВЛИЯНИЕ ДЕЙСТВИЯ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАУРАЛЬЯ

Научная статья

Шабалин Е.В.[1], Миллер С.С.[2], Рыбачук О.В.[3], Дёмин Е.А.[4, *]
[2] ORCID : 0000-0002-2406-0142;
[4] ORCID : 0000-0003-2542-3678;
[1, 2, 3, 4] Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (gambitn2013[at]yandex.ru)

Предложена: 01.10.2026; Принята: 02.11.2026; Опубликована: 19.11.2026

Аннотация

Продовольственная безопасность населения — одна из первостепенных задач современного сельского хозяйства, которая обеспечивается за счет внедрения новых технологий и применения различных средств химизации и удобрений. В условиях перехода АПК к получению органической продукции применение органических удобрений, к которым относится помет, является перспективным направлением. Цель исследования — установить влияние различных доз птичьего помета на агрохимические свойства серой лесной осолоделой почвы и урожайность яровой пшеницы в условиях подтаежной зоны Зауралья. Исследования по изучению действия и последействия птичьего помета на динамику питательных веществ в почве и урожайность яровой пшеницы проводили в 2024–2026 гг. зернопаровом севообороте. Схема опыта предусматривала изучение двух доз птичьего помета 30 и 60 т/га в качестве контроля был использован участок без применения удобрений. Агротехника в опыте традиционная для подтаежной зоны. Органические удобрения вносили осенью под основную отвальную обработку почвы. Отбор почвенных проб проводили перед закладкой опыта, а также ежегодно перед посевом и после уборки культуры в трехкратной повторности. В образцах почвы определяли нитратный азот, подвижный фосфор и калий, обменную и актуальную кислотность. Урожайность учитывали методом сплошной уборки. Внесение помета обеспечило значительное повышение содержания нитратов в почве перед посевом в первый год: до 26,3 мг/кг при дозе 30 т/га и до 37,3 мг/кг — при 60 т/га (контроль — 7,2 мг/кг). Содержание подвижного фосфора возросло до 20,0 и 35,6 мг/кг соответственно, а калия — до 73,4 и 91,7 мг/кг. Во второй год последействия концентрация питательных элементов оставалась достоверно выше контроля: азот — 15,4–18,6 мг/кг, фосфор — 16,1–25,2 мг/кг, калий — 68,4–81,4 мг/кг. Урожайность яровой пшеницы в первый год возросла на 2,1–2,4 т/га, в период последействия — 0,7–0,9 т/га в сравнении с контролем.

Ключевые слова: органические удобрения, птичий помет, динамика питательных веществ, нитратный азот, фосфор подвижный, калий подвижный, урожайность зерна.

THE INFLUENCE OF THE IMMEDIATE AND RESIDUAL EFFECTS OF ORGANIC FERTILISERS ON SOIL NUTRIENT DYNAMICS AND SPRING WHEAT YIELD IN THE SUB-TAIGA ZONE OF THE TRANS-URALS

Research article

Shabalin Y.V.[1], Miller S.S.[2], Ribachuk O.V.[3], Dyomin Y.A.[4, *]
[2] ORCID : 0000-0002-2406-0142;
[4] ORCID : 0000-0003-2542-3678;
[1, 2, 3, 4] Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

* Corresponding author (gambitn2013[at]yandex.ru)

Suggested: 01.10.2026; Accepted: 02.11.2026; Published: 19.11.2026

Abstract

Food security for the population is one of the primary objectives of modern agriculture, which is achieved through the introduction of new technologies and the use of various chemical treatments and fertilisers. As the agro-industrial complex transitions towards organic production, the use of organic fertilisers, which include poultry manure, represents a promising direction. The aim of the study is to determine the effect of various doses of poultry manure on the agrochemical properties of grey forest solodic soil and the yield of spring wheat in the sub-taiga zone of the Trans-Urals. Studies on the effects and after-effects of poultry manure on soil nutrient dynamics and spring wheat yield were conducted in 2024–2026 within a grain fallow crop rotation. The experimental design involved testing two rates of bird manure (30 and 60 t/ha), with a plot without fertiliser application serving as the control. The agronomic practices used in the experiment were those typical of the sub-taiga zone. Organic fertilisers were applied in the autumn during primary ploughing. Soil samples were taken prior to setting up the experiment, as well as annually before sowing and after harvest, with three replicates. The soil samples were analysed for nitrate nitrogen, available phosphorus and potassium, as well as exchangeable and current acidity. Yields were assessed using the continuous harvest method. The application of manure resulted in a significant increase in soil nitrate content before sowing in the first year: up to 26.3 mg/kg at a rate of 30 t/ha and up to 37.3 mg/kg at 60 t/ha (control: 7.2 mg/kg). The content

 © Авторы статьи / Authors of the article

of available phosphorus increased to 20.0 and 35.6 mg/kg respectively, and potassium to 73.4 and 91.7 mg/kg. In the second year following application, the concentration of nutrients remained significantly higher than the control: nitrogen — 15.4–18.6 mg/kg, phosphorus — 16.1–25.2 mg/kg, and potassium — 68.4–81.4 mg/kg. The yield of spring wheat increased by 2.1–2.4 t/ha in the first year and by 0.7–0.9 t/ha during the post-treatment period, compared with the control.

Keywords: organic fertilisers, poultry manure, nutrient dynamics, nitrate nitrogen, available phosphorus, available potassium, grain yield.

Введение

Продовольственная независимость страны является первостепенной задачей современного агропромышленного комплекса России [1]. Для выполнения этой задачи аграрии активно развиваются и постоянно внедряют современные технологические приемы обработки почвы, применяют различные виды удобрений, как в минеральной, так и органической форме [2], [3]. Однако важным остается обеспечение товаропроизводителей удобрениями местного происхождения, особенно это касается органических форм, которые требуются в высоких дозах, что обеспечивает снижение затрат за счет сокращения логистических операций [4]. В Тюменской области местные ресурсы органических удобрений достаточно разнообразны и имеются высокие запасы торфа, сапропеля, а также высокое количество навоза и помета [5]. Органические удобрения имеют ряд существенных преимуществ перед минеральными формами. Первое — это длительное пролонгированное высвобождение питательных веществ, что снижает потребность в применении минеральных удобрений несколько лет [6], [7]. Второе — дополнительное поступление в почву органического вещества, что способствует улучшению агрофизических и водно-физических свойств почвы [8]. Несмотря на это, применение удобрений связано с некоторыми проблемами, такими как поступление в почву семян сорняков [9]. Органичными временными рамками применения и структурой посевных площадей, под которые их можно использовать, а также высокими энергетическими и финансовыми затратами на их применение из-за высокого объема [10]. Однако современный тренд на получение органической продукции и продукции с улучшенными характеристиками ставит перед товаропроизводителями условия на снижение использования агрохимикатов и минеральных форм удобрений [11].

Одним из наиболее перспективных органических удобрений является птичий помет, который в своем составе содержит высокое количество питательных веществ, способных закрывать потребность растений, и органического углерода, способного депонироваться в почве и снижать интенсивность изменения климата. В Тюменской области ежегодно образуется порядка 432 тыс. тонн помета, что при рекомендованной средней дозе внесения в 30 т/га способно обеспечивать посевные площади в удобрениях на уровне 15000 га [12]. Исследователи отмечают, что применение птичьего помета обеспечивает улучшение агрохимического состава почвы на следующий год после внесения [13]. Однако внесение этого удобрения рекомендуется проводить лишь в паровые поля и под пропашные культуры, а не под зерновые, так как избыточное количество азота может в первый год внесения негативно сказаться на развитии культуры, ее полегании, удлинению периода вегетации, а также при высоких дозах приводить к токсическому эффекту. Как показывают ряд исследователей, рациональное применение птичьего помета с учетом научных рекомендаций обеспечивает во второй год исследований значительную прибавку в урожае зерна яровой пшеницы, которая достигает от 22 до 48% в зависимости от применяемых доз и почвенно-климатических условий [14]. Таким образом, для понимания рациональной дозы птичьего помета способного обеспечивать значительную прибавку в урожае необходимо проведение исследований в различных почвенных и климатических условиях.

Цель исследования — установить влияние различных доз птичьего помета на агрохимические свойства серой лесной осолоделой почвы и урожайность яровой пшеницы в условиях подтаежной зоны Зауралья.

Методы и принципы исследования

Исследование проводили в 2024–2025 гг. на территории хозяйства ИП «Глава К(Ф)Х Шабалин», расположенного в Нижнетавдинском районе Тюменской области. Почвенный покров представлен серой лесной осолоделой почвой. Схема опыта предусматривала внесение органических удобрений (куриного помета) в паровое поле в дозах 30 и 60 т/га с применением разбрасывателя органических удобрений РОУМ-20 в первой декаде сентября. В качестве контроля использовался участок без применения удобрений. Исследование проводили в зернопаровом севообороте (черный пар, яровая пшеница, яровая пшеница). Осенью после внесения органических удобрений проводили отвальную обработку почвы на глубину 18–20 см. Перед внесением удобрений (2024 г.) отбирали пробы куриного помета и почвы с исследуемого участка. В 2025–2026 гг. перед посевом и после уборки яровой пшеницы проводили отбор проб почвы агрохимическим щупом на глубину 0–20 см в трехкратном повторении на каждом варианте из 50 точечных проб. В отобранных образцах почвы в лабораторных условиях на базе Центра фундаментальных и прикладных агробиотехнологий определяли основные агрохимические и физико-химические свойства почвы по следующим аттестованным методикам:

– подвижный фосфор (ГОСТ 26204);
– подвижный калий (ГОСТ 26204);
– нитратный азот (ГОСТ 26951);
– обменная кислотность (ГОСТ 26483);
– актуальная кислотность (ГОСТ 26423).

В образцах органических удобрений определяли основные питательные вещества по следующим методикам:

– влага и сухой остаток (ГОСТ 26713);
– содержание органического углерода (ГОСТ 26714);
– общий азот (ГОСТ 26715);
– общий фосфор (ГОСТ 26717);

 © Авторы статьи / Authors of the article

– общий калий (ГОСТ 26718).

Характеристики питательной ценности исследованного помета представлены в таблице 1. Содержание общего азота достигало 2,20% при среднеквадратическом отклонении в ±0,56%, из чего следует, что равномерность распределения общего азота в представленном образце была неоднородной. Таким образом, в некоторой части компостного бурта содержание общего азота в птичьем помете достигало 1,64%, в другом 2,76%. Данные различия могут быть связаны с особенностью хранения и компостирования, а также со сроками вылежки [14]. Содержание общего фосфора было практически в 4 раза меньше, чем азота и в среднем составляло 0,52%, а варьирование было менее выражено ±0,11%. По общему калию отмечалась такая же закономерность, его среднее содержание составляло 0,39% при среднеквадратическом отклонении в 0,09%. Меньшее количество общих форм фосфора и калия в сравнении с азотом, в первую очередь, связано с особенностью химического состава помета кур. Сухое вещество достигало 61±6%, показывающее, что органическое удобрение было хорошо перепревшим и вылежавшемся, так как исходная масса сухого вещества помета кур в среднем не превышает 20–30%. Содержание органического вещества составляло 69±7%, что является высоким показателем.

Таблица 1 - Агрохимический состав куриного помета

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.1

Общий азот, % от сухого вещества	Общий фосфор, % от сухого вещества	Общий калий, % от сухого вещества	Сухое вещество, % от сухого вещества	Органическое вещество, % от сухого вещества
2,20±0,56	0,52±0,11	0,39±0,09	61±6	69±7

Опыт был заложен в трехкратной повторности. Размер каждой повторности варианта составлял 5 га. Учет урожайности зерна яровой пшеницы проводили в фазу полной спелости методом сплошной уборки на каждом повторении. Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel с помощью пакетной надстройки AgStat.

Основные результаты

Перед закладкой полевого исследования и внесения органических удобрений, осенью 2024 г., содержание нитратного азота в слое почвы 0–20 см на изучаемом участке варьировало в узком диапазоне 2,5–2,9 мг/кг почвы (табл. 2) ($НСР_{05}$=0,9 мг/кг), что характеризовало обеспеченность минеральным азотом как очень низкую. В 2025 г. перед посевом яровой пшеницы на контрольном участке содержание нитратного азота увеличивалось более чем в два раза до 7,2 мг/кг. Повышение содержания нитратного азота относительно осеннего периода связано с накоплением азота текущей нитрификации после парового поля в весенний период. Накопление запасов азота в результате нитрификации при оптимальных условиях может достигать практически 90–120 кг/га [15], [16]. На вариантах с применением птичьего помета в дозе 30 т/га содержание нитратов в почве возрастало до 26,3 мг/кг, а на варианте с применением 60 т/га до 37,3 мг/кг. Существенное повышение $N\text{-}NO_3$ в почве на опытных участках связано с внесением органических удобрений и процессом их минерализации. К периоду уборки концентрация нитратов в почве на всех исследуемых участках из-за активного усвоения их растениями снижалась на 2,0 мг/кг на контроле и на 15,0–23,4 мг/кг. Существенное различие с контрольным вариантом связано с тем, что на опытных участках из-за большей урожайности культуры и ее биомассы растения усваивали значительно больше питательных веществ, что отмечается в различных исследованиях [17].

В 2026 г. перед посевом содержание $N\text{-}NO_3$ в почве на контроле повысилось на 3,0 мг/кг относительно осеннего периода, а на опытных участках на 4,1 и 5,7 мг/кг почвы. Более высокое содержание нитратов на опытных участках связано с последействием внесенных ранее органических удобрений, продолжительность которого, может достигать до 3–5 лет [18]. К уборке яровой пшеницы концентрация $N\text{-}NO_3$ в почве на контроле опускалась до 5,5 мг/кг, а на удобренных вариантах до 8,2–8,5 мг/кг. Менее выраженное различие значений, полученных на контроле и опытных вариантах в 2026 г., относительно значений 2025 года, связано с меньшим количеством высвобождающихся питательных веществ в период дальнейшего последействия удобрений [18].

Таблица 2 - Влияние действия и последействия органических удобрений на динамику нитратного азота

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.2

Варианты	2024 г.	2025 г.		2026 г.	
	Перед закладкой, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг
Контроль	2,9±0,3	7,2±0,7	5,2±0,5	8,2±0,8	5,5±0,6
Помет 30 т/га	2,5±0,3	26,3±1,3	11,3±1,1	15,4±1,3	8,2±0,8
Помет 60 т/га	2,8±0,3	37,3±3,7	13,9±1,4	18,6±1,6	8,5±0,9
$НСР_{05}$	0,9	4,2	2,3	1,4	1,1

 © Авторы статьи / Authors of the article

Содержание подвижного фосфора в период закладки полевого исследования составляло 14,0–15,2 мг/кг почвы (табл. 3), что было очень низким по градации обеспеченности. Перед посевом в 2025 г. На контроле содержание фосфора практически не изменилось — 14,3 мг/кг. На вариантах с применением органических удобрений концентрация подвижного фосфора повышалась до 20,0 мг/кг почвы при внесении 30 т/га помета и до 35,6 мг/кг при внесении 60 т/га. Таким образом, внесение 60 т/га органических удобрений обеспечило переход обеспеченности почвы данным элементом в категорию низкообеспеченной.

К уборке яровой пшеницы на контроле доля подвижного фосфора в исследуемом варианте закономерно сократилась до 12,5 мг/кг. На удобренных вариантах содержание фосфора снижалось более существенно на 4,7 мг/кг при дозе помета 30 т/га и на 11,4 мг/кг при дозе 60 т/га относительно значений, полученных перед посевом. Весной 2026 г. в период последействия на контроле значения фосфора были на уровне осени прошлого года — 12,2 мг/кг, так же, как и на удобренных вариантах, где значения относительно осени повышались лишь на 0,8 и 0,6 мг/кг почвы, что находилось в диапазоне варьирования по повторности.

К уборке содержание фосфора незначительно снижалось на всех исследуемых вариантах и отклонение от весенних значений достигало 1,8 мг/кг на контроле и на 3,8–4,5 мг/кг на удобренных вариантах. Наиболее интенсивное высвобождение фосфора из органических удобрений происходит в период первого года использования, что обеспечивает значительное повышение его содержания в пахотном слое. В период последействия трансформация общего фосфора в доступные соединения происходит менее интенсивно. В этот период не отмечается повышение содержание фосфора в почве, а отмечается лишь его стабилизация при сравнении с контролем. Относительно значений перед закладкой опыта содержание фосфора на контроле опустилось на 3,6 мг/кг почвы, так же, как и на варианте с применением 30 т/га помета значения снизились на 2,9 мг/кг, в то время как на варианте с применением 60 т/га они были выше на 5,8 мг/кг. Следовательно, доза 30 т/га помета не способна стабилизировать фосфорное состояние почвы, в то время как доза в 60 т/га обеспечивает его улучшение.

Таблица 3 - Влияние действия и последействия органических удобрений на динамику подвижного фосфора

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.3

Варианты	2024 г.	2025 г.		2026 г.	
	Перед закладкой, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг
Контроль	14,0±2,1	14,3±4,0	12,5±1,3	12,2±1,5	10,4±1,3
Помет 30 т/га	15,2±2,3	20,0±1,7	15,3±1,4	16,1±1,8	12,3±1,4
Помет 60 т/га	14,9±2,1	35,6±4,2	24,6±2,2	25,2±2,8	20,7±2,6
$НСР_{05}$	3,2	4,4	2,9	3,0	3,4

Содержание подвижного калия осенью перед закладкой полевого опыта составляло 53,0–57,7 мг/кг, и почва характеризовалась как среднеобеспеченная. В 2025 г. перед посевом яровой пшеницы на контроле концентрация калия в почве за счет трансформации общих форм питательных веществ из побочной продукции (солома и корневые и пожнивные остатки) незначительно возрастала на 3,8 мг/кг. На удобренных вариантах с повышением доз отмечалось существенное его повышение на 20,4 и 34,0 мг/кг, однако по градации почвы по обеспеченности она осталась в категории среднеобеспеченной. После уборки яровой пшеницы концентрация подвижного калия в почве опускалась на всех вариантах из-за усвоения питательных веществ растениями на 9,0 мг/кг на контроле и на 11,7 и 16,4 на вариантах с дозой помета 30 и 60 т/га соответственно.

В 2026 г. перед посевом содержание калия на контроле увеличилось на 3,8 мг/кг, а на удобренных вариантах оно возрастало на 7,1 и 6,1 мг/кг. В уборке подвижный калий снизился относительно значений, полученных перед посевом на 7,0 мг/кг на контроле и на 13,1 и 9,7 на удобренных вариантах. Относительно значений перед закладкой опыта содержание калия на контроле опустилось на 8,4 мг/кг почвы. На варианте с применением 30 т/га помета значения практически не изменились, в то время как на варианте с применением 60 т/га они были выше на 14,0 мг/кг. Следовательно, доза 30 т/га помета стабилизирует калийное состояние почвы, в то время как доза в 60 т/га обеспечивает его улучшение.

Таблица 4 - Влияние действия и последействия органических удобрений на динамику подвижного калия

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.4

Варианты	2024 г.	2025 г.		2026 г.	
	Перед закладкой, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг
Контроль	54,6±1,1	58,4±3,6	49,4±5,1	53,2±4,6	46,2±3,7
Помет 30 т/га	53,0±1,0	73,4±5,9	61,3±5,7	68,4±6,1	55,3±5,1

 © Авторы статьи / Authors of the article

Варианты	2024 г.	2025 г.		2026 г.	
	Перед закладкой, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг	Перед посевом, мг/кг	После уборки, мг/кг
Помет 60 т/га	57,7±1,2	91,7±11,8	75,3±6,3	81,4±8,0	71,7±6,2
$НСР_{05}$	6,8	8,2	5,3	4,4	4,0

На участке кислотность водной вытяжки перед посевом яровой пшеницы составляла 6,0 ед.pH, а кислотность солевой вытяжки варьировала в диапазоне 4,9–5,0 ед.pH (табл. 5). Внесение органических удобрений не оказало достоверного влияния на изменения как водной, так и солевой кислотности почвы в период исследования.

Таблица 5 - Влияние действия и последействия органических удобрений обменную и актуальную кислотность почвы

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.5

Варианты		2024 г.	2025 г.		2026 г.	
		Перед закладкой, ед. pH	Перед посевом, ед. pH	После уборки, ед. pH	Перед посевом, ед. pH	После уборки, ед. pH
Контроль	pH_{Cl}	5,0±0,1	4,9±0,1	4,9±0,1	4,9±0,1	4,9±0,1
	pH_{H2O}	6,0±0,2	5,9±0,2	5,9±0,2	6,0±0,2	6,0±0,2
Помет 30 т/га	pH_{Cl}	4,9±0,1	4,9±0,1	5,1±0,1	5,0±0,1	4,9±0,1
	pH_{H2O}	6,0±0,2	6,1±0,2	6,0±0,2	6,1±0,2	5,9±0,2
Помет 60 т/га	pH_{Cl}	4,9±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1	4,9±0,1
	pH_{H2O}	6,0±0,2	6,1±0,2	6,1±0,2	6,0±0,2	6,1±0,2

Урожайность яровой пшеницы на контроле в 2025 г. составляла 4,1 т/га (рис. 1), на вариантах с применением помета продуктивность относительно варианта с естественным уровнем питания повышалась на 50% при внесении 30 т/га и на 57% при дозе в 60 т/га. Проведя расчет корреляционной связи урожайности яровой пшеницы с дозами органических удобрений в период их действия была установлена высокая зависимость r=0,91 (табл. 6). Исходя из уравнения регрессии было установлено, что урожайность яровой пшеницы увеличивалась на 0,40 т/га при повышении дозы органических удобрений на каждые 10 т/га, коэффициент детерминации при этом был высоким R^2=0,83.

В 2026 г. на контроле урожайность составила 2,8 т/га, а на удобренных вариантах с повышением дозы она возрастала на 25 и 32% соответственно. В первый год птичий помет обеспечивает дополнительную прибавку в урожае яровой пшеницы на уровне 50–57% (2,1–2,4 т/га), а в период последействия 25-37% (0,7-0,9 т/га). Расчет корреляционной связи органических удобрений и урожайности яровой пшеницы в период последействия показа существенную силу связи — r=0,87, а из полученного уравнение следовало, что каждые 10 т/га органических удобрений, внесенные ранее, в период последействия способствуют повышению урожайности зерна яровой пшеницы на 0,15 т/га (R^2=0,75).

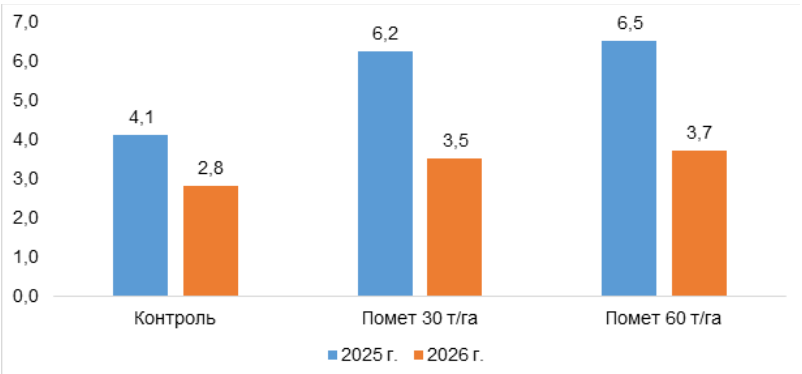


Рисунок 1 - Влияние действия и последействия органических удобрений на урожайность яровой пшеницы

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.6

 © Авторы статьи / Authors of the article

Таблица 6 - Корреляционная и регрессионная связь между дозами органических удобрений в период их действия и последействия на урожайность яровой пшеницы

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.7

Период	r	R^2	Уравнение регрессии
Действия	0,91	0,83	y =0,0402x + 4,42
Последействия	0,87	0,75	y =0,0151x + 2,91

Заключение

В подтаежной зоне Зауралья наибольший эффект в накоплении основных элементов питания в почве в первый год оказывает доза в 60 т/га, при котором значения нитратного азота в пахотном слое повышаются до 37,3 мг/кг почвы, а фосфора и калия на 35,6 и 91,7 мг/кг соответственно. Во второй год в период последействия органических удобрений уровень питания остается достоверно выше контроля, что подтверждает пролонгированное действие органического удобрения. Не установлено достоверного влияния органических удобрений на изменение кислотности почвы. Максимальная урожайность яровой пшеницы была получена в первый год исследований при дозе 60 т/га, где прибавка составила 57% (2,4 т/га) относительно контроля. Во второй год в период последействия удобрений прибавка сохранялась на уровне 0,7–0,9 т/га.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Journal of Agriculture and Environment.
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.8

Conflict of Interest

None declared.

Review

Community of Reviewers of the Journal of Agriculture and Environment.
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.10.8

Список литературы / References

1. Липатова Л.Н. Современная демографическая ситуация и продовольственная безопасность России / Л.Н. Липатова, О.В. Кужельная, Е.В. Строкан [и др.] // АПК: экономика, управление. — 2023. — № 9. — С. 3–16. — DOI: 10.33305/239-3. — EDN: QMQTUY.

2. Монахов С.В. Стратегии развития крупных интегрированных агропромышленных формирований в условиях новых глобальных вызовов с учетом трансформации институтов развития / С.В. Монахов // Экономика сельского хозяйства России. — 2024. — № 9. — С. 14–21. — DOI: 10.32651/249-14. — EDN: OMTQNO.

3. Федотова Г.В. Генезис органического сельского хозяйства: мировой опыт и прогнозы для России / Г.В. Федотова, М.В. Новиков, Т.М. Джанчаров // Крестьяноведение. — 2023. — Т. 8, № 3. — С. 113–128. — DOI: 10.22394/2500-1809-2023-8-3-113-128. — EDN: AORSSW.

4. Коновалова Л.К. Экономическая эффективность применения органических удобрений в различных условиях производства / Л.К. Коновалова // Аграрный вестник Верхневолжья. — 2020. — № 1(30). — С. 120–124. — DOI: 10.35523/2307-5872-2020-30-1-120-124. — EDN: HRZPIF.

5. Солодовников А.Ю. Агрохимическое сырье юга Тюменской области и его использование / А.Ю. Солодовников // Горные ведомости. — 2015. — № 5(132). — С. 54–62. — EDN: TQLDZF

6. Блиновских А.С. Преимущества использования органических удобрений животного происхождения в сельском хозяйстве / А.С. Блиновских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2024. — № 8-2(95). — С. 122–124. — DOI: 10.24412/2500-1000-2024-8-2-122-124. — EDN: TIJWBN.

7. Астарханов И.Р. Динамика питательных веществ тёмно-каштановой почвы в зависимости от доз и способов внесения органического удобрения / И.Р. Астарханов, Т.С. Астарханова, Д.А. Алибалаев [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. — 2023. — № 1(17). — С. 8–12. — DOI: 10.52671/26867591_2023_1_8. — EDN: RQHOBN.

8. Сафонов А.В. Влияние сидератов, навоза и их сочетаний с биодеструктором на агрофизические свойства лугово-черноземной почвы / А.В. Сафонов, Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев [и др.] // Сурский вестник. — 2019. — № 4(8). — С. 29–33. — EDN: GCORZV.

9. Миллер С.С. Влияние способов основной обработки почвы и органических удобрений на засоренность посевов кукурузы / С.С. Миллер, Е.А. Демин, А.Ф. Марилова // Эпоха науки. — 2023. — № 34. — С. 22–27. — EDN: FHJLJF.

10. Коновалова Л.К. Сравнительная экономическая эффективность использования традиционных органических удобрений и сидератов / Л.К. Коновалова, В.В. Окорков // АПК: экономика, управление. — 2022. — № 8. — С. 86–93. — DOI: 10.33305/228-86. — EDN: QFUPKM.

11. Федотова Г.В. Генезис органического сельского хозяйства: мировой опыт и прогнозы для России / Г.В. Федотова, М.В. Новиков, Т.М. Джанчаров // Крестьяноведение. — 2023. — Т. 8, № 3. — С. 113–128. — DOI: 10.22394/2500-1809-2023-8-3-113-128. — EDN: AORSSW.

12. Санникова Н.В. Минерально-сырьевые ресурсы и отходы птицеводства для повышения плодородия почвы / Н.В. Санникова, О.В. Ковалева, О.В. Шулепова [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2021. — № 11(196). — С. 3–11. — DOI: 10.33920/sel-05-2111-01. — EDN: OJKTXW.

 © Авторы статьи / Authors of the article

13. Кузин Е.Н. Изменение агрохимических свойств серой лесной почвы на фоне последействия природного цеолита и повторного внесения навоза / Е.Н. Кузин, Е.Е. Кузина // Нива Поволжья. — 2011. — № 4(21). — С. 24–29. — EDN: ONTENB.

14. Бобренко И.А. Использование куриного помета для оптимизации питания сельскохозяйственных культур / И.А. Бобренко, Н.В. Гоман, А.Г. Шмидт [и др.]. — Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. — 136 с. — ISBN 978-5-907507-97-5. — EDN: NMACMW.

15. Абрамов Н.В. Азот текущей нитрификации и хозяйственный вынос как факторы программирования урожайности яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья / Н.В. Абрамов, Д.И. Еремин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2009. — № 2(194). — С. 25–29. — EDN: JXBCNL.

16. Демин Е.А. Влияние минеральных удобрений на текущую нитрификацию чернозема выщелоченного под кукурузой в условиях лесостепной зоны Зауралья / Е.А. Демин, Д.И. Еремин // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов. — Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2019. — С. 26–31. — EDN: DXHLIH.

17. Еремин Д.И. Химический состав растительных остатков сельскохозяйственных культур, выращенных на различном агрофоне в лесостепной зоне Зауралья / Д.И. Еремин, А.А. Ахтямова // Вестник КрасГАУ. — 2017. — № 2(125). — С. 32–38. — EDN: XWYZFZ.

18. Мерзлая Г.Е. Эффекты последействия минеральных и органических удобрений на дерново-подзолистой почве / Г.Е. Мерзлая, Р.А. Афанасьев // Плодородие. — 2019. — № 1(106). — С. 15–17. — DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.04. — EDN: YZAHPF.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lipatova L.N. Sovremennaja demograficheskaja situacija i prodovol'stvennaja bezopasnost' Rossii [The current demographic situation and food security in Russia] / L.N. Lipatova, O.V. Kuzhelnaya, E.V. Strokan [et al.] // APK: jekonomika, upravlenie [AIC: economics, management]. — 2023. — № 9. — P. 3–16. — DOI: 10.33305/239-3. — EDN: QMQTUY. [in Russian]

2. Monakhov S.V. Strategii razvitija krupnyh integrirovannyh agropromyshlennyh formirovanij v uslovijah novyh global'nyh vyzovov s uchetom transformacii institutov razvitija [Development Strategies for Large Integrated Agro-Industrial Formations in the Context of New Global Challenges, Taking into Account the Transformation of Development Institutions] / S.V. Monakhov // Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii [Economics of Agriculture in Russia]. — 2024. — № 9. — P. 14–21. — DOI: 10.32651/249-14. — EDN: OMTQNO. [in Russian]

3. Fedotova G.V. Genezis organicheskogo sel'skogo hozjajstva: mirovoj opyt i prognozy dlja Rossii [The genesis of organic agriculture: world experience and forecasts for Russia] / G.V. Fedotova, M.V. Novikov, T.M. Dzhancharov // Krest'janovedenie [Peasant studies]. — 2023. — Vol. 8, № 3. — P. 113–128. — DOI: 10.22394/2500-1809-2023-8-3-113-128. — EDN: AORSSW. [in Russian]

4. Konovalova L.K. Jekonomicheskaja jeffektivnost' primenenija organicheskih udobrenij v razlichnyh uslovijah proizvodstva [Economic efficiency of using organic fertilizers in various production conditions] / L.K. Konovalova // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ja [Agrarian Bulletin of the Upper Volga region]. — 2020. — № 1(30). — P. 120–124. — DOI: 10.35523/2307-5872-2020-30-1-120-124. — EDN: HRZPIF. [in Russian]

5. Solodovnikov A.Yu. Agrohimicheskoe syr'e juga Tjumenskoj oblasti i ego ispol'zovanie [Agrochemical raw materials of the south of the Tyumen region and its use] / A.Yu. Solodovnikov // Gornye vedomosti [Mining Bulletin]. — 2015. — № 5(132). — P. 54–62. — EDN: TQLDZF [in Russian]

6. Blinovskikh A.S. Preimushhestva ispol'zovanija organicheskih udobrenij zhivotnogo proishozhdenija v sel'skom hozjajstve [The predominance of the use of organic fertilizers of animal origin in agriculture] / A.S. Blinovskikh // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. — 2024. — № 8-2(95). — P. 122–124. — DOI: 10.24412/2500-1000-2024-8-2-122-124. — EDN: TIJWBN. [in Russian]

7. Astarkhanov I.R. Dinamika pitatel'nyh veshhestv tjomno-kashtanovoj pochvy v zavisimosti ot doz i sposobov vnesenija organicheskogo udobrenija [Dynamics of nutrients in sod-chestnut soil depending on the dose and methods of applying organic fertilizers] / I.R. Astarkhanov, T.S. Astarkhanova, D.A. Alibalaev [et al.] // Izvestija Dagestanskogo GAU [News of the Dagestan State Agrarian University]. — 2023. — № 1(17). — P. 8–12. — DOI: 10.52671/26867591_2023_1_8. — EDN: RQHOBN. [in Russian]

8. Safonov A.V. Vlijanie sideratov, navoza i ih sochetanij s biodestruktorom na agrofizicheskie svojstva lugovo-chernozemnoj pochvy [The influence of siderates, manure and their combinations with a biodestructor on the agrophysical properties of meadow-chernozem soil] / A.V. Safonov, E.N. Kuzin, A.N. Arefyev [et al.] // Surskij vestnik [Sursky Bulletin]. — 2019. — № 4(8). — P. 29–33. — EDN: GCORZV. [in Russian]

9. Miller S.S. Vlijanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i organicheskih udobrenij na zasorennost' posevov kukuruzy [The influence of basic tillage methods and organic fertilizers on the contamination of corn crops] / S.S. Miller, E.A. Demin, A.F. Marilova // Jepoha nauki [The Age of Science]. — 2023. — № 34. — P. 22–27. — EDN: FHJLJF. [in Russian]

10. Konovalova L.K. Sravnitel'naja jekonomicheskaja jeffektivnost' ispol'zovanija tradicionnyh organicheskih udobrenij i sideratov [Comparative economic efficiency of using traditional organic fertilizers and siderates] / L.K. Konovalova, V.V. Okorkov // APK: jekonomika, upravlenie [Agroindustrial complex: economics, management]. — 2022. — № 8. — P. 86–93. — DOI: 10.33305/228-86. — EDN: QFUPKM. [in Russian]

11. Fedotova G.V. Genezis organicheskogo sel'skogo hozjajstva: mirovoj opyt i prognozy dlja Rossii [The genesis of organic agriculture: world experience and forecasts for Russia] / G.V. Fedotova, M.V. Novikov, T.M. Dzhancharov //

 © Авторы статьи / Authors of the article

Krest'janovedenie [Peasant studies]. — 2023. — Vol. 8, № 3. — P. 113–128. — DOI: 10.22394/2500-1809-2023-8-3-113-128. — EDN: AORSSW. [in Russian]

12. Sannikova N.V. Mineral'no-syr'evye resursy i othody pticevodstva dlja povyshenija plodorodija pochvy [Mineral resources and poultry farming waste to increase soil fertility] / N.V. Sannikova, O.V. Kovaleva, O.V. Shulepova [et al.] // Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo [Feeding of farm animals and feed production]. — 2021. — № 11(196). — P. 3–11. — DOI: 10.33920/sel-05-2111-01. — EDN: OJKTXW. [in Russian]

13. Kuzin E.N. Izmenenie agrohimicheskih svojstv seroj lesnoj pochvy na fone posledejstvija prirodnogo ceolita i povtornogo vnesenija navoza [Change in agrochemical properties of gray forest soil against the background of the effects of natural zeolite and repeated manure application] / E.N. Kuzin, E.E. Kuzina // Niva Povolzh'ja [Field of the Volga region]. — 2011. — № 4(21). — P. 24–29. — EDN: ONTENB. [in Russian]

14. Bobrenko I.A. Ispol'zovanie kurinogo pometa dlja optimizacii pitanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Using chicken manure to optimize the nutrition of agricultural crops] / I. A. Bobrenko, N.V. Goman, A.G. Schmidt [et al.]. — Omsk : Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2022. — 136 p. — ISBN 978-5-907507-97-5. — EDN: NMACMW. [in Russian]

15. Abramov N.V. Azot tekushhej nitrifikacii i hozjajstvennyj vynos kak faktory programmirovanija urozhajnosti jarovoj pshenicy v uslovijah Severnogo Zaural'ja [Nitrogen of liquid nitrification and economic removal as factors of spring wheat yield programming in the conditions of the Northern Urals] / N.V. Abramov, D.I. Eremin // Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki [Siberian Bulletin of Agricultural Science]. — 2009. — № 2(194). — P. 25–29. — EDN: JXBCNL. [in Russian]

16. Demin E.A. Vlijanie mineral'nyh udobrenij na tekushhuju nitrifikaciju chernozema vyshhelochennogo pod kukuruzoj v uslovijah lesostepnoj zony Zaural'ja [The influence of mineral fertilizers on the fluid nitrification of leached chernozem under corn in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals] / E.A. Demin, D.I. Eremin // Aktual'nye problemy racional'nogo ispol'zovanija zemel'nyh resursov [Current problems of rational use of land resources]. — Kurgan : Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, 2019. — P. 26–31. — EDN: DXHLIH. [in Russian]

17. Eremin D.I. Himicheskij sostav rastitel'nyh ostatkov sel'skohozjajstvennyh kul'tur, vyrashhennyh na razlichnom agrofone v lesostepnoj zone Zaural'ja [Chemical composition of plant residues of agricultural crops grown on various agrofields in the forest-steppe zone of the Trans-Urals] / D.I. Eremin, A.A. Akhtyamova // Vestnik KrasGAU [KrasSAU Bulletin]. — 2017. — № 2(125). — P. 32–38. — EDN: XWYZFZ. [in Russian]

18. Merzlaya G.E. Jeffekty posledejstvija mineral'nyh i organicheskih udobrenij na dernovo-podzolistoj pochve [Effects of the effects of mineral and organic fertilizers on sod-podzolic soil] / G.E. Merzlaya, R.A. Afanasyev // Plodorodie [Fertility]. — 2019. — № 1(106). — P. 15–17. — DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.04. — EDN: YZAHPF. [in Russian]