

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ

^{1,2}Т.А. Садохина, ²Е.А. Матенькова, ²Т.В. Гаврилец, ²А.Ф. Петров, ^{2,3}В.П. Данилов, ^{1,2}А.В. Кокорин, ⁴Г.В. Пироговская, ⁴Ю.К. Шашко, ⁴С.С. Хмелевский, ⁵Д.Л. Зубаревич

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

³Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия

⁴Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

⁵ООО «Агроминерал», Минск, Беларусь

E-mail: sadokhina78@yandex.ru

Для цитирования: Эффективность органических и органоминеральных удобрений на основе куриного помета в лесостепной зоне Западной Сибири и на дерново-подзолистых почвах Беларуси / Т.А. Садохина, Е.А. Матенькова, Т.В. Гаврилец, А.Ф. Петров, В.П. Данилов, А.В. Кокорин, Г.В. Пироговская, Ю.К. Шашко, С.С. Хмелевский, Д.Л. Зубаревич // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 2(75). – С. 88–98. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-75-2-88-98.

Ключевые слова: соя, салат, картофель, урожайность, зеленая масса, клубни, органическое и органоминеральное удобрение, микрофлора, почва.

Реферат. Куриный помет содержит в своем составе комплекс полезных веществ, которые легко используются растениями, но из-за большого количества патогенов его применение может привести к загрязнению окружающей среды. В настоящее время перспективным направлением является использование птичьего помета после дополнительной обработки. Представлены результаты исследований, проведенных в условиях лесостепной зоны Западной Сибири в 2020–2023 гг. на полевом стационаре Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН на черноземах выщелоченных среднесуглинистых с целью изучения влияния препаратов на основе куриного помета на продуктивность сои, возделываемой по паровому и зерновому предшественникам, и биологическую активность почвы. В исследованиях использовался переработанный куриный помет с применением кавитатора методом перемешивания сухого помета в виде 10% раствора в воде и получения различных по составу вариантов удобрений. Установлена возможность замены минеральных азотных удобрений органическими препаратами на основе куриного помета. Показано, что предпосевное внесение препаратов в почву и обработка по вегетации активизируют вегетативное развитие растений и способствуют повышению урожайности зеленой массы и зерна сои. При возделывании сои на зеленую массу рекомендуется внесение Препарата 1 по паровому предшественнику, что способствует достоверному увеличению урожайности зеленой массы на 3,3 т/га. По зерновому предшественнику – увеличение урожайности на 3,2 т/га. Достоверная прибавка при посеве сои на зерно получена при внесении Препаратов 1 и 2 по паровому предшественнику, выход зерна увеличился на 2,6–3,0 ц/га и Препарата 3 по зерновому предшественнику. Изложены также результаты агрохимической эффективности гранулированных органических и органоминеральных удобрений с модифицирующими добавками на основе куриного помета в полевых опытах с салатом и картофелем, показано их влияние на урожайность и качественные показатели возделываемых сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых и рыхлосупесчаных почвах Республики Беларусь в условиях 2023–2024 гг.

EFFICIENCY OF ORGANIC AND ORGANO-MINERAL FERTILIZERS BASED ON CHICKEN MANURE IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA AND ON SOD-PODZOLIC SOILS OF BELARUS

^{1,2}T.A. Sadokhina, ²E.A. Matenkova, ²T.V. Gavrillets, ²A.F. Petrov, ^{2,3}V.P. Danilov, ^{1,2}A.V. Kokorin,

⁴G.V. Pirogovskaya, ⁴Yu.K. Shashko, ⁴S.S. Khmelevsky, ⁵D.L. Zubarevich

¹Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

³Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

⁴Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

⁵ООО Agromineral, Minsk, Belarus

E-mail: sadohina78@yandex.ru

Keywords: soybeans, lettuce, potatoes, yield, green mass, tubers, organic and organomineral fertilizers, microflora, soil.

Abstract. Chicken manure contains a complex of useful substances that are easily used by plants, but due to the large number of pathogens, its use can lead to environmental pollution. Currently, a promising direction is the use of poultry manure after additional processing. The article presents the results of studies conducted in the forest-steppe zone of Western Siberia in 2020–2023 at the field station of the Siberian Research Institute of Forage SFNCA RAS on leached medium-deep medium-loamy chernozems in order to study the effect of preparations based on chicken manure on the productivity of soybeans cultivated after fallow and grain predecessors, and the biological activity of the soil. The studies used processed chicken manure using a cavitator by distilling dry manure in the form of a 10% solution in water and obtaining fertilizers of various compositions. The possibility of replacing mineral nitrogen fertilizers with organic preparations based on chicken manure was established. It has been shown that pre-sowing application of preparations to the soil and vegetation treatment activate the vegetative development of plants and contribute to an increase in the yield of green mass and soybean grain. When cultivating soybeans for green mass, it is recommended to apply Preparation 1 to the fallow predecessor, which contributes to a reliable increase in the yield of green mass by 3.3 t/ha. To the grain predecessor - an increase in yield by 3.2 t/ha. A reliable increase in sowing soybeans for grain was obtained when applying Preparations 1 and 2 to the fallow predecessor; the grain yield increased by 2.6–3.0 c/ha and Preparation 3 to the grain predecessor. The article also presents the results of the agrochemical efficiency of granulated organic and organomineral fertilizers with modifying additives based on chicken manure in field experiments with lettuce and potatoes, and shows their influence on the yield and quality indicators of cultivated agricultural crops on sod-podzolic light loamy and loose sandy loam soils of the Republic of Belarus under the conditions of 2023–2024.

Птицеводство – одна из наиболее быстро развивающихся отраслей сельского хозяйства не только в Российской Федерации и Беларуси, но и во всем мире [1]. Известно, что куриный помет является органическим удобрением с высоким содержанием питательных веществ (органического вещества, макро- и микроэлементов) и может быть, в зависимости от технологии выращивания птицы, как подстилочным, так и безподстилочным [2–4].

Имеются данные, что куриный помет по скорости действия и эффективности не уступает минеральным удобрениям [5–7].

Однако свежий куриный помет имеет ряд недостатков: при складировании его возле птицефабрик наблюдается загрязнение поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха и отмечается ускоренный рост и развитие яиц и личинок гельминтов и мух, а также патогенных микроорганизмов [8–9].

Вывоз свежего куриного помета непосредственно на поле ограничен (высокие затраты на транспортировку, санитарно-гигиенические ограничения, сложности при внесении в почву и т.д.), что предъявляет особые требования к его хранению и внесению [10–12].

Внесение в почву препаратов из переработанного куриного помета способствует активизации микробиологических процессов в почве. Это приводит к увеличению доступности растениям питательных элементов в почве, поддерживается положительный баланс органического вещества и азота [13–15].

Цель исследования – изучить влияние органических и органоминеральных удобрений на основе птичьего помета и других модифицирующих добавок на урожайность и продуктивность сои, картофеля и зеленных культур, их качество в лесостепной зоне Западной Сибири и на дерново-подзолистых легкосуглинистых и рыхлосупесчаных почвах Беларуси.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования в России проводились в 2020–2023 гг. в полевых опытах с соей на стационаре Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН, расположенном в северной лесостепи Западной Сибири. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, содержание органического углерода в почве

3,48 %, pH 5,3. Предшественник – пар и зерновые культуры. Использовался сорт сои СибНИИК 315.

Исследования в Республике Беларусь проводили также в полевых опытах с сельскохозяйственными культурами в 2023–2024 гг. с салатом (первая и вторая ротации) и картофелем. Почвы – дерново-подзолистая легкосуглинистая (салат) и дерново-подзолистая рыхлосупесчаная (картофель). Объектом исследований являлись гранулированные органические удобрения на основе птичьего помета и органоминеральные удобрения на основе птичьего помета и модифицирующих добавок (KCl, фосфогипс, отсев горных пород гранита, аэросил). В качестве контроля использовалось удобрение гранулированное «Арганикум» на основе птичьего помета, которое в 2020 г. зарегистрировано в Республике Беларусь и внесено в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь». Производитель – ЗАО «Регион Био Девелопмент» (Республика Беларусь). Состав удобрения: содержание сухого вещества – не менее 80 %, элементов питания от сухого вещества в процентах: $N_{\text{общ}}$ – 2,8–5,0, P_2O_5 – 1,6–7,0, K_2O – 1,6–4,5, ОВ – 60–90. Кроме того, удобрение содержит еще 16 аминокислот. Разрешено удобрение для применения почти на всех культурах.

Испытуемые органические и органоминеральные удобрения производили в опытно-промышленном масштабе в грануляторе «Соловей» на ООО «Агроминерал» (г. Солигорск).

Опыт с салатом кочанным (первая и вторая ротация) проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (г. Минск), с картофелем – на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве (фермерское хозяйство «Горизонт» Мостовского района Гродненской области).

Агрохимические показатели дерново-подзолистых почв:

– с салатом: содержание гумуса – 1,56–1,98 %; кислотность pH_{KCl} – 5,75–6,05; обеспеченность макроэлементами: P_2O_5 (по Кирсанову) – 250–316 и K_2O – 235–241 мг/кг почвы, CaO – 795–820, MgO – 158–189 мг/кг почвы;

– с картофелем: содержание гумуса – 1,63 %; кислотность pH_{KCl} – 6,40; обеспеченность макроэлементами: P_2O_5 (по Кирсанову) – 670 и K_2O – 429 мг/кг почвы, CaO – 1633 и MgO – 184 мг/кг почвы, содержание серы – 2,80 мг/кг почвы, со-

держание бора – 0,80 мг/кг почвы, меди – 1,80, цинка – 3,80 мг/кг почвы.

Использовался сорт салата кочанного Королева лета, картофель сорта Першацвет.

Климатическая характеристика объектов в России: по климатическим ресурсам это умеренно теплый, недостаточно увлажненный агроклиматический район. Среднегодовое количество осадков составляет 450 мм, из них 254 мм в теплый период года (апрель – сентябрь), за июнь – август выпадает 113 мм. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) составляет 1,0–1,2, в период с температурой воздуха выше 10 °С. Сумма положительных температур выше + 10 °С в среднем 1880 °С, с отклонениями по годам от 1500 до 2250 °С.

Погодные условия вегетационных периодов в годы исследований отличались между собой и от среднемноголетних показателей, но в целом были благоприятными для роста и развития сои.

Климатическая характеристика объектов в Беларуси: количество выпавших атмосферных осадков (с мая по сентябрь 2023 г.) при возделывании салата кочанного на лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в Республике Беларусь составило 50,4 % от нормы (365 мм). Погодные условия при возделывании картофеля приведены только за 2024 г., так как в 2023 г. они не изучались. Сумма осадков составила 330,6 мм при многолетней норме 327,5 мм, ГТК – 1,15 при норме 1,43.

В российских исследованиях изучали три варианта органических удобрений на основе куриного помета, полученных кавитационно-вихревым способом. Обработка помета проводилась при температурах от 60 до 75 °С с использованием катализатора или без него. За контроль взяты варианты без внесения удобрений, с внесением куриного помета без обработки и азотные минеральные удобрения в дозе N_{60} . Посев проведен в третьей декаде мая по паровому и зерновому предшественникам. Повторность опытов 3-кратная. Расположение вариантов систематическое. Агротехника – общепринятая для зоны проведения исследований. Посевная и учетная площадь делянок 60 м². Внесение удобрений проведено в два срока: весеннее – в почву под предпосевную культивацию и по вегетации, в период формирования зерна.

Повторность опытов в Беларуси 4-кратная. Удобрения на делянки вносились вручную, равномерно по всей их площади. Расположение вариантов рендомизированное. Агротехника – обще-

принятая, согласно технологическим регламентам возделывания сельскохозяйственных культур. Учетная площадь делянок для салата кочанного 10 м², для картофеля – 30 м². В опытах проведен уход за посевами (обработка посевов против сорняков, болезней и вредителей) разрешенными для применения препаратами в Беларуси.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В российских исследованиях установлено, что урожайность зеленой массы и зерна сои различалась по годам и зависела как от метеорологических условий, так и от реакции растений на внесение препаратов. Не отмечено увеличения продолжительности вегетационного периода, засоренности посевов и ухудшения фитосанитарного состояния посевов сои при внесении

препаратов. В то же время отмечено достоверное положительное их влияние не только на почву, но и на рост и развитие растений. Несмотря на различия в урожайности зеленой массы сои по годам в 2 раза, в среднем за четыре года исследований, в варианте опыта без применения препаратов урожайность зеленой массы в среднем составила 15,2 т/га с выходом сухого вещества 3,4 т/га. На 3,3 т/га, или на 21 %, выше контрольного варианта был получен урожай от Препарата 1 по паровому предшественнику (как индикатора положительного влияния препаратов на растения сои). Сбор абсолютно сухого вещества составил 3,2 т/га, что на 0,8 т/га достоверно выше контрольного варианта и на 0,3–0,5 т/га выше варианта с внесением непереработанного куриного помета и азотного удобрения N₆₀ (табл. 1).

Таблица 1

Влияние органических удобрений на основе куриного помета на урожайность зеленой массы сои по пару, т/га (2020–2023 гг.)
The effect of organic fertilizers based on chicken manure on the yield of green mass of soybeans after fallow, t/ha (2020–2023)

Вариант	Урожайность зеленой массы						Сбор абсолютно сухого вещества					
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2022–2023 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2022–2023 г.
Контроль	15,7	23,4	12,5	9,0	15,2	10,75	4,0	4,7	2,8	2,0	2,4	3,4
Куриный помет	16,6	25,8	12,8	11,0	16,5	11,9	3,26	5,0	2,9	2,5	2,7	3,4
Препарат 1	17,0	28,8	13,3	14,8	18,5	14,0	4,3	6,1	3,0	3,4	3,2	4,2
Препарат 2	17,5	28,6	14,0	12,5	18,1	13,3	3,7	5,6	3,2	2,9	3,1	3,9
Препарат 3	–	24,7	14,6	13,8	17,7	14,2	–	5,3	3,5	3,2	3,4	4,0
Азотные удобрения, N ₆₀	16,0	22,3	13,4	12,6	16,0	13,0	3,1	4,6	3,2	2,7	2,9	3,4
НСР ₀₅	2,18	3,8	2,1	2,2	–							

Внесение органических препаратов на основе куриного помета под сою по зерновому предшественнику способствовало статистически значимому увеличению урожайности зеленой массы изучаемой культуры. Все препараты показали положительную динамику урожайности по сравнению с контролем, из трех наиболее эффективным оказался Препарат 1, который обеспечил достоверное увеличение урожайности

зеленой массы сои на 3,3 т/га (30 % к контролю) с увеличением на 22 % выхода абсолютно сухого вещества. Урожайность сои при внесении Препарата 1 была выше эквивалентов с внесением непереработанного куриного помета и азотного удобрения N₆₀ (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние органических удобрений на основе куриного помета
на урожайность зеленой массы сои по зерновому предшественнику, т/га (2022–2023 гг.)
The influence of organic fertilizers based on chicken manure on the yield of green mass of soybeans based
on the grain predecessor, t/ha (2022–2023)**

Вариант	Урожайность зеленой массы			Сбор абсолютно сухого вещества		
	2022 г.	2023 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	Среднее
Контроль	16,4	11,15	13,7	3,6	2,6	3,1
Куриный помет	17,2	10,4	13,8	3,8	2,5	3,2
Препарат 1	18,8	15,35	17,0	4,3	3,8	4,0
Препарат 2	18,5	13,75	16,1	4,0	3,3	3,7
Препарат 3	20,2	11,3	15,7	4,4	2,7	3,6
Азотные удобрения, N ₆₀	18,8	12,0	15,4	4,0	2,6	3,3
НСР ₀₅	1,6	3,8	—			

На основании анализа показателей структуры урожая сои установлено, что внесение препаратов способствовало формированию оптимального количества продуктивных стеблей на единице площади. В зависимости от препарата он изменялся от 60±4 шт./м² по пару и до 64±3 шт./м² по зерновому предшественнику.

По паровому предшественнику на одном растении насчитывалось от 15 до 18 бобов, их

количество зависело от вносимых удобрений. При внесении препаратов 1 и 3 количество бобов увеличивалось на 3 шт. По зерновому предшественнику на одном растении в среднем сформировалось от 20 до 25 бобов. На вариантах опыта преобладали двух- и трехсемянные бобы, малопродуктивных односемянных бобов в урожае было 7–18 % (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние органических удобрений на основе куриного помета
на формирование элементов структуры урожая сои, 2020–2023 гг.
The Effect of Organic Fertilizers Based on Chicken Manure on the Formation of Soybean Crop Structure
Elements, 2020–2023**

Вариант	По паровому предшественнику					По зерновому предшественнику				
	Кол-во бобов, шт.	Семян с рас-тения, шт.	Семян с рас-тения, г	Ветвей, шт.	Масса 1000 зерен, г	Кол-во бобов, шт.	Семян с рас-тения, шт.	Семян с рас-тения, г	Ветвей, шт.	Масса 1000 зерен, г
Контроль	15,1	20,6	3,9	1,9	165,2	20,3	34,0	5,5	2,0	170
Куриный помет	15,8	22,0	4,2	1,8	160,4	23,8	42,2	6,0	2,3	169
Препарат 1	18,3	24,7	4,7	2,0	164,2	24,7	44,0	6,0	2,5	170
Препарат 2	16,3	22,2	4,8	1,9	168,6	24,0	43,1	5,7	2,3	171
Препарат 3	18,2	26,2	5,0	2,1	168,6	23,5	41,7	6,1	2,3	174
Азотные удобрения, N ₆₀	16,9	22,3	4,4	1,9	168,0	22,4	40,7	5,7	2,0	172

Наименьшее число семян на одном растении было зафиксировано на контроле по паровому предшественнику – 20,6 шт. Применение органических и минеральных удобрений положительно сказалось на формировании большего количества зерен с одного растения. На вариантах с приме-

нием препаратов 1 и 3 сформировалось в среднем от 24,7 до 26,7 зерна на одно растение.

В посевах по зерновому предшественнику соя была лучше обеспечена влагой, это отразилось на основных структурных показателях растений. Также отмечена тенденция к увеличению коли-

чества семян на 2–3 шт. с растения и их массы на 0,4 г за счет поступления дополнительного питания с органическими удобрениями.

При корреляционном анализе структуры урожая у сои была отмечена наибольшая взаимосвязь урожайности с массой семян с одного растения ($r = 0,82–0,86$). Применение органических удобрений не отразилось на массе 1000 семян, на всех вариантах опыта этот показатель составлял 160 ± 6 г по пару и 173 ± 2 г по зерновому предшественнику. Анализ формирования урожайности зерна сои в зависимости от применяемых удобрений в комплексе с внекорневой подкормкой показал, что ее величина нестабильна по вариантам

и зависит от применяемого удобрения. По паровому предшественнику максимальная урожайность зерна сои получена в 2021 г. – 26–28 ц/га. Минимальная – 7,5 ц/га в условиях засушливой весны и начала лета 2023 г. В среднем за годы исследований при возделывании сои на зерно по пару в три года из четырех получен достоверный эффект от применения Препарата 2 с урожайностью 18,4 ц/га.

При возделывании сои по зерновому предшественнику получена достоверная прибавка урожайности при внесении в почву и обработке по вегетации Препаратом 3 – урожайность зерна 15,6 ц/га (табл. 4).

Таблица 4

Влияние органических удобрений на основе куриного помета на урожайность зерна сои, ц/га (2022–2023 гг.)
The impact of organic fertilizers based on chicken manure on the yield of soybean grain, c/ha (2022–2023)

Вариант	Паровой предшественник						Зерновой предшественник		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2022–2023 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
Контроль	19,2	23,0	12,0	7,5	15,4	9,8	15,7	9,5	12,6
Куриный помет	21,2	24,2	13,0	7,4	16,5	10,2	17,2	10,6	13,9
Препарат 1	21,4	26,0	15,2	8,4	17,7	11,8	18,8	10,4	14,6
Препарат 2	21,8	26,0	16,5	9,3	18,4	12,9	18,5	10,8	14,6
Препарат 3	–	28,0	15,5	9,5	17,6	12,5	20,0	11,2	15,6
Азотные удобрения N_{60}	18,8	25,3	14,5	8,9	16,8	11,7	18,1	11,5	14,8
$НСР_{05}$	2,2	1,3	1,5	1,4	–	–	3,0	3,2	–

В исследованиях на дерново-подзолистых почвах Беларуси эффективность органических и органоминеральных удобрений «Агролуг» испытывалась на салате и картофеле на двух фонах: на фоне внесения минеральных удобрений и в чистом виде в качестве органических удобрений (без минеральных удобрений). Их эффективность сравнивалась с органическим удобрением «Арганикум» при дозе внесения 2 т/га. Установлено, что удобрения, разработанные РУП «Институт почвоведения и агрохимии» совместно с ООО «Агроминерал», в условиях 2023–2024 гг. были эффективны на двух фонах применения как при возделывании салата кочанного, так и картофеля.

При возделывании салата кочанного в первой ротации в условиях вегетационного периода 2023 г. (май–июнь) была получена урожайность зеленой массы на контроле 110,3 ц/га, в варианте с фоном (смесь стандартных удобрений – карбамид, аммонизированный суперфосфат, калий

хлористый) – 122,5 ц/га, с эталоном «Арганикум» на фоне $N_{60}P_{50}K_{80}$ – 136,2 ц/га, в вариантах с удобрениями «Агролуг» (вар. 4–7а) на фоне $НРК$ – 143,0–156,0 ц/га. Применение в опыте перед посевом культуры испытываемых удобрений обеспечило достоверную прибавку урожайности зеленой массы салата в размере 9,7–19,8 ц/га по сравнению с эталоном ($НСР_{05} = 8,89$ ц/га). Применение в опыте перед посевом салата в первой ротации испытываемых удобрений в качестве органических удобрений (вар. 9–12а) обеспечило более высокую урожайность зеленой массы в размере от 156,0 до 164,1 ц/га по сравнению с эталоном (151,0 ц/га), с тенденцией или достоверной прибавкой к эталону 2 – от 5,0 до 13,1 ц/га ($НСР_{05} = 8,89$ ц/га) (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность зеленой массы салата кочанного Королева лета (первая ротация) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в 2023 г., ц/га
Yield of green mass of cabbage lettuce Queen of Summer (first rotation) on sod-podzolic light loamy soil in 2023, c/ha

Вариант	Урожайность	Прибавка	
		к фону	к эталону
1. Контроль	110,3	–	–
2. $N_{60}P_{50}K_{80}$ (KCl) – фон	122,5	–	–
3. Эталон 1 – Арганикум (2 т/га) + NPK	136,2	13,7	–
4. Испытуемое удобрение «Агролуг», 2 т/га + NPK	143,0	20,5	6,8
5. Испытуемое удобрение «Агролуг» (KCl), 2 т/га + NPK	145,9	23,4	9,7
6. Испытуемое удобрение «Агролуг» (отсев гранитных пород), 2 т/га + NPK	148,7	26,2	12,5
7. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс), 2 т/га + NPK	148,6	26,1	12,4
7а. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс + аэросил), 2 т/га + NPK	156,0	33,5	19,8
8. Эталон 2 – Арганикум (2 т/га ОВ)	151,0	28,5	–
9. Испытуемое удобрение «Агролуг», 2 т/га	164,1	41,6	13,1
10. Испытуемое удобрение «Агролуг» (KCl), 2 т/га	162,1	39,6	11,1
11. Испытуемое удобрение «Агролуг» (отсев гранитных пород), 2 т/га	161,0	38,5	10,0
12. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс), 2 т/га	156,0	33,5	5,0
12а. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс + аэросил), 2 т/га	158,0	35,5	7,0
НСР ₀₅	8,89	–	–

Во второй ротации урожайность зеленой массы была значительно ниже, чем в первой. Это объясняется засушливыми условиями в период произрастания салата. Урожайность зеленой массы изменялась в пределах от 99,0 ц/га на контроле до 81,5–111,3 ц/га в вариантах с применением удобрений. Внесение в опыте перед

посевом салата органоминеральных удобрений, т.е. испытуемых удобрений производства ООО «Агроминерал» как на фоне $N_{60}P_{50}K_{80}$, так и в чистом виде (2 т/га), обеспечило достоверное повышение урожайности зеленой массы салата с прибавкой к эталону 11,2–14,8 ц/га на первом блоке и 8,1–15,0 ц/га – на втором (табл. 6).

Таблица 6

Урожайность зеленой массы салата кочанного Королева лета (вторая ротация) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в 2023 г., ц/га
Yield of green mass of cabbage lettuce Queen of Summer (second rotation) on sod-podzolic light loamy soil in 2023, c/ha

Вариант	Урожайность	Прибавка к эталону
1	2	3
1. Контроль	99,0	–
2. $N_{60}P_{50}K_{80}$ (KCl) – фон	111,3	–
3. Эталон 1 – Арганикум (2 т/га) + NPK	95,4	–
4. Испытуемое удобрение «Агролуг», 2 т/га + NPK	98,3	2,9
5. Испытуемое удобрение «Агролуг» (KCl), 2 т/га + NPK	109,1	13,7
6. Испытуемое удобрение «Агролуг» (отсев гранитных пород), 2 т/га + NPK	107,3	11,9
7. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс), 2 т/га + NPK	106,6	11,2

1	2	3
7а. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс+аэросил), 2 т/га) + NPK	110,2	14,8
8. Эталон 2 – Арганикум, 2 т/га	81,9	–
9. Испытуемое удобрение «Агролуг», 2 т/га	81,5	–0,4
10. Испытуемое удобрение «Агролуг» (KCl), 2 т/га	90,0	8,1
11. Испытуемое удобрение «Агролуг» (отсев гранитных пород), 2 т/га	91,2	9,3
12. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс), 2 т/га	93,8	11,9
12а. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс + аэросил), 2 т/га	96,9	15,0
НСР ₀₅	7,87	–

Качество салата листового оценивалось по содержанию нитратов. В первой ротации содержание нитратов, в зависимости от вариантов опыта, находилось в пределах от 617 до 1211 мг/кг сырой массы, соответственно во второй ротации – от 70,0 до 666 мг/кг сырой массы, при НДУ, равном 2500 мг/кг сырой массы. Содержание нитратов как в первой, так и во второй ротации было значительно ниже предельно допустимой концентрации во всех вариантах опыта.

Урожайность клубней картофеля Першацвет в условиях 2023–2024 гг. на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве (фермерское хозяйство «Горизонт» Мостовского района Гродненской области) составила на контроле без удобрений 279 ц/га, в варианте с применением стандартных удобрений (эталон 1) – 303 ц/га, с испытуемыми

удобрениями на фоне NPK – от 329 до 348 ц/га, с прибавкой к эталону в размере от 20 до 39 ц/га, при НСР₀₅ = 33,1 ц/га. Урожайность сухого вещества клубней картофеля по вариантам изменялась в пределах от 52,9 (контроль без удобрений) до 55,8–66,0 ц/га (с удобрениями).

Прибавка клубней картофеля от применения испытуемых органоминеральных удобрений в чистом виде (на фоне без NPK), по сравнению с эталоном (Арганикум (2 т/га) составила от 15 до 23 ц/га (в зависимости от марки удобрения), при НСР₀₅ = 33,1 ц/га. Следует также отметить, что эффективность гранулированных органических удобрений «Агролуг», производства ООО «Агро-минерал» как на первом, так и втором фоне была близкой с удобрениями «Арганикум» (табл. 7).

Таблица 7

Влияние гранулированных органических и органоминеральных удобрений на основе куриного помета на урожайность клубней картофеля Першацвет на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве в 2023–2024 гг., ц/га

The effect of granulated organic and organomineral fertilizers based on chicken manure on the yield of potato tubers Pershatsvet on sod-podzolic loose sandy loam soil in 2023–2024, c/ha

Вариант	Урожайность	Прибавка		Урожайность сухого вещества
		к фону	к эталону	
1	2	3	4	5
1. Контроль без удобрений	279	–	–	52,9
4. Фон – N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₄₀	303	–	–	55,8
На фоне NPK				
10. Эталон 1 – Арганикум, 2 т/га + NPK	309	6	0	56,6
11. Испытуемое удобрение «Агролуг», 2 т/га + NPK	329	26	20	56,0
12. Испытуемое удобрение «Агролуг» (отсев гранитных пород), 2 т/га + NPK	329	26	20	61,1
13. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс + аэросил), 2 т/га + NPK	341	38	32	61,5
13а. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс), 2 т/га + NPK	343	40	34	61,9

1	2	3	4	5
14. Испытуемое удобрение «Агролуг» (KCl), 2 т/га + NPK	348	45	39	58,3
<i>Без NPK</i>				
5. Эталон 2 – Арганикум, 2 т/га ОВ	329	26	0	56,4
6. Испытуемое удобрение «Агролуг», 2 т/га	327	24	-2	57,3
7. Испытуемое удобрение «Агролуг» (отсев гранитных пород), 2 т/га	344	41	15	61,4
8. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс + аэросил), 2 т/га	347	44	18	63,4
8а. Испытуемое удобрение «Агролуг» (фосфогипс), 2 т/га	351	48	22	64,1
9. Испытуемое удобрение «Агролуг» (KCl), 2 т/га	352	49	23	66,0
НСР ₀₅	33,1	–	–	3,81

Качество клубней картофеля оценивалось по содержанию нитратов, крахмала и товарности клубней. Содержание нитратов в клубнях картофеля при уборке в ранние сроки (31.08.2023) в испытуемых вариантах было несколько ниже или на уровне эталонных вариантов. При поздних сроках уборки картофеля содержание нитратов не должно превышать 250 мг NО₃ на 1 кг сырой массы, а при ранних сроках уборки оно может быть в 1,5–2 раза выше согласно постановлению № 72 от 12.08.2006 о внесении дополнения в санитарные правила и нормы.

ВЫВОДЫ

1. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири в исследованиях, проведенных в 2020–2023 гг., получен положительный эффект от применения препаратов на основе куриного помета, вносимых под сою. Установлена возможность замены минеральных азотных удобрений органическими препаратами на основе куриного помета. Отмечено, что предпосевное внесение препаратов в почву и обработка по вегетации активизировали вегетативное развитие растений и способствовали повышению урожайности зеленой массы и зерна сои.

2. При возделывании сои на зеленую массу рекомендуется внесение Препарата 1 по паровому предшественнику, что способствует достоверному увеличению урожайности зеленой массы сои на 3,3 т/га и по зерновому предшественнику – увеличение урожайности на 3,2 т/га по сравнению с контролем. Статистически значимая прибавка при посеве сои на зерно получена при внесении

препаратов 1 и 2 по паровому предшественнику, выход зерна увеличился на 2,6–3 ц/га, и препарата 3 по зерновому предшественнику.

3. На дерново-подзолистых почвах Беларуси установлено:

– применение органических и органоминеральных удобрений «Агролуг» (отсев горных пород гранита) под салат кочанный на фоне NPK способствовало повышению урожайности зеленой массы салата в первой ротации на 1,25 т/га, без NPK – 1,0 т/га, во второй ротации на 1,19 и 0,93 т/га при снижении содержания нитратов в зеленой массе салата. Под картофель – увеличение урожайности клубней на 20 и 15 ц/га, снижение содержания нитратов на 17–22 мг/кг сырой массы, увеличение содержания крахмала на 0,3–1,1 %, по сравнению с эталоном «Арганикум»;

– внесение органических и органоминеральных удобрений «Агролуг» (фосфогипс) под салат кочанный на фоне NPK способствовало повышению урожайности зеленой массы салата в первой ротации – на 1,24 и без NPK – 0,5 т/га и во второй ротации – на 1,12 ц/га и 1,19 т/га, при снижении содержания нитратов в зеленой массе салата на 243–260 (первая ротация) и 343–361 (вторая ротация) мг/кг сырой массы, соответственно под картофель – повышение урожайности клубней 3,4 и 2,2 т/га, снижение содержания нитратов – до 63 мг/кг сырой массы, увеличение содержания крахмала – на 0,4–0,8 % по сравнению с эталоном;

– внесение органоминерального удобрения «Агролуг» (фосфогипс + аэросил) под салат кочанный на фоне NPK способствовало повышению урожайности зеленой массы салата в первой ротации – на 1,98 и без NPK – 0,7 т/га и во второй ротации – на 1,48 и 1,5 т/га при снижении содержа-

ния нитратов в зеленой массе на 235–239 (первая ротация) и 344–356 (вторая ротация) мг/кг сырой массы, соответственно под картофель – повышение урожайности клубней 3,2 и 1,8 т/га, снижение содержания нитратов – до 59 мг/кг сырой массы, увеличение содержания крахмала – на 0,3–0,9 % по сравнению с эталоном;

– применение органоминерального удобрения «Агролуг» (KCl) под салат кочанный на фоне NPK обеспечивало повышение урожайности зеленой

массы в первой ротации – на 0,97 ц/га, без NPK – 1,11 т/га, во второй ротации – на 1,37 и 0,81 ц/га при снижении или равноценном содержании нитратов в зеленой массе на уровне эталона, соответственно под картофель – повышение урожайности клубней на 3,9 и 2,3 т/га, снижение содержания нитратов – на 29–62 мг/кг сырой массы, увеличение содержания крахмала на 0,3–0,9 % по сравнению с эталоном «Арганикум».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *A new method of biological disposal of poultry droppings* / M.B. Ulimbashev, M.I. Temmoev, N.V. Konik [et al.] // *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. – 2019. – Vol. 9, No. 1. – P. 4953–4956. – DOI: 10.35940/ijeat. A 2107.109119.
2. Антонова О.И., Калпокас В.В. Удобрительная, токсикологическая и ветеринарно-санитарная характеристика органического модифицированного удобрения на основе куриного помета // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2020. – № 6(188). – С. 58–63.
3. *Effect of Mineral-Microbial Deodorizing Preparation on the Value of Poultry Manure as Soil Amendment* / A.C. Żołnowski, T. Bakula, E. Rolka, A. Klasa // *Int J Environ Res Public Health*. – 2022. – № 19(24). – P. 16639. – DOI: 10.3390/ijerph192416639.
4. *Справочник агрохимика* / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. акад. В.В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
5. *Использование куриного помета для оптимизации питания сельскохозяйственных культур: монография* / И.А. Бобренко, Н.В. Гоман, А.Г. Шмидт [и др.]. – Омск, 2022. – 136 с.
6. *Использование птичьего помета в земледелии Омской области: рекомендации производству* / В.М. Красницкий, И.А. Бобренко, А.Г. Шмидт [и др.]. – Омск, 2020. – 44 с.
7. *Effect of Different Fertilizations on the Plant-Available Nitrogen in Soil Profile (0-100 cm): A Study on Chinese Cabbage* / R. Ahmed, L. Mao, Y. Li [et al.] // *Front Plant Sci*. – 2022. – № 13. – P. 863760. – DOI: 10.3389/fpls.2022.863760.
8. Красницкий В.М., Орлова Л.Н., Пунда Н.А. Рекомендации по использованию птичьего помета в Омской области. – Омск, 1989. – 38 с.
9. *Куриный помет как органическое удобрение: технологии компостирования и влияние на почвенные свойства (обзор)* / М.В. Семенов, А.Д. Железова, Н.А. Ксенофонтова [и др.] // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. – 2023. – № 115. – С. 160–198. – DOI: 10.19047/0136-1694-2023-115-160-198.
10. Щеткин Б.Н. Утилизация отходов птицеводства – решение проблем экологической безопасности и ресурсосбережения. – Пермь, 2002. – 135 с.
11. Новожилов Н.А. Влияние больших доз куриного помета на свойства и состав дерново-подзолистых грунтово-оглеенных почв: дис. ... канд. с.-х. наук. – Н. Новгород, 2004. – 140 с.
12. *Effects of chicken manure substitution for mineral nitrogen fertilizer on crop yield and soil fertility in a reduced nitrogen input regime of North-Central China* / L. Ning, X. Xu, Y. Zhang [et al.] // *Front. Plant Sci*. – 2022. – № 13. – P. 1050179. – DOI: 10.3389/fpls.2022.1050179.
13. *Increasing yield and N use efficiency with organic fertilizer in Chinese intensive rice cropping systems* / M. Zhang, Y. Lin, Y. Tian, K. Ceng // *Field Crops Research*. – 2018. – Vol. 227. – P. 102–109. – DOI: 10.1016/j.fcr.2018.08.010.
14. *Использование куриного помета как удобрения на агрочерноземе Южного Предуралья* / И.М. Габбасова, Т.Т. Гарипов, Л.В. Сидорова [и др.] // *Агрохимия*. – 2016. – № 8. – С. 30–35.
15. *Практическое использование куриного помета при возделывании озимой пшеницы* / А.С. Ганиев, Ф.С. Сибгатуллин, З.М. Халиуллина [и др.] // *Вестник НГИЭИ*. – 2022. – № 10(137). – С. 38–47. – DOI: 10.24412/2227-9407-2022-10-38-47.

REFERENCES

1. Ulimbashev M. B., Temmoev M. I., Konik N. V., Koshchayev A. G., Luneva A. V., Neverova O. P., Saleeva I. P., A new method of biological disposal of poultry droppings, *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 2019, Vol. 9, No. 1, pp. 4953–4956, DOI: 10.35940/ijeat. A 2107.109119.
2. Antonova, O.I., Kalpokas, V.V., *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo ag-rarnogo universiteta*, 2020, No. 6(188), pp. 58–63. (In Russ.)

3. Żołnowski A.C., Bakula T., Rolka E., Klasa A., Effect of Mineral-Microbial Deodorizing Preparation on the Value of Poultry Manure as Soil Amendment, *Int J Environ Res Public Health*, 2022, No. 19(24), pp. 16639, DOI: 10.3390/ijerph192416639.
4. Lapa V.V. [i dr.], *Spravochnik agrokimy* (Agrochemist's Handbook), Minsk: IVC Minfina, 2021, 260 p.
5. Bobrenko I.A., Goman N.V., Shmidt A.G., Kormin V.P., Trubina N.K., *Ispol'zovanie kurinogo pometa dlya optimizatsii pitaniya sel'skhozoyaj-stvennykh kul'tur* (Using chicken manure to optimize crop nutrition), 2022, 136 p.
6. Krasnickij V.M., Bobrenko I.A., Shmidt A.G., Goman N.V., Trubina N.K., Kormin V.P., Popova V.I., *Ispol'zovanie ptich'ego pometa v zemledelii Om-skoj oblasti* (Use of bird droppings in agriculture in Omsk region), Omsk, 2020, 44 p.
7. Ahmed R., Mao L., Li Y., Ding J., Lin W., Ahmed S., Abbas A., Ahmed W., *Effect of Different Fertilizations on the Plant-Available Nitrogen in Soil Profile (0-100 cm): A Study on Chinese Cabbage*, *Front Plant Sci.*, 2022, No. 13, pp. 863760, DOI: 10.3389/fpls.2022.863760.
8. Krasickij V.M., Orlova L.N., Punda N.A., *Rekomendacii po ispol'zovaniiu ptich'ego pometa v Omskoj oblasti* (Recommendations for the use of bird droppings in the Omsk region), Omsk, 1989, 38 p.
9. Semenov M.V., Zhelezova A.D., Ksenofontova N.A., Ivanova E.A., Nikitin D.A., *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*, 2023, No. 115, pp. 160–198, DOI: 10.19047/0136-1694-2023-115-160-198. (In Russ.)
10. Shchetkin B.N., *Utilizatsiya othodov pticevodstva – reshenie problem ekologicheskoy bezopasnosti i resursosberezheniya* (Poultry waste disposal – a solution to environmental safety and resource conservation issues), Perm', 2002, 135 p.
11. Novozhilov N.A., *Vliyanie bol'shih doz kurinogo pometa na svoystva i sostav durnovo-podzolistykh gruntovo-ogleennykh pochv* (The effect of large doses of chicken manure on the properties and composition of sod-podzolic ground-gleyed soils), Candidate's dissertation, Nizhnij Novgorod, 2004, 140 p.
12. Ning L., Xu X., Zhang Y., Zhao S., Qiu S., Ding W., Zou G., He P., Effects of chicken manure substitution for mineral nitrogen fertilizer on crop yield and soil fertility in a reduced nitrogen input regime of North-Central China, *Frontiers in Plant Science*, 2022, No. 13, pp. 1050179, DOI: 10.3389/fpls.2022.1050179.
13. Zhang M., Lin Y., Tian Y., Ceng K., Increasing yield and N use efficiency with organic fertilizer in Chinese intensive rice cropping systems, *Field Crops Research*, 2018, Vol. 227, pp. 102–109, DOI: 10.1016/j.fcr.2018.08.010.
14. Gabbasova I.M., Garipov T.T., Sidorova L.V., Sulejmanov R.R., Nazyrova F.I., Bayazitova L.I., Komissarov A.V., Yaubasarov R.B., *Agrokimiya*, 2016, No. 8, pp. 30–35. (In Russ.)
15. Ganiev A.S., Sibagatullin F.S., Haliullina Z.M., Ziganshin B.G., Gajfullin I.H., *Vestnik NGIEI*, 2022, No. 10(137), pp. 38–47, DOI: 10.24412/2227-9407-2022-10-38-47. (In Russ.)

Информация об авторах:

Т.А. Садохина, кандидат сельскохозяйственных наук
 Е.А. Матенькова, кандидат биологических наук
 Т.В. Гаврилец, кандидат биологических наук
 А.Ф. Петров, доктор сельскохозяйственных наук
 В.П. Данилов, кандидат сельскохозяйственных наук
 А.В. Кокорин, аспирант
 Г.В. Пироговская, доктор сельскохозяйственных наук
 Ю.К. Шашко, доктор сельскохозяйственных наук
 С.С. Хмелевский, кандидат сельскохозяйственных наук
 Д.Л. Зубаревич, директор ООО «Агроминерал»

Contribution of the authors:

T.A. Sadokhina, Candidate of Agricultural Sciences
 E.A. Matenkova, Candidate of Biological Sciences
 T.V. Gavrillets, Candidate of Biological Sciences
 A.F. Petrov, Doctor of Agricultural Sciences
 V.P. Danilov, Candidate of Agricultural Sciences
 A.V. Kokorin, Postgraduate Student
 G.V. Pirogovskaya, Doctor of Agricultural Sciences
 Yu.K. Shashko, Doctor of Agricultural Sciences
 S.S. Khmelevsky, Candidate of Agricultural Sciences
 D.L. Zubarevich, Director of Agromineral LLC

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.