



## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВСА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ

✉<sup>1,2</sup> Садохина Т.А.,<sup>1</sup> Матенькова Е.А.,<sup>1</sup> Гаврилец Т.В.,<sup>1</sup> Петров А.Ф.,  
<sup>2</sup> Данилов В.П.,<sup>2</sup> Кокорин А.В.

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет  
Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук  
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉e-mail: sadohina78@yandex.ru

Представлены результаты изучения влияния препаратов на основе куриного помета на рост и развитие овса. Куриный помет содержит в своем составе ценные вещества, которые легко используются растениями, но из-за содержания большого количества патогенных микроорганизмов его применение может приводить к загрязнению окружающей среды. В настоящее время перспективным направлением является использование птичьего помета после дополнительной обработки. В исследованиях применяли переработанный куриный помет с использованием кавитационно-вихревого теплогенератора методом перегонки сухого помета в виде 10%-го раствора в воде и получения различных проб удобрений. Обработку помета проводили при разных тепловых режимах – 60 и 75 °С, с использованием озона или без него. Изучено влияние органических удобрений на основе куриного помета на биологическую активность почвы и продуктивность овса. Численность основных групп микроорганизмов устанавливали общепринятым методом высева на плотные питательные среды. Фитотоксичность почвы определяли в соответствии с рекомендациями по тест-объекту. Рост и развитие овса изучали в течение вегетации, оценивая наступление фенологических фаз, биометрические показатели и элементы структуры урожайности. Выявлено негативное влияние куриного помета на микрофлору (появление условно фитопатогенных грибов) и фитотоксичность почвы, а также на состояние культурных растений. Помет, переработанный методом перегонки в органические удобрения, улучшает экологическую обстановку. Установлено положительное влияние органических удобрений на основе птичьего помета на фитосанитарное состояние и азотфиксирующую активность почвы. На фоне применения органических удобрений отмечено увеличение продуктивности овса. Получена достоверная прибавка зеленой массы и сухого вещества в фазу цветения овса на 6,0–6,2 и 1,1–1,7 т/га соответственно. Урожайность зерна овса была выше на 0,7–0,8 т/га, или 20%, по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** микрофлора почвы, помет, органическое удобрение, овес

## EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS BASED ON CHICKEN MANURE ON OAT PRODUCTIVITY AND MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF THE SOIL

✉<sup>1,2</sup> Sadokhina T.A.,<sup>1</sup> Matenkova E.A.,<sup>1</sup> Gavrilets T.V.,<sup>1</sup> Petrov A.F.,<sup>2</sup> Danilov V.P.,<sup>2</sup> Kokorin A.V.

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University  
Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences  
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

✉e-mail: sadohina78@yandex.ru

The results of studying the effect of preparations based on chicken manure on the growth and development of oats are presented. Chicken manure contains valuable substances that are easily used by

plants, but because of the large number of pathogens, its use can lead to pollution of the environment. Currently, a promising direction is the use of poultry manure after additional treatment. Recycled chicken manure was used in the research using a cavitation-vortex heat generator by distilling dry manure as a 10% solution in water and obtaining various fertilizer samples. The manure was treated at different thermal regimes - 60 and 75 °C, with or without ozone. The effect of organic fertilizers based on chicken manure on soil biological activity and productivity of oats was studied. Numbers of the main groups of microorganisms were established by the conventional method of seeding on nutrient dense media. Soil phytotoxicity was determined according to the test-object recommendations. Oat growth and development were studied during the vegetation period, evaluating the onset of phenological phases, biometric indicators and elements of yield structure. A negative effect of chicken manure on the microflora (the appearance of conditionally phytopathogenic fungi) and phytotoxicity of soil, as well as on the condition of cultivated plants was revealed. The manure processed by distillation into organic fertilizer improves the environmental situation. A positive effect of organic fertilizers based on poultry manure on the phytosanitary state of the soil and nitrogen-fixing activity of the soil was found. An increase in productivity of oats was noted on the background of the application of organic fertilizers. There was a significant increase in green mass and dry matter in the flowering phase of oats by 6.0-6.2 and 1.1-1.7 tons/ha, respectively. Oat grain yield was higher by 0.7-0.8 t/ha, or 20%, compared to the control.

**Keywords:** soil microflora, manure, organic fertilizer, oats

**Для цитирования:** Садохина Т.А., Матенькова Е.А., Гаврилец Т.В., Петров А.Ф., Данилов В.П., Кокорин А.В. Влияние органических удобрений на основе куриного помета на продуктивность овса и микробиологические показатели почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 3. С. 5–16. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-1>. EDN DBHIDW

**For citation:** Sadokhina T.A., Matenkova E.A., Gavrilets T.V., Petrov A.F., Danilov V.P., Kokorin A.V. Effect of organic fertilizers based on chicken manure on oat productivity and microbiological indicators of the soil. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 3, pp. 5–16. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-1>. EDN DBHIDW

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Птицеводство – одна из самых быстро-развивающихся агропромышленных отраслей в мире из-за растущего спроса на яйца и мясные продукты [1]. Куриный помет – отходы, образующиеся в больших количествах в процессе выращивания птицы, представляют собой смесь куриных фекалий, перьев, подстилки и разлитого корма, лекарств и воды<sup>1</sup> [2].

Такие отходы потенциально важны для внесения в почву в качестве органического удобрения из-за относительно высокого содержания в них питательных веществ, особенно азота, что связано с изначально высоким содержанием белка и аминокислот<sup>2</sup> [3]. Внесение в почву куриного помета в качестве органического удобрения – самый де-

шевый и наиболее экологически безопасный метод его утилизации [1]. Основная проблема заключается в том, как максимизировать преимущества куриного помета в качестве органического удобрения при одновременном смягчении потенциального негативного воздействия на окружающую среду, поскольку происходит загрязнение его патогенными микроорганизмами, в том числе бактериями, грибами, вирусами [4, 5]. В настоящее время одно из экологически безопасных и перспективных направлений использования в качестве органического удобрения птичьего помета – его предварительная переработка, которая позволяет довести качественные показатели удобрения до необходимых технологических, санитарно-гигиенических и удобрительных показателей [6].

<sup>1</sup>Aires A.M. Biodigestão Anaeróbica da Cama de Frangos de Corte com ou sem Separação das Frações Sólida e Líquida. Master's Thesis, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP, Jaboticabal, Brazil. 2009.

<sup>2</sup>Griffiths N. Best practice guidelines for using poultry litter on pastures. In Agnote DPI-212. Sydney, Australia: State of New South Wales (NSW) Department of Primary Industries 2007. P. 1–33.

Установлено, что взаимодействие между почвенными микробами и переработанным органическим удобрением может установить гомеостаз почвенных микробных сообществ, способствовать росту растений и подавлять переносимые через почву патогены [7]. В ризосфере происходят сложные биологические и экологические процессы, в частности взаимодействие растений и микробов, обитают полезные микробы, а также почвенные патогены, которые конкурируют друг с другом [8–12].

Ризосферное сообщество включает множество видов, оказывающих благотворное влияние на рост и здоровье растений, таких как азотфиксирующие бактерии, микоризные грибы, ризомикробы, стимулирующие рост растений, микробы биоконтроля и простейшие, в то время как переносимые через почву патогены, которые колонизируют ризосферу, вызывают заболевания растений, разрушая защитный микробный щит и преодолевая врожденные защитные механизмы растений [13]. Сложность и разнообразие микробов в ризосфере необходимы для поддержания гомеостаза в почвенной экосистеме [14].

Учитывая остроту проблемы утилизации птичьего помета в аграрном комплексе Сибирского региона, предотвращение деградации и повышение почвенного плодородия, а также отсутствие информации о влиянии нового органического удобрения на микробиологические показатели почвы, есть основание говорить об актуальности представленного исследования.

Цель исследования – дать сравнительную оценку органическим удобрениям на основе куриного помета и установить их влияние на биологическую активность почвы; определить эффективность использования птичьего помета в качестве органического удобрения для сохранения биоресурсов почвы и продуктивность овса.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020, 2021 гг. в полевых опытах на стационаре Сибирского научно-исследовательского института

кормов СФНЦА РАН, расположенном в северной лесостепи Приобья Новосибирской области. Тип почвы – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый, содержание органического углерода в почве 3,48%, pH 5,3. Сумма поглощенных оснований 58–61 мг/экв. на 100 г почвы. Предшественник – пар.

По климатическим ресурсам – это умеренно теплый, недостаточно увлажненный агроклиматический район. Среднегодовое количество осадков 350–450 мм, из них 254 мм выпадает в теплый период года (апрель – сентябрь), за июнь – август – 113–130 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 отклонениями по годам от 1500 до 2250°.

Вегетационный период 2020 г. по количеству осадков можно охарактеризовать (по обобщенному показателю ГТК за май – сентябрь 1,29) как близкий к климатической норме для места проведения исследований, но с переменным по месяцам количеством осадков и недостатком влаги в июне (ГТК 0,4) и во II декаде июля (ГТК 0,6). За вегетационный период 2021 г. сумма выпавших осадков составила 202 мм (ГТК 0,9). С мая по август сумма температур выше 10 °С составила 2090°. В летние месяцы вегетации растений температура воздуха была на уровне среднемноголетнего значения, и только в мае выше на 1,7–3,5 °С. Осадки распределялись неравномерно.

Схема опыта: контроль, куриный помет (без переработки), препарат 1, препарат 2, азотные удобрения N<sub>60</sub>. Изучали два варианта органических удобрений на основе куриного помета, полученных с использованием кавитационно-вихревого теплогенератора методом перегонки полусухого помета в виде 10%-го раствора в воде и получения различных проб удобрений, в дальнейшем применяемых в опыте. Обработку помета проводили при тепловых режимах от 60 до 75 °С с использованием озона или без него. Партии полученного органического удобрения

ния различались режимами переработки куриного помета. В лабораторных условиях проведено определение химического состава переработанного куриного помета, контролем служили исходные образцы помета. Установлено, что массовая доля сухого вещества непереработанного куриного помета составляет 76,7%, переработанного – 3,6%. Доля органического вещества в пересчете на сухое у исходного образца 77,2%, у переработанного – 81,6%, рН исходных образцов был 8,6, переработанных – 7,0. Содержание общего азота, фосфора и калия в пересчете на сухое вещество в исходных образцах куриного помета составляло 4,04; 2,48 и 1,56%. Под воздействием обработки их содержание в конечном продукте несколько повысилось (за исключением фосфора): 5,56; 2,78 и 12,78% соответственно. Таким образом, лабораторные исследования химического состава птичьего помета выявили повышение содержания основных элементов питания в переработанном курином помете по сравнению с непереработанным.

За контроль взяты варианты без внесения удобрений, с внесением куриного помета без обработки и с внесением азотных минеральных удобрений в норме  $N_{60}$ , эквивалентных органическим. Посев проведен в III декаде мая. Повторность опытов трехкратная, расположение вариантов систематическое. Посевная и учетная площадь делянок  $4 \times 15 \text{ м} = 60 \text{ м}^2$ . Внесение удобрений проведено в два срока: весеннее – в почву под предпосевную культивацию (вручную в виде раствора) и по вегетации в период формирования зерна.

Растения овса в годы исследований развивались по-разному. В 2021 г. вегетационный период был растянут, фазы развития растений отставали на неделю от аналогичных фаз в 2020 г. Рост растений оценивали в течение вегетационного периода. Кроме того, были проанализированы характеристики урожая овса. После посева на 12, 26, 41, 59 и 79-е сутки оценили характеристики роста и развития растений. Для определения основных параметров роста растений в поле из каждой повторности случайным образом отбирали 10 растений ( $n = 30$  в каждом ва-

рианте). Растения выкапывали и проводили учеты и наблюдения. Параметры урожая оценивали после уборки. Во время вегетации культуры выделяли несколько основных фаз. Продолжительность межфазных периодов определяли по следующим фазам развития овса: полным всходам, кущению, трубкованию, выметыванию, цветению, молочной спелости, восковой спелости, полной спелости. Компоненты урожайности анализировали путем оценки десяти случайных растений на каждом ранее разграниченном участке во время сбора урожая. Массу 1000 зерен оценивали путем обмолота, подсчета зерен и взвешивания.

Численность основных групп микроорганизмов определяли общепринятым методом высева на плотные питательные среды. Микроорганизмы учитывали на следующих средах: учет аммонификаторов – на МПА (мясопептонный агар); биохимическую активность микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, – на КАА (крахмалоаммиачный агар); учет аэробных азотфиксаторов – на среде Эшби по обрастанию комочков в процентах; учет целлюлозоразрушающих микроорганизмов – на среде Гетчинсона по обрастанию комочков в процентах; биохимическую активность грибов – на среде Чапека. Микроорганизмы высевали методом предельных разведений, инкубировали при температуре  $28^\circ\text{C}$  3–7 дней. Число выросших колоний с учетом содержания почвенной влаги, объема капли и разведения пересчитывали на численность микроорганизмов в 1 г абсолютно сухой почвы. Фитотоксичность почвы определяли в соответствии с рекомендациями по биотесту. В качестве биотеста применяли семена редиса сорта Жара. Общую фитотоксичность учитывали по всхожести семян, длине ростков, длине корней растительного материала. Для определения токсичности водорастворимых веществ семена редиса замачивали в почвенной вытяжке.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Доказано, что сельскохозяйственные культуры отзывчивы на внесение органических удобрений и препаратов из них. Раци-

ональное использование почвенного плодородия в сумме с применением препаратов на основе куриного помета с учетом обоснованных доз сроков и способов внесения дает возможность оптимизировать питание растений с целью получения высококачественного урожая. Преимущество органических удобрений состоит в разностороннем влиянии на растения и почву. Они являются существенным источником питательных веществ для сельскохозяйственных культур и микроорганизмов, участвующих в почвообразовании.

Применение куриного помета отразилось на численности основных групп микроорганизмов. При внесении куриного помета численность аммонификаторов в начале вегетационного периода имела тенденцию снижения в 2 раза в вариантах куриный помет и препарат 1. Незначительные отличия выявлены в варианте с применением азотных удобрений и препарата 2. В конце вегетационного периода активность аммонификаторов снизилась во всех вариантах по сравнению с началом периода. В варианте с азотными удобрениями численность микроорганизмов, разлагающих органический азот, снизилась в 4 раза.

На группу бактерий, усваивающих минеральный азот, препараты и органические удобрения не оказали влияния. Только в вариантах с препаратом 2 и с азотными удобрениями в июне отмечено угнетающее влияние. Наибольшее ингибирующее действие выявлено при применении азотных удобрений, где численность бактерий, усваивающих минеральный азот, снизилась в 5,4 раза по сравнению с контролем. В сентябре количество микроорганизмов снижалось на фоне препарата 1, препарата 2 и азотных удобрений. В осенний период преобладали процессы минерализации (см. табл. 1).

Таким образом, применение куриного помета, азотных удобрений снижало численность микроорганизмов, усваивающих органические формы азота в начале вегетационного периода. Численность микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, снижалась в вариантах с препаратом 2 и азотными удобрениями.

**Табл. 1.** Микрофлора почвы под овсом при внесении удобрений, млн КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Table 1.** Microflora of the soil under oats when applying fertilizers, mln. CFU in 1 g of absolutely dry soil, (average for 2020-2021)

Вариант	Бактерии, усваивающие органический азот (МПА)		Бактерии, усваивающие минеральный азот (КАА)	
	Июнь	Сентябрь	Июнь	Сентябрь
Контроль	301,10	44,50	129,30	124,80
Куриный помет	154,90	59,15	172,65	106,15
Препарат 1	149,90	58,65	129,65	60,65
Препарат 2 с добавками	347,90	32,30	89,30	78,80
Азотные удобрения N <sub>60</sub>	204,90	11,80*	23,65	84,15
НСР <sub>05</sub>	157,59	15,27	140,42	83,94

\*Достоверно на 95%-м уровне.

Меньше всего грибов наблюдали в вариантах куриный помет, препарат 2 с добавками, азотные удобрения, что меньше контроля от 1,1 и до 1,8 тыс. В варианте куриный помет доминировали грибы рода *Fusarium*, что может привести к фузариозу растений. Применение препарата 1 стимулировало развитие грибов рода *Trichoderma*, что улучшало фитосанитарное состояние почвы. В конце вегетационного периода количество микромицетов увеличилось по сравнению с началом. При внесении куриного помета отмечена тенденция к увеличению численности микромицетов, препарат 1 и азотные удобрения незначительно снижали количество грибов, препарат 2 с добавками достоверно уменьшал количество грибов в 3,9 раза (см. табл. 2).

Применение куриного помета в качестве удобрения снижало численность микромицетов, но приводило к тому, что доминировали условно фитопатогенные грибы в начале вегетационного периода. Препараты 1 и 2 способствовали развитию грибов рода *Trichoderma*. Применение азотных удобрений не влияло на численность микромицетов в почве.

**Табл. 2.** Численность микромицетов почвы под овсом при внесении удобрений, тыс. в 1 г абсолютно сухой почвы (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Table 2.** The number of micromycetes of the soil under oats when fertilizing, thousand per 1 g of absolutely dry soil (average for 2020, 2021)

Вариант	Июнь	Сентябрь
Контроль	4,65	11,80
Куриный помет	3,30	18,48
Препарат 1	5,30	10,81
Препарат 2 с добавками	2,45	3,01*
Азотные удобрения N <sub>60</sub>	3,95	9,35
НСП <sub>05</sub>	4,29	7,16

\*Достоверно на 95%-м уровне.

В условиях чернозема выщелоченного отмечено повышение азотфиксирующей способности почвы во всех вариантах, кроме варианта с азотными удобрениями (см. табл. 3).

Периодическое внесение органических удобрений способствует развитию свободноживущих микроорганизмов, усваивающих атмосферный азот. Внесение азотных удобрений снижает активность азотфиксации.

Наиболее чутким и простым в определении показателем загрязнения почв является ее общая фитотоксичность. Фитотоксич-

**Табл. 3.** Учет *Azotobacter* на среде Эшби, % (среднее за 2020, 2021 гг.)

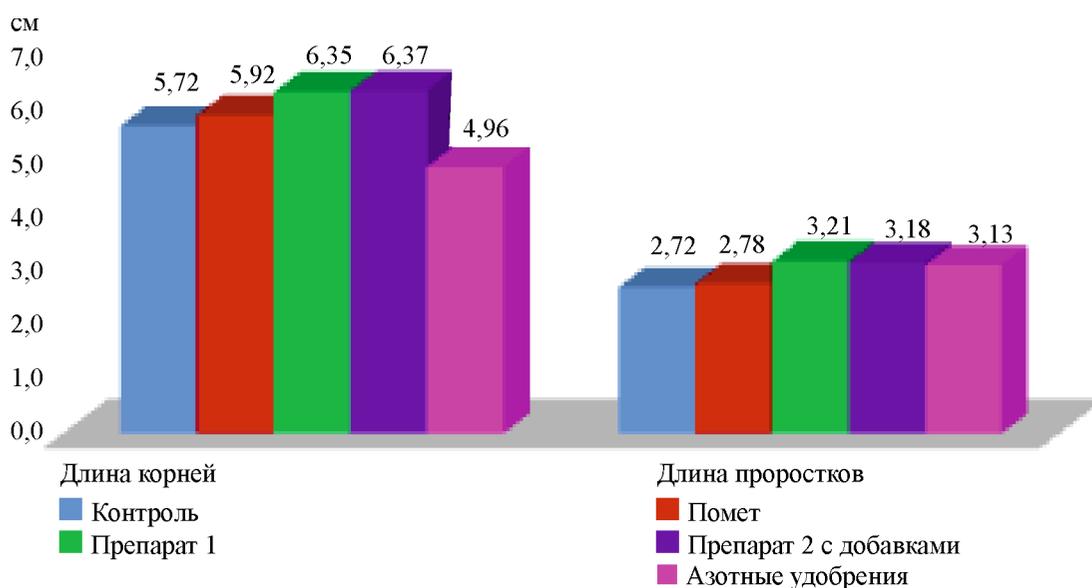
**Table 3.** *Azotobacter* registration on Ashby medium, % (average for 2020, 2021)

Вариант	Июнь	Сентябрь
Контроль	55,95	35,30
Куриный помет	84,45*	88,50*
Препарат 1	92,65*	96,00*
Препарат 2 с добавками	91,00*	77,50*
Азотные удобрения N <sub>60</sub>	26,65	20,50
НСП <sub>05</sub>	22,55	17,30

\*Достоверно на 95%-м уровне.

ность – свойство почвы, обусловленное наличием в ней загрязняющих веществ и токсинов, подавляющих рост и развитие высших растений. Основными достоинствами метода определения фитотоксичности являются его оперативность, простота и достаточно хорошая воспроизводимость.

Фитотоксичными считаются те почвы, водная вытяжка из которых угнетает прорастание семян тест-культуры или развитие проростков и корней на 20% и более в сравнении с контролем, или оказывает стимулирующее действие (меньше 30%), кото-



**Рис. 1.** Общая фитотоксичность почвы после внесения препаратов под овес в начале вегетации (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Fig. 1.** Total phytotoxicity of the soil after the introduction of preparations for oat culture at the beginning of the growing season (average for 2020, 2021)

рое также часто свидетельствует о наличии высокотоксичных веществ в данной почве. В июне при учете общей фитотоксичности почвы фитотоксического действия не отмечено (см. рис. 1).

Выявлена стимуляция роста корней и проростков на фоне применения препаратов 1 и 2. Длина корней тест-культуры на этих вариантах увеличилась на 0,63–0,65 см по сравнению с контролем. В отношении азотных удобрений отмечено незначительное угнетение длины корней тест-объектов (см. рис. 2).

При учете фитотоксичности водорастворимых веществ на фоне внесения помета наблюдали угнетение роста корней и ростков редиса (см. рис. 2). Это можно объяснить содержанием токсичных веществ, которые растворяются в воде и оказывают ингибирующее действие на тест-культуру. Лучше всего развивались корни тест-культуры при использовании препарата 1.

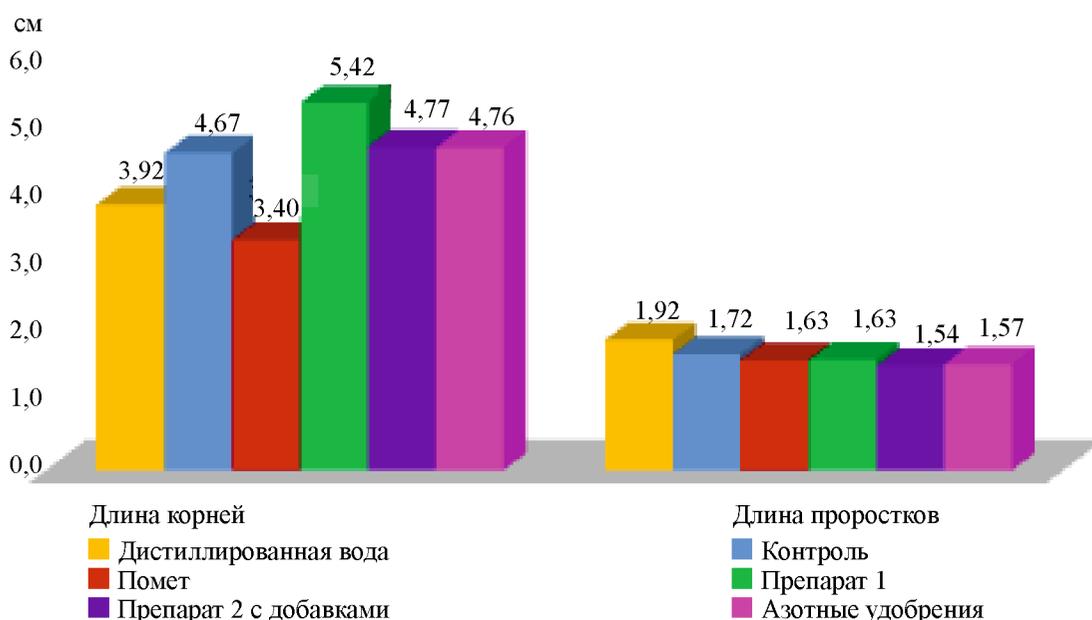
Наличие в почве токсических водорастворимых веществ негативно сказалось на развитии проростков редиса. Это выразилось в снижении длины ростков при использовании всех препаратов.

Изучение фитотоксичности почвы проводили в динамике. К концу вегетации на фоне внесения помета и азотных удобрений отмечено небольшое угнетение роста корней и ростков тест-культуры, что свидетельствует о незначительном общем токсическом действии (см. рис. 3).

При использовании препаратов 1 и 2 ингибирующего действия в отношении корней не выявлено, напротив, отмечена стимуляция роста корневой системы тест-культуры. В почве, отобранной в конце вегетационного периода, наблюдалась фитотоксичность водорастворимых веществ, о чем свидетельствует замедление роста корней и проростков (см. рис. 4). Достоверное уменьшение длины корней по сравнению с дистиллированной водой отмечено в контрольной почве (в 1,3 раза) и в варианте с внесением помета (в 1,7 раза).

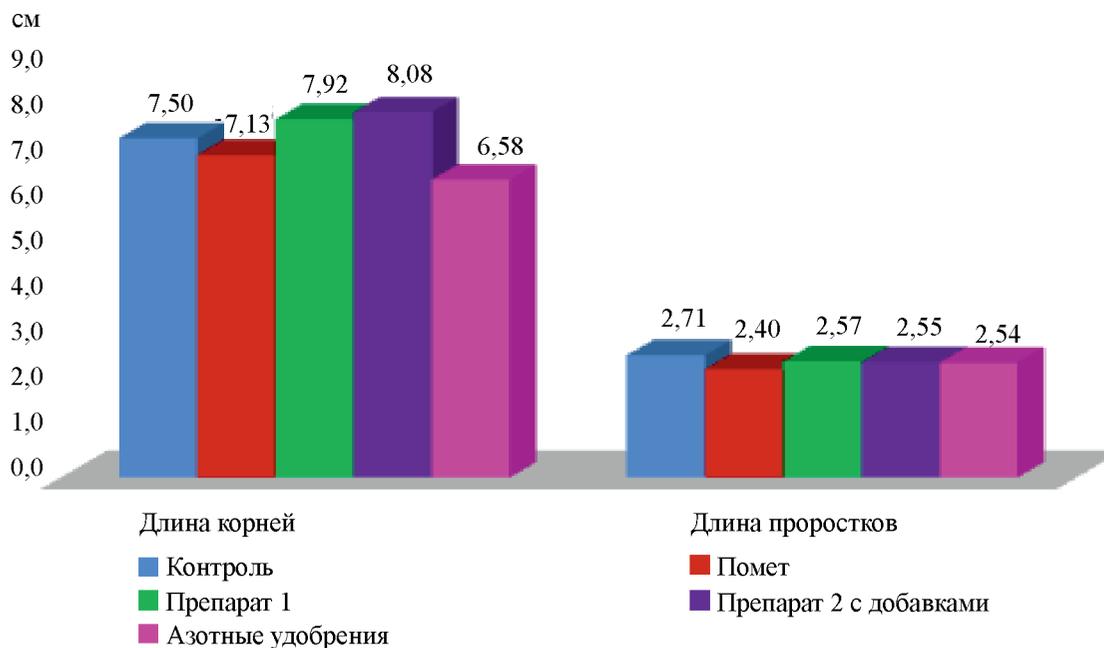
Использование препаратов 1 и 2 незначительно ингибировало рост корней тест-культуры по сравнению с дистиллированной водой, но стимулировало их относительно контроля.

Длина проростков снижалась по отношению к дистиллированной воде на всех вари-



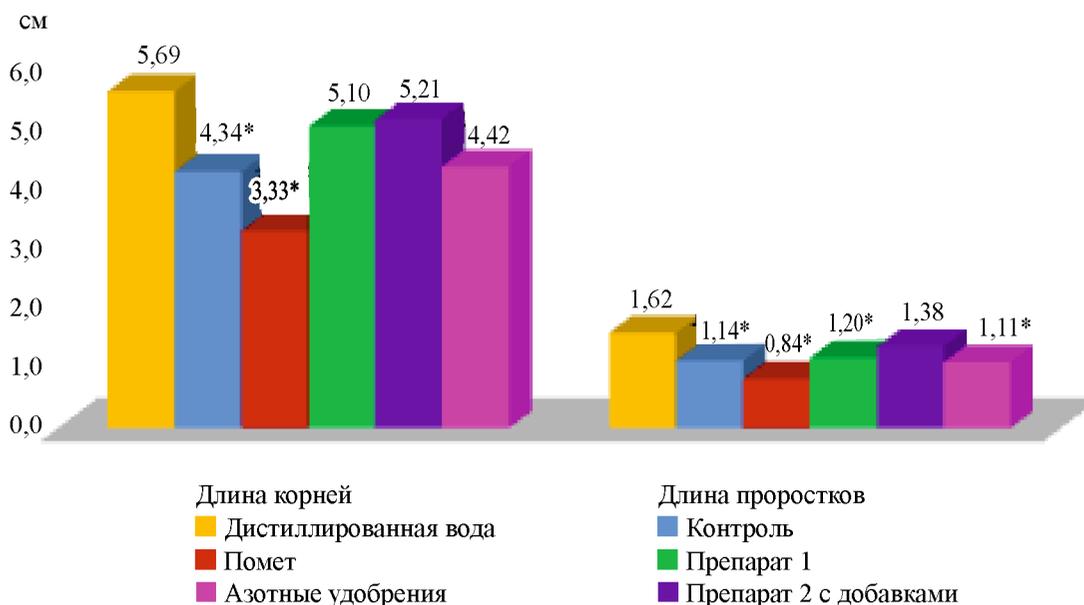
**Рис. 2.** Фитотоксичность водорастворимых веществ почвы после внесения препаратов под овес в начале вегетации (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Fig. 2.** Phytotoxicity of water-soluble soil substances after the introduction of preparations for oat culture at the beginning of the growing season (average for 2020, 2021)



**Рис. 3.** Общая фитотоксичность почвы после внесения препаратов под овес в конце вегетации (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Fig. 3.** Total phytotoxicity of the soil after the introduction of preparations for oat culture at the end of the growing season (average for 2020, 2021)



**Рис. 4.** Фитотоксичность водорастворимых веществ почвы после внесения препаратов под овес в конце вегетации (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Fig. 4.** Phytotoxicity of water-soluble soil substances after the introduction of preparations for oat culture at the end of the growing season (average for 2020, 2021)

\*Достоверно на 5%-м уровне.

антах, однако при использовании препарата 2 отличия были недостоверными. Больше всего длина проростков тест-культуры угнеталась на фоне внесения помета (в 1,9 раза).

Таким образом, при использовании чистого куриного помета в качестве удобрения

для сельскохозяйственных культур ухудшается экологическое состояние почвы, о чем свидетельствует фитотоксическое воздействие на тест-объекты.

В наших исследованиях отслеживали влияние препаратов не только на почву, но и на

рост и развитие овса. На основании результатов, полученных в полевом эксперименте в 2021, 2022 гг., установлено положительное влияние органических удобрений на основе куриного помета на формирование основных элементов структуры урожая овса: количество и массу побегов, высоту растений, массу 1000 зерен и семян с растения.

Отмечено положительное влияние препаратов 1 и 2 на высоту растений овса, которое различалось в зависимости от фенологической фазы. В фазу кущения высота на контроле составила 30,0 см, на вариантах с применением препаратов 1 и 2 – на 1,2–4,6 см выше (на 4–15%). Аналогичная тенденция прослеживалась и в фазу цветения. В фазу созревания высота на контроль-

ном варианте составила 88,0 см, применение препаратов 1 и 2 оказало ростостимулирующее влияние – увеличение высоты растений на 4,5–7,0%.

Внесение препаратов 1 и 2 на основе куриного помета способствовало более активному накоплению зеленой массы и сухого вещества в фазу цветения овса, которая достоверно увеличивалась на 6,0–6,2 и 1,16–1,7 т/га соответственно по сравнению с контролем (см. табл. 4).

Применение препаратов 1 и 2 положительно отразилось на урожайности овса, прибавка составила 0,7–0,82 т/га, что на 20% выше контроля и на 10% эффективнее внесения минеральных удобрений. Зафиксировано увеличение массы зерен в метелке

**Табл. 4.** Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность зеленой массы овса, т/га (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Table 4.** The effect of organic and mineral fertilizers on the yield of green mass of oats, t/ha (average for 2020, 2021)

Вариант	Зеленая масса, т/га	Содержание сухого вещества, %	Сбор сухого вещества, т/га
Контроль	25,1	18,5	4,6
Куриный помет	28,3	18,1	5,0
Препарат 1	31,6*	18,5	5,8
Препарат 2 с добавками	31,1*	20,2	6,3
Азотные удобрения N <sub>60</sub>	28,8	18,0	5,0
НСР <sub>05</sub>	2,81		

\*Достоверно на 95%-м уровне.

**Табл. 5.** Влияние препаратов на основе куриного помета на формирование элементов структуры урожая овса (среднее за 2020, 2021 гг.)

**Table 5.** The effect of preparations based on chicken manure on the formation of elements of the structure of the oat harvest (average for 2020, 2021)

Вариант	Количество растений перед уборкой, шт./м <sup>2</sup>	Масса зерна в метелке, г	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность биологическая, т/га	Урожайность, т/га
Контроль	338	1,12	27	36,4	4,1	3,9
Куриный помет	345	1,23	30	38,5	4,5	4,3
Препарат 1	350	1,4	32	37,8	4,9*	4,7*
Препарат 2 с добавками	356	1,35	31	37,4	4,8*	4,6*
Азотные удобрения N <sub>60</sub>	345	1,22	30	38,7	4,4	4,3
НСР <sub>05</sub>					0,49	0,46

на 16–25%, числа зерен в метелке – на 17 и массы 1000 зерен на 3,6% (см. табл. 5).

Анализ продуктивности элементов структуры урожая показал, что повышение урожайности связано преимущественно с увеличением массы зерна в метелке ( $r = 0,74$ ) и числа зерен в метелке ( $r = 0,68$ ).

Проведенные в 2021 г. в условиях достаточно благоприятной фитосанитарной ситуации наблюдения посевов овса (с применением препаратов) не выявили тенденции к увеличению уровня зараженности растений возбудителями болезней, находящихся в органических удобрениях. Оценка фитосанитарного состояния посевов выявила наличие пятнистостей на корнях растения. На контрольном варианте индекс развития болезни составил 9,5%, что ниже ЭПВ, с распространенностью 100%. На опытных вариантах индекс развития болезни значительно ниже – до 2,7% и распространенностью до 70%.

## ВЫВОДЫ

1. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири получен положительный эффект от внесения препаратов 1 и 2 (на основе куриного помета) в почву перед посевом и по вегетации в фазе плодообразования под овес. Получена достоверная прибавка зеленой массы и сухого вещества в фазу цветения овса на 6,0–6,2 и 1,16–1,7 т/га соответственно по сравнению с контролем. Урожайность зерна овса была выше на 0,71–0,82 т/га, или 20%, по сравнению с контролем. Обработка препаратами 1 и 2 улучшала структурные показатели растений овса: на 16–25% увеличивалась масса зерна и на 17% – количество зерен в метелке.

2. Проведенный анализ данных о микробиологическом составе почв при внесении разных форм органических и минеральных удобрений показал, что применение куриного помета не оказывает положительного влияния на численность полезной микрофлоры почвы под овсом. Внесение препаратов 1 и 2 способствует улучшению фитосанитарного состояния почвы, развитию свободноживущих микроорганизмов, усваивающих атмосферный азот, что повышает доступность элементов питания для растений.

3. Использование чистого куриного помета в качестве удобрений для сельскохозяйственных культур ухудшает экологическое состояние почвы, о чем свидетельствует фитотоксическое воздействие на тест-объекты. Применение препаратов, полученных с использованием кавитационно-вихревого оборудования, способствует снижению фитотоксического воздействия по сравнению с контролем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов В.Н., Корнеева О.С., Искусных О.Ю., Искусных А.Ю. Инновационные способы переработки биоотходов птицеводства // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. № 82 (1). С. 194–200. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-1-194-200.
2. Sanchuki C.E., Soccol C.R., de Carvalho. Evaluation of poultry litter traditional composting process // Brazilian Archives of Biology and Technology. 2011. Vol. 54. P. 1053–1058. DOI: 10.1590/S1516-89132011000500024.
3. Enticknap J.J., Nonogaki H., Place A.R. Microbial diversity associated with odor modification for production of fertilizers from chicken litter // Applied Environmental Microbiology. 2006. Vol. 72. P. 4105–4114. DOI: 10.1128/AEM.02694-05.
4. 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.
5. Брюханов А.Ю. Обеспечение экологической безопасности животноводческих и птицеводческих предприятий (наилучшие доступные технологии): монография. СПб.: ИАЭП, 2017. 296 с.
6. Васильев Э.В., Брюханов А.Ю., Козлова Н.П. Оценка эффективности наилучших доступных технологий для интенсивного животноводства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 88. С. 131–142.
7. Fang S., Liu D., Ye T. Tree Species Composition Influences Enzyme Activities and Microbial Biomass in the Rhizosphere. A Rhizobox Approach // PloS One. 2013. Vol. 8 (4). DOI: 10.1371/journal.pone.0061461.

8. Bais H.P., Weir T.L., Perry L.G. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms // *Annual Review of Plant Biology*. 2006. Vol. 57 (1). P. 233–266. DOI: 10.1146/annurev.arplant.57.032905.105159.
9. Philippot L., Raaijmakers J.M., Lemanceau P. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere // *Nature Reviews Microbiology*. 2013. Vol. 11 (11). P. 789–799. DOI: 10.1038/nrmicro3109.
10. Kent A.D., Triplett E.W. Microbial communities and their interactions in soil and rhizosphere ecosystems (Review) // *Annual Review of Microbiology*. 2002. Vol. 56 (1). P. 211–229. DOI: 10.1146/annurev.micro.56.012302.161120.
11. Kinkel L.L., Bakker M.G., Schlatter D.C. A coevolutionary framework for managing disease-suppressive soils // *Annual review of phytopathology*. 2011. Vol. 49. P. 47–67. DOI: 10.1146/annurev-phyto-072910-095232.
12. Mendes R., Garbeva P., Raaijmakers J.M. The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms // *FEMS Microbiology Reviews*. 2013. Vol. 37 (5). P. 634–663. DOI: 10.1111/1574-6976.12028.
13. Garbeva P., Veen J.A.V., Elsas J.D.V. Microbial Diversity in Soil: Selection of Microbial Populations by Plant and Soil Type and Implications for Disease Suppressiveness // *Annual Review of Phytopathology*. 2004. Vol. 42 (42). P. 243–270. DOI: 10.1146/annurev.phyto.42.012604.135455.
14. Raaijmakers J.M., Paulitz T.C., Steinberg C. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms // *Plant & Soil*. 2009. Vol. 321 (1–2). P. 341–361. DOI: 10.1007/s11104-008-9568-6.
1. Popov V.N., Korneeva O.S., Iskusnykh O.Yu., Iskusnykh A.Yu. Innovative ways to process poultry waste. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2020, no. 82 (1), pp. 194–200. (In Russian). DOI: 10.20914/2310-1202-2020-1-194-200.
2. Sanchuki C.E., Socol C.R., de Carvalho. Evaluation of poultry litter traditional composting process. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2011, vol. 54, pp. 1053–1058. DOI: 10.1590/S1516-89132011000500024.
3. Enticknap J.J., Nonogaki H., Place A.R. Microbial diversity associated with odor modification for production of fertilizers from chicken litter. *Applied Environmental Microbiology*, 2006, vol. 72, pp. 4105–4114. DOI: 10.1128/AEM.02694-05.
4. Antonova O.I., Kalpokas V.V. Fertilizing, toxicological and veterinary-sanitary characteristics of organic modified fertilizer based on chicken manure. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2020, no. 6 (188), pp. 58–63. (In Russian).
5. Bryukhanov A.Yu. *Ensuring environmental safety of livestock and poultry enterprises (best available technologies)*: St. Petersburg, IAEP Publ., 2017, 296 p. (In Russian).
6. Vasil'ev E.V., Bryukhanov A.Yu., Kozlova N.P. Evaluation of the effectiveness of the best available technologies for intensive livestock breeding. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva = Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products*, 2016, no. 88, pp. 131–142. (In Russian).
7. Fang S., Liu D., Ye T. Tree Species Composition Influences Enzyme Activities and Microbial Biomass in the Rhizosphere. A Rhizobox Approach. *PloS One*, 2013, vol. 8 (4). DOI: 10.1371/journal.pone.0061461.
8. Bais H.P., Weir T.L., Perry L.G. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology*, 2006, vol. 57 (1), pp. 233–266. DOI: 10.1146/annurev.arplant.57.032905.105159.
9. Philippot L., Raaijmakers J.M., Lemanceau P. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nature Reviews Microbiology*, 2013, vol. 11 (11), pp. 789–799. DOI: 10.1038/nrmicro3109.
10. Kent A.D., Triplett E.W. Microbial communities and their interactions in soil and rhizosphere ecosystems (Review). *Annual Review of Microbiology*. 2002, vol. 56 (1), pp. 211–229. DOI: 10.1146/annurev.micro.56.012302.161120.
11. Kinkel L.L., Bakker M.G., Schlatter D.C. A coevolutionary framework for managing disease-suppressive soils. *Annual review of phytopathology*, 2011, vol. 49, pp. 47–67. DOI: 10.1146/annurev-phyto-072910-095232.

## REFERENCES

12. Mendes R., Garbeva P., Raaijmakers J.M. The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiology Reviews*, 2013, vol. 37 (5), pp. 634–663. DOI: 10.1111/1574-6976.12028.
13. Garbeva P., Veen J.A.V., Elsas J.D.V. Microbial Diversity in Soil: Selection of Microbial Populations by Plant and Soil Type and Implications for Disease Suppressiveness. *Annual Review of Phytopathology*, 2004, vol. 42 (42), pp. 243–270. DOI: 10.1146/annurev.phyto.42.012604.135455.
14. Raaijmakers J.M., Paulitz T.C., Steinberg C. The rhizosphere: a playground and battlefield for soil-borne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant & Soil*, 2009, vol. 321 (1–2), pp. 341–361. DOI: 10.1007/s11104-008-9568-6.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Садохина Т.А.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: sadohina78@yandex.ru

**Матенькова Е.А.**, кандидат биологических наук, доцент

**Гаврилец Т.В.**, кандидат биологических наук, доцент

**Петров А.Ф.**, кандидат сельскохозяйственных наук, декан, заведующий кафедрой

**Данилов В.П.**, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель руководителя

**Кокорин А.В.**, аспирант

#### AUTHOR INFORMATION

✉ **Tatyana A. Sadokhina**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** PO Box 463, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sadohina78@yandex.ru

**Elena A. Matenkova**, Candidate of Science in Biology, Associate Professor

**Tatyana V. Gavrilets**, Candidate of Science in Biology, Associate Professor

**Andrey F. Petrov**, Candidate of Science in Agriculture, Dean, Department Head

**Viktor P. Danilov**, Candidate of Science in Agriculture, Deputy Head

**Artem V. Kokorin**, Postgraduate Student

Дата поступления статьи / Received by the editors 07.04.2022  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.05.2022  
Дата публикации / Published 25.07.2022