

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-907

УДК 631.6.02



Научная статья

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ НА МАЛОПРОДУКТИВНЫХ И ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

*А.В. Тиньгаев, А.С. Давыдов, Ю.В. Чепрунова*

**Обоснование.** В настоящее время деградации подвержены почти 2 миллиарда гектаров земли. Повысить плодородие малопродуктивных и деградированных земель, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур возможно внесением органических отходов, объемы которых ежегодно в мире увеличиваются. Доля влияния вариантов опыта на урожайность редьки масличной составило 31,8 %, согласно информационно-логического анализу.

**Цель.** Целью исследования являлась оценка степени влияния норм внесения органических отходов на урожайность редьки масличной с использованием информационно-логической модели.

**Материалы и методы.** В исследовании применялись системный подход, информационно-логический анализ. Статистическая обработка данных проводилась в Excel. Полевой опыт был заложен и проведен по методике, изложенной в работе Б. А. Доспехова. Исследования по использованию птичьего помета в Алтайском крае в качестве удобрения нами проводились с 2014 г, а осадка сточных вод с 2019 г.

Исследования по повышению плодородия малопродуктивных и деградированных почв с использованием органических удобрений проводились в Калманском районе Алтайского края. Ранее на опытном участке органические удобрения не применялись. Полевой опыт включал 5 вариантов в 3-х-кратной повторности. Площадь каждой повторности составляла 500 м<sup>2</sup>.

*Варианты полевого опыта: внесение помета 10 т/га, внесение осадка сточных вод 15 т/га, внесение осадка сточных вод 45 т/га, внесение смеси помета 5 т/га и осадка сточных вод 15 т/га, контроль (без внесения птичьего помета и ОСВ).*

*Полевой опыт был заложен с редькой масличной на зеленую массу.*

**Результаты.** *В полевом опыте применялись осадки сточных вод со сроком хранения на иловых площадках более 5 лет, которые были взяты с очистных сооружений канализации г. Барнаула, а также перепревший в бурте в течение 12 месяцев смешанный птичий помет от разновозрастных кур несушек с клеточным содержанием АО «Птицефабрика «Молодежная».*

*На основании проведенных исследований, была определена урожайность редьки масличной. За время исследований максимальная урожайность редьки масличной сформировалась на варианте с использованием птичьего помета нормой 10 т/га, она составила 84,2 т/га. Немного этому значению уступала урожайность редьки масличной с вариантом ОСВ – 45 т/га, она составила 79,6 т/га. Самая низкая урожайность сформировалась на контроле – 49,4 т/га.*

*Была проведена оценка разности средних по t-критерию Стьюдента при доверительной вероятности 0,95. Разность между контролем и внесением птичьего помета составила 34,78. Разность между контролем и внесением 15 т/га осадка сточных вод составила 12,99. Разность между контролем и внесением 45 т/га осадка сточных вод составила 30,16. Разность между контролем и внесением смеси птичьего 5 т/га помета и 15 т/га осадка сточных вод составила 24,46.*

*В результате изучения влияния вариантов опыта на урожайность редьки масличной с использованием информационно-логического анализа получили коэффициент эффективности передачи информации  $K$  (редьки) = 0,3186.*

**Заключение.** *Таким образом, информационно-логический анализ выявил 31,8% влияния на урожайность редьки масличной внесения органических отходов. Информационно-логический анализ также выявил влияние органических отходов 18,89% на массовую долю сырой золы и 19,70% массовую долю сырого протеина зеленой массы редьки масличной по вариантам опыта.*

**Ключевые слова:** *птичий помет; осадки сточных вод; органические отходы; деградированные земли; урожайность; информационно-логический анализ*

*Для цитирования. Тиньгаев А.В., Давыдов А.С., Чепрунова Ю.В. Исследования влияния органических отходов на урожайность редьки масличной на малопродуктивных и деградированных землях с использованием информационно-логического анализа // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №2. С. 126-141. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-907*

Original article

## RESEARCH ON THE IMPACT OF ORGANIC WASTE ON OILSEED RADISH YIELD ON LOW-PRODUCTIVE AND DEGRADED LANDS USING INFORMATION-LOGIC ANALYSIS

*A.V. Tingaev, A.S. Davydov, Y.V. Cheprunova*

**Background.** Currently, almost 2 billion hectares of land are subject to degradation. To increase the fertility of low-productive and degraded lands, to increase the yield of agricultural crops is possible by applying organic waste, the volume of which increases annually in the world. The share of influence of the experiment variants on the yield of oilseed radish was 31,8 %, according to the information-logical analysis.

**Objective.** The purpose of the study was to assess the degree of influence of organic waste application rates on the yield of oilseed radish using information-logical model.

**Materials and Methods.** A systematic approach, information-logical analysis were used in the study. Statistical processing of data was carried out in Excel. The field experiment was laid and conducted according to the methodology outlined in the work of B. A. Dospekhov. We conducted research on the use of poultry manure in Altai Krai as a fertilizer since 2014, and sewage sludge since 2019.

Studies on improving the fertility of low-productive and degraded soils using organic fertilizers were conducted in Kalmansky district of Altai Krai. Previously, organic fertilizers were not used on the experimental plot. The field experiment included 5 variants in 3-fold repetition. The area of each repetition was 500 m<sup>2</sup>.

Field experiment variants: application of manure 10 t/ha, application of sewage sludge 15 t/ha, application of sewage sludge 45 t/ha, application of a mixture of manure 5 t/ha and sewage sludge 15 t/ha, control (without application of poultry manure and WWS).

The field experiment was established with oilseed radish on green mass.

**Results.** In the field experiment we used sewage sludge with storage period on sludge pads for more than 5 years, which were taken from sewage treatment facilities of Barnaul, as well as mixed poultry manure from different-aged laying hens with cage housing of JSC "Poultry farm "Molodezhnaya", which had been digested in a pile for 12 months.

Based on the conducted research, the yield of oilseed radish was determined. During the studies, the maximum yield of oilseed radish was formed on the variant with the use of poultry manure rate of 10 t/ha, it amounted to 84.2 t/ha. A little

*inferior to this value was the yield of oilseed radish with OSV variant - 45 t/ha, it amounted to 79.6 t/ha. The lowest yield was formed on the control - 49.4 t/ha.*

*The difference in mean was evaluated by Student's t-test at a confidence level of 0.95. The difference between control and poultry manure application was 34.78. The difference between control and application of 15 t/ha sewage sludge was 12.99. The difference between control and application of 45 t/ha sewage sludge was 30.16. The difference between control and application of a mixture of poultry 5 t/ha litter and 15 t/ha sewage sludge was 24.46.*

*As a result of studying the effect of experiment variants on the yield of oilseed radish using information-logic analysis, the coefficient of efficiency of information transfer  $K$  (radish) = 0.3186 was obtained.*

**Conclusion.** *Thus, the information-logic analysis revealed 31.8% effect of organic waste application on yield of oilseed radish. The information-logic analysis also revealed 18.89% effect of organic wastes on mass fraction of crude ash and 19.70% mass fraction of crude protein of green mass of oilseed radish in the experiment variants.*

**Keywords:** *poultry litter; sewage sludge; organic waste; degraded land; crop yield; information-logical analysis*

**For citation.** *Tingaev A.V., Davydov A.S., Cheprunova Y.V. Studies of the Influence of Organic Waste on the Yield of Oilseed Radish on Low-Productive and Degraded Lands using Information-Logical Analysis. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 2, pp. 126-141. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-907*

## **Введение**

В мире ежегодно увеличиваются объемы отходов из-за экономического роста, увеличения численности населения мира и деятельности человека [16]. В России образуется около 1 млрд. м<sup>3</sup> осадков сточных вод и 286 млн. т навоза и помета в год, из них 17 млн. т/год составляет помет птицы, утилизация которых является сложной экологической и технологической проблемой (по данным Минприроды РФ, 2021).

С другой стороны, во всем мире деградации подвержены почти 2 миллиарда гектаров земли, в России доля деградированных земель составляет более 12,3% (по данным ФАО, Минприроды РФ, 2021). Ежегодно из-за эрозии в мире теряется 24 миллиарда тонн плодородных почв. Мониторинг пахотных угодий на площади 11,1 млн га по содержанию органического вещества в России, показал 1,1 млн. га почв с очень низким содержанием гумуса [6, 17].

По мнению российских и зарубежных исследователей, улучшить плодородие малопродуктивных и деградированных земель и увеличить урожайность сельскохозяйственных культур возможно внесением органических отходов [1-5,11-15]. Различные органические отходы и нормы их внесения в качестве удобрений оказывают различное влияние на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Впервые нами были проведены исследования для юга Западной Сибири по использованию смеси органических отходов на деградированных почвах для повышения урожайности редьки масличной. Для выявления количественной оценки влияния птичьего помета, осадков сточных вод и их смеси в разных нормах внесения был использован информационно-логический анализ, основанный на теории информации.

**Цель исследования** – оценка степени влияния норм внесения органических отходов на урожайность редьки масличной с использованием информационно-логической модели.

Задачи исследования: 1) обосновать возможность использования органических отходов в качестве удобрений; 2) выявить методами математической статистики и информационно-логическим анализом влияние внесения органических отходов в качестве удобрений на урожайность редьки масличной.

### **Материалы и методы**

Исследования по повышению плодородия малопродуктивных и деградированных почв с использованием органических удобрений проводились в Калманском районе Алтайского края. Опытный участок находится в лесостепной зоне, в пределах северо-восточной части Приобского плато на юго-востоке от села Новороманово на землях крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) “Березовая роща”. Площадь опытного поля более 20 га.

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный маломощный среднегумусный среднесуглинистый ( $Ч^2_{1с}$ ). Почва подвержена дефляционным процессам, в связи с этим мощность гумусового горизонта составляет всего 40 см. и характеризуется нейтральной реакцией среды (рН 6,1), высоким содержанием подвижного фосфора (178 мг/кг) и обменного калия (125 мг/кг) (таблица 1).

В полевом опыте применялись осадки сточных вод со сроком хранения на иловых площадках более 5 лет, которые были взяты с очистных сооружений канализации г. Барнаула, а также перепревший в бурте в течение 12 месяцев смешанный птичий помет от разновозрастных кур несушек с кле-

точным содержанием АО «Птицефабрика «Молодежная». Исследования по использованию птичьего помета в Алтайском крае в качестве удобрения нами проводились с 2014 г, а осадка сточных вод с 2019 г.

Таблица 1.

## Агрохимический анализ почвы опытного поля

Показатель	Почвенный горизонт		
	A <sub>глуб</sub>	A	AB
pH <sub>сол</sub>	6,1	6,0	6,2
pH <sub>води</sub>	6,9	7,0	7,2
Гумус, %	4,4	3,7	1,6
Азот общий, %	0,25	0,19	0,11
Фосфор общий, %	0,4	0,34	0,35
Калий общий, %	2,8	2,6	2,6
Азот легкогидролизуемый (Нл.г.), мг/кг	20,0	11,4	8,2
Фосфор подвижный (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), мг/кг	178	145	132
Калий обменный (K <sub>2</sub> O), мг/кг	125	19,8	6,8
Мышьяк, мг/кг	0,9	0,94	1,02
Железо, мг/кг	1244,2	1198,3	1250,6
Никель, мг/кг	28,8	29,7	31,9
Ртуть, мг/кг	0,011	0,011	0,009
Цинк, мг/кг	50,0	47,6	51,3
Медь, мг/кг	27,9	26,1	29,1
Кадмий, мг/кг	0,12	0,10	0,08
Свинец, мг/кг	11,4	10,9	11,37

Птичий помет и ОСВ к месту расположения делянок доставляли на грузовых машинах. Органические отходы на делянки вносились сплошным методом разбрасывателем органических удобрений ПТР-7. Заделка птичьего помета и ОСВ в почву проводилась механизированным способом дисковыми боронами Amazone Catros-4001. Посев осуществлялся механизированным способом сеялкой MD 19-40.

Осадки сточных вод и птичий помет характеризовались высоким содержанием органического вещества и биогенных элементов. В агрохимической характеристике осадка сточных вод и птичьего помета были проанализированы следующие показатели: влажность (%), pH, азот общий (N), %, фосфор общий (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), % калий общий (K<sub>2</sub>O), %, органическое вещество, %. В осадках сточных вод влажность составила 18,2%, pH – 5,7, азот общий – 3,3%, фосфор общий – 2%, калий общий – 1,2 %, органи-

ческое вещество – 6,9%. Птичий помет содержит органическое вещество 33,4%, влажность – 38,6%, pH – 8.9%, азот общий – 1,8%, фосфор общий – 1,8%, калий общий – 0,3%.

Влажность птичьего помета превышает влажность осадка сточных вод на 20,4%. В осадке сточных вод по сравнению с птичьим пометом содержится больше биогенных элементов азота, фосфора и калия, соответственно в 1,83, 1,11, 4 раза. В птичьем помете выше, чем в ОСВ, содержание органического вещества в 4,8 раза, что в дальнейшем увеличит содержание азота в почве.

При использовании органических отходов в сельскохозяйственном производстве необходим строгий контроль наличия тяжелых металлов в их составе (таблица 2).

Таблица 2.

**Содержание тяжелых металлов и мышьяка в осадках сточных вод  
и птичьем помете**

Показатель	Органические отходы		Предельно-допустимые концентрации (ГОСТ Р 54534-2011)
	Осадки сточных вод	Птичий помет	
Цинк, мг/кг	67,2	65,8	3500
Медь, мг/кг	95,4	42,1	750
Кадмий, мг/кг	0,69	0,09	30
Свинец, мг/кг	40,8	0,2	500
Ртуть, мг/кг	0,018	0,011	15
Мышьяк, мг/кг	0,15	0,11	20

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в осадках сточных вод оказалось выше, чем в птичьем помете, но ни по одному элементу нет превышения значений предельно-допустимых концентраций (ПДК).

Патогенных микроорганизмов, личинок и яиц гельминтов (жизнеспособных), личинок и куколок синантропных мух в изученных образцах осадка сточных вод и птичьего помета не обнаружено. По санитарно-паразитологическим показателям осадки сточных вод и помет могут использоваться без ограничения.

Ранее на опытном участке органические удобрения не применялись. Полевой опыт включал 5 вариантов в 3-х-кратной повторности. Площадь каждой повторности составляла 500 м<sup>2</sup>.

Варианты полевого опыта:

1 вариант: внесение помета 10 т/га;

2 вариант: внесение осадка сточных вод 15 т/га;

3 вариант: внесение осадка сточных вод 45 т/га;

4 вариант: внесение смеси помета 5 т/га и осадка сточных вод 15 т /га;

5 вариант: контроль (без внесения птичьего помета и ОСВ).

Полевой опыт был заложен с редькой масличной на зеленую массу. В исследовании применялись системный подход, информационно-логический анализ. Статистическая обработка данных проводилась в Excel. Полевой опыт был заложен и проведен по методике, изложенной в работе Б. А. Доспехова.

### Результаты и обсуждение

Климат Калманского района Алтайского края резко континентальный. Наиболее высокая среднемесячная температура зафиксирована в июне – 22,3°С с абсолютным максимумом 38,5°С. Годовое значение гидротермического коэффициента по Селянину составило 1,15, что характеризует территорию опытного поля как зону обеспеченной увлажненности (Т. В. Терещенко., 2023).

На основании проведенных исследований, была определена урожайность редьки масличной (табл.3). В полевом опыте выявлены существенные различия вариантов.

За время исследований максимальная урожайность редьки масличной сформировалась на варианте с использованием птичьего помета нормой 10 т/га, она составила 84,2 т/га. Немного этому значению уступала урожайность редьки масличной с вариантом ОСВ – 45 т/га, она составила 79,6 т/га. Самая низкая урожайность сформировалась на контроле – 49,4 т/га.

Таблица 3.

#### Урожайность зеленой массы редьки масличной

Вариант	Урожайность, т/га	Изменение урожайности относительно контроля	
		т/га	%
Смесь помета 5 т/га и осадка сточных вод 15 т /га	73,9	+24,5	+49,4739
ОСВ 45 т/га	79,6	+30,2	+61,0279
ОСВ 15 т/га	62,4	+13,0	+26,2849
Помет 10 т/га	84,2	+34,8	+70,3764
Контроль	49,4		
НСР 05		14,9	
Точность опыта,%		7,55	



Была проведена оценка разности средних по t-критерию Стьюдента при доверительной вероятности 0,95. Разность между контролем и внесением птичьего помета составила 34,78. Разность между контролем и внесением 15 т/га осадка сточных вод составила 12,99. Разность между контролем и внесением 45 т/га осадка сточных вод составила 30,16. Разность между контролем и внесением смеси птичьего 5 т/га помета и 15 т/га осадка сточных вод составила 24,46.

Важным показателем, определяющим возможность использования выращенной продукции на корм скоту, является ее питательная ценность [9-10].

Питательную ценность зеленой массы редьки масличной на всех вариантах опыта исследовали по двум показателям: массовая доля сырого протеина (%) и массовая доля сырой золы (%).

Максимальное значение по показателю массовая доля протеина сформировалось на варианте – помет 10 т/га и составило 13,87%. Немного этому значению уступил вариант – ОСВ 15 т/га, она составила 13,01%. Массовая доля сырого протеина на варианте – смесь помета 5 т/га и осадка сточных вод 15 т/га составила 12,79%, а на варианте – ОСВ 45 т/га она составила 11,95%. Самый низкий показатель массовой доли сырого протеина на контроле, она составила 11,57%.

Максимальное значение по показателю массовая доля сырой золы сформировалось на варианте – смесь помета 5 т/га и осадка сточных вод 15 т/га и составила 9,4%. Немного этому значению уступил вариант – контроль, где показатель 9,1%. На вариантах ОСВ 45 т/га и ОСВ 15 т/га, массовая доля сырой золы составила 8,8%. Самый низкий показатель массовой доли сырой золы на варианте – помет 10 т/га, она составила 8,6%.

По содержанию сырого протеина и сырой золы (%) представленные образцы соответствуют пищевой ценности и могут использоваться на корм скоту.

Сельскохозяйственные культуры, выращенные для использования их в качестве корма для животных, не должны содержать тяжелых металлов и токсичных элементов в количествах, превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК).

Содержание всех тяжелых металлов и мышьяка в зеленой массе редьки масличной со всех вариантов опыта не превышает ПДК.

Результаты лабораторных исследований зеленой массы редьки масличной представлены в таблице 4.

Таблица 4.

**Содержание тяжелых металлов и мышьяка в зеленой массе редьки масличной**

Вариант	Цинк, мг/кг	Медь, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Свинец, мг/кг	Ртуть, мг/кг	Мышьяк, мг/кг
Смесь помета 5 т/га и осадка сточных вод 15 т/га	43,72	6,54	0,21	4,12	0,013	0,03
ОСВ 45 т/га	39,9	4,31	0,15	4,45	0,022	0,03
ОСВ 15 т/га	32,92	4,24	0,14	4,47	0,020	0,04
Помет 10 т/га	38,98	5,44	0,2	3,92	0,021	0,04
Контроль	32,42	4,79	0,18	4,21	0,024	0,03
Допустимые уровни	50	30	0,3	5	0,05	0,5

Для определения влияния вариантов полевого опыта на урожайность зеленой массы редьки масличной был проведен информационно-логический анализ. Информационно-логический анализ позволяет собрать модель локализации явления от факторов, а также с помощью него можно установить степень зависимости и оценить влияние факторов. В отличие от корреляционного анализа он не требует линейности, метричности и позволяет делать логические высказывания.

Коэффициент эффективности передачи информации (К), попадающей от влияющих факторов (Т) к явлению (урожайности), и отметка показателей устанавливаются по числу информации [3].

Проведенный информационно-логический анализ показал наличие прямой тесной связи между урожайностью редьки масличной и вариантами полевого опыта. Количество поступающей информации от фактора (Т) - 0,74 бит; коэффициент эффективности передачи информации (К) равен 0,3186; доля участия фактора (Д) составляет 31,8%. Максимальное варьирование урожайности наблюдается в варианте с внесением помета ( $H(a/b) = 2,0463$ ), минимальное варьирование - в варианте без внесения органических отходов в качестве удобрений ( $H(a/b) = 0,7218$ ).

Форму логической зависимости урожайности устанавливали с помощью функции m-значной логики.

Мы можем построить информационно-логическую модель урожайности сельскохозяйственных культур на основе ранжирования значений коэффициента эффективности переноса (К):

$$Y = \Phi \times K \times T,$$

где Y – урожайность сельскохозяйственных культур;  $\Phi$  – обозначение логической функции нелинейного произведения;  $\Phi$  – фактор (влияние внесения органических отходов по вариантам опыта); К – коэффициент

эффективности передачи информации;  $T$  – число поступающей информации от фактора.

В результате изучения влияния вариантов опыта на урожайность редьки масличной с использованием информационно-логического анализа получили коэффициент эффективности передачи информации  $K$  (редьки) = 0,3186, показывающий степень влияния органических отходов на урожайность.

Для определения влияния вариантов полевого опыта на питательную ценность редьки масличной был проведен информационно-логический анализ.

Проведенный информационно-логический анализ показал наличие прямой тесной связи между показателями массовой доли сырой золы редьки масличной и вариантами полевого опыта. Количество поступающей информации от фактора ( $T$ ) - 0,5066 бит; коэффициент эффективности передачи информации ( $K$ ) равен 0,2182; доля участия фактора ( $D$ ) составляет 18,89%.

Максимальное варьирование показателей массовой доли сырой золы наблюдается в варианте с внесением ОСВ 15 и на смеси ОСВ с птичьим пометом ( $H(a/b)$ ) = 2,2463, минимальное варьирование - в варианте без внесения органических отходов в качестве удобрений  $H(a/b)$  = 1,6855.

Проведенный информационно-логический анализ показал наличие прямой тесной связи между показателями массовой доли сырого протеина редьки масличной и вариантами полевого опыта. Количество поступающей информации от фактора ( $T$ ) – 0,4975 бит; коэффициент эффективности передачи информации ( $K$ ) равен 0,2143; доля участия фактора ( $D$ ) составляет 19,70%.

Максимальное варьирование показателей массовой доли сырого протеина наблюдается в варианте с внесением помета  $H(a/b)$  = 2,4463, минимальное варьирование – в варианте без внесения органических отходов в качестве удобрений  $H(a/b)$  = 1,6855.

Таким образом, информационно-логический анализ показал, существенное положительное влияние на питательную ценность редьки масличной при внесении птичьего помета, осадков сточных вод и их смеси.

## Выводы

В полевом опыте выявлены существенные различия влияния органических отходов на урожайность с НСР 14,9 т/га. Наибольшая урожайность зеленой массы редьки масличной была получена на вариантах с внесением помета 10 т/га (84,2 т/га) и осадка сточных вод нормой 45 т/га (79,6 т/га). Информационно-логический анализ выявил, что степень влияния внесения органических отходов внесённых в качестве удобрений на урожайность редьки масличной составляет 31,8%. Также выявлено влияние

органических отходов внесенных в качестве удобрений на питательную ценность редьки масличной по вариантам опыта.

**Информация о спонсорстве.** Работа выполнена по госзаданию МСХ РФ в 2023 г. Рег. № НИОКТР 123032900014-7.

**Sponsorship information.** The work was carried out under the state order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation in 2023. Reg. No. NIOCTR 123032900014-7.

### *Список литературы*

1. Варданян М.А. Технология утилизации органических отходов // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2023. № 3. С. 15-19.
2. Добкович Й. Переработка органических отходов для восполнения кормового дефицита // Твердые бытовые отходы. 2022. № 6 (192). С. 30-33.
3. Изотов А.М., Тарасенко Б.А., Дударев Д.П. Информационно-логическая модель зависимости синтезирующей деятельности корней озимой пшеницы от агротехнических и метеорологических факторов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 30 (193). С. 79-88.
4. Кирейчева Л.В., Яшин В.М. Технология восстановления плодородия деградированных почв выработанных торфяников на основе применения удобрительно-мелиорирующей смеси // Плодородие. 2018. № 5 (104). С. 2-5.
5. Кокунова И.В., Кулакова Н.Н., Истомин С.В. Эффективность органических удобрений в зависимости от способа их производства // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3 (40). С. 48-54.
6. Лобковский В.А., Андреева О.В., Куст Г.С. Интеграция международной и национальной систем мониторинга и оценки деградации земель в России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 9-27. doi: 10.31857/S2587556622010095
7. Малютина Л.А., Тиньгаев А.В., Давыдов А.С. Влияние птичьего помета на агрофизическое состояние и плодородие почв Бие-Чумышской возвышенности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 10 (228). С. 51-55.
8. Маринченко Т.Е. Перспективные разработки в области переработки помета // Эффективное животноводство. 2021. № 7 (173). С. 80-83.
9. Мерзлая Г.Е. Агроэкологическая эффективность традиционных и новых органических удобрений // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 5. С. 49-53.

10. Мерзлая Г.Е. Оценка качества продукции в органическом и традиционном земледелии //Контроль качества продукции. 2019. № 12. С. 32-34.
11. Никифорова Ю.Ю. Влияние компостов на основе производственных отходов на плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур // АгроЭкоИнженерия. 2022. № 3 (112). С. 70-82.
12. Радченко Е.П., Вдовина А.Н. Утилизация остатков сточных вод в качестве удобрений как одно из направлений в решении экологических проблем // Аграрное и земельное право. 2022. № 8 (212). С. 95-98.
13. Разборская С.К., Полянский П.С., Виссарионова Е.А., Попов В.Г. Технологические направления утилизации и обезвреживания органических отходов различного происхождения // Вода: химия и экология. 2023. № 6. С. 22-29.
14. Сариева Г.К., Айтбаева Ж.Т., Ибраева Н.И. Влияние местных минеральных и органических стимуляторов на рост пшеницы // Вестник Иссык-Кульского университета. 2022. № 51. С. 50-57.
15. Титова В.И., Бойцун Д.И., Мартьянова О.С. Влияние птичьего помета на обеспеченность почв основными макро- и микроэлементами//Плодородие. 2023. № 1 (130). С. 49-53.
16. Dharmendra. Organic Waste: Generation, Composition and Valorisation. In Advanced Organic Waste Management; Hussain, C., Hait, S., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2022; pp. 3–15. doi: 10.1016/B978-0-323-85792-5.00024-1 .
17. Kraamwinkel, C.T., Beaulieu, A., Dias, T. et al. Planetary limits to soil degradation. *Commun Earth Environ* 2, 249 (2021). doi: 10.1038/s43247-021-00323-3.
18. Tingayev A.V., Cheprunova Yu.V. Impact of pollutants in the soil of the agrolandscape of the recultivated landfill on crops //Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14. № 2. С. 373-386. doi: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-373-386
19. Shan, Y., Lv, M., Zuo, W. et al. Sewage sludge application enhances soil properties and rice growth in a salt-affected mudflat soil. *Sci Rep* 11, 1402 (2021). doi: 10.1038/s41598-020-80358-2
20. Vokosov Z. Production of organic fertilizers using local raw materials // *Universum: технические науки*. 2023. № 4-8 (109). С. 12-14.

### *Referenses*

1. Vardanyan M.A. Technology of organic waste utilization // Oil and gas technologies and environmental safety. 2023. № 3. С. 15-19.
2. Dobkovic J. Recycling of organic waste to fill the feed deficit // *Municipal Solid Waste*. 2022. № 6 (192). С. 30-33.

3. Izotov A.M., Tarasenko B.A., Dudarev D.P. Information-logical model of dependence of synthesizing activity of winter wheat roots on agrotechnical and meteorological factors // *Izvestia agricultural science Tavrida*. 2022. № 30 (193). C. 79-88.
4. Kireicheva L.V., Yashin V.M. Technology of restoration of fertility of degraded soils of depleted peatlands based on the use of fertilizer-meliorating mixture// *Fertility*. 2018. № 5 (104). C. 2-5.
5. Kokunova I.V., Kulakova N.N., Istomin S.V. Efficiency of organic fertilizers depending on the method of their production // *Izvestiya Velikolukskoy State Agricultural Academy*. 2022. № 3 (40). C. 48-54.
6. Lobkovskiy V.A., Andreeva O.V., Kust G.S. Integration of international and national systems of monitoring and assessment of land degradation in Russia// *Izvestia of the Russian Academy of Sciences. Series geographical*. 2022. T. 86. № 1. C. 9-27. doi: 10.31857/S2587556622010095
7. Malyutina L.A., Tingaev A.V., Davydov A.S. Influence of poultry manure on agrophysical condition and soil fertility of Bie-Chumyshskaya upland // *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2023. № 10 (228). C. 51-55.
8. Marinchenko T.E. Perspective developments in the field of manure processing// *Effective livestock breeding*. 2021. № 7 (173). C. 80-83.
9. Merzlaya G.E. Agroecological efficiency of traditional and new organic fertilizers // *Russian Agricultural Science*. 2022. № 5. C. 49-53.
10. Merzlaya G.E. Evaluation of product quality in organic and conventional farming // *Product Quality Control*. 2019. № 12. C. 32-34.
11. Nikiforenko Yu. Yu. Influence of composts based on industrial waste on soil fertility and productivity of agricultural crops // *AgroEcoEngineering*. 2022. № 3 (112). C. 70-82.
12. Radchenko, E.P.; Vdovina, A.N. Utilization of sewage residues as fertilizers as one of the directions in solving environmental problems // *Agrarnoe i zemstvennoe pravo*. 2022. № 8 (212). C. 95-98.
13. Razborskaya S.K., Polyanskiy P.S., Vissarionova E.A., Popov V.G. Technological directions of utilization and neutralization of organic wastes of different origin // *Water: chemistry and ecology*. 2023. № 6. C. 22-29.
14. Sarieva G.K., Aitbaeva J.T., Ibraeva N.I. Influence of local mineral and organic stimulants on wheat growth // *Bulletin of Issyk-Kul University*. 2022. № 51. C. 50-57.
15. Titova V.I., Boitsun D.I., Martyanova O.S. Influence of poultry manure on soil availability of basic macro- and microelements // *Fertility*. 2023. № 1 (130). C. 49-53.
16. Dharmendra. Organic Waste: Generation, Composition and Valorisation. In *Advanced Organic Waste Management*; Hussain, C., Hait, S., Eds.; Elsevier:

- Amsterdam, The Netherlands, 2022; pp. 3–15. doi: 10.1016/B978-0-323-85792-5.00024-1 .
17. Kraamwinkel, C.T., Beaulieu, A., Dias, T. et al. Planetary limits to soil degradation. *Commun Earth Environ* 2, 249 (2021). doi: 10.1038/s43247-021-00323-3.
  18. Tingayev A.V., Cheprunova Yu.V. Impact of pollutants in the soil of the agrolandscape of the recultivated landfill on crops // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022. Т. 14. № 2. С. 373-386. doi: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-373-386
  19. Shan, Y., Lv, M., Zuo, W. et al. Sewage sludge application enhances soil properties and rice growth in a salt-affected mudflat soil. *Sci Rep* 11, 1402 (2021). doi: 10.1038/s41598-020-80358-2
  20. Vokkosov Z. Production of organic fertilizers using local raw materials // *Universum: технические науки*. 2023. № 4-8 (109). С. 12-14.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Тиньяев Анатолий Владимирович**, д.т.н., доцент

*ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ*

*пр-т Красноармейский, 98, г. Барнаул, 656049, Российская Федерация  
avtin@mail.ru*

**Давыдов Александр Степанович**, д.с.-х.н., профессор

*ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ*

*пр-т Красноармейский, 98, г. Барнаул, 656049, Российская Федерация  
adav55@yandex.ru*

**Чепрунова Юлия Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры информационных технологий *ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет»*

*ул. Молодежная, 55, г. Барнаул, 656031, Российская Федерация  
zubkova.ula@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Anatoly V. Tingaev**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

*Altai State Agrarian University*

*98, Krasnoarmeysky Ave., Barnaul, 656049, Russian Federation  
avtin@mail.ru*

---

**Alexander S. Davydov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
*Altai State Agrarian University*  
98, Krasnoarmeysky Ave., Barnaul, 656049, Russian Federation  
adav55@yandex.ru

**Yulia V. Cheprunova**, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer at  
the Department of Information Technologies  
*Altai State Pedagogical University*  
55, Molodezhnaya Str., Barnaul, 656031, Russian Federation  
zubkova.ula@mail.ru

Поступила 11.01.2024

После рецензирования 01.03.2024

Принята 13.03.2024

Received 11.01.2024

Revised 01.03.2024

Accepted 13.03.2024