

Научная статья/Research Article

УДК 631.872

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-58-65

Анастасия Андреевна Ахтямова<sup>1✉</sup>, Дмитрий Иванович Еремин<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра СО РАН, п. Московский, Тюменский район, Тюменская область, Россия

<sup>1</sup>gen.i72@mail.ru

<sup>2</sup>soil-tyumen@yandex.ru

## ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЛОМЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «РОСТОК» В ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ

Цель исследований – изучение влияния гуминового препарата «Росток» на химический состав соломы яровой пшеницы в лесостепи Зауралья. Исследования проводили в полевых условиях в северной лесостепи Зауралья с 2013 по 2016 г. на пахотном черноземе выщелоченном. Опыт предусматривал обработку измельченной соломы гуминовым препаратом «Росток» с последующим распределением ее на поверхности почвы и на глубине 10, 20, 30 см, моделируя распределение растительных остатков в пахотном слое. Срок экспозиции составил 12 месяцев. Установлено, что обработка соломы гуминовым препаратом «Росток» снижает непродуктивные потери азота и способствует высвобождению фосфора и калия из соломы. За 12 месяцев экспозиции содержание азота в соломе, обработанной водой и расположенной на поверхности почвы (контроль), уменьшилось в 2,8 раза относительно исходных значений и достигло  $0,25 \pm 0,05$  %. Содержание азота в соломе, обработанной гуминовым препаратом «Росток», достигало  $0,41 \pm 0,14$  %, что в 1,6 раза больше контроля. К концу периода экспозиции значение C:N в соломе, обработанной гуминовым препаратом и расположенной на поверхности почвы, составляло  $108 \pm 11$  ед., что в 1,6 раза меньше относительно контроля. Значения содержания азота в запаханых растительных остатках через 12 месяцев экспозиции двух вариантов перекрывали друг друга (контроль  $0,66 \pm 0,08$  %, Росток  $0,73 \pm 0,12$  %). Данная тенденция наблюдалась и на соотношении углерода к азоту (контроль  $72 \pm 16$  %, Росток  $60 \pm 4$  %). Содержание азота в соломе зависит на 31 % от локализации и на 20 % от гуминового препарата «Росток». Характер изменения фосфора и калия в соломе зерновых культур более чем на 80 % зависит от обработки соломы гуминовым препаратом «Росток», тогда как локализация соломы не оказывает достоверного влияния.

**Ключевые слова:** гуминовый препарат «Росток», почвенная микробиота, химический состав соломы, потери питательных веществ, отношение углерода к азоту, дисперсионный анализ, вариабельность

**Для цитирования:** Ахтямова А.А., Еремин Д.И. Изменение химического состава соломы яровой пшеницы при использовании гуминового препарата «Росток» в лесостепи Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4. С. 58–65. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-58-65.

Anastasia Andreevna Akhtyamova<sup>1✉</sup>, Dmitry Ivanovich Eremin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – branch of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Moskovsky settlement, Tyumen District, Tyumen Region, Russia

<sup>1</sup>gen.i72@mail.ru

<sup>2</sup>soil-tyumen@yandex.ru

**CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF SPRING WHEAT STRAW WHEN USING THE ROSTOK HUMIC PREPARATION IN THE FOREST-STEPPE OF THE TRANS-URALS**

The aim of research is to study the effect of the humic preparation Rostok on the chemical composition of spring wheat straw in the forest-steppe of the Trans-Urals. The studies were carried out in the field in the northern forest-steppe of the Trans-Urals from 2013 to 2016 on arable leached chernozem. The experiment included the treatment of crushed straw with the Rostok humic preparation, followed by its distribution on the soil surface and at a depth of 10, 20, 30 cm, simulating the distribution of plant residues in the arable layer. The exposure period was 12 months. It was established that the treatment of straw with the humic preparation Rostok reduces unproductive losses of nitrogen and promotes the release of phosphorus and potassium from the straw. For 12 months of exposure the nitrogen content in the straw treated with water and located on the soil surface (control) decreased by 2.8 times relative to the initial values and reached  $0.25 \pm 0.05$  %. The nitrogen content in the straw treated with the Rostok humic preparation reached  $0.41 \pm 0.14$  %, which is 1.6 times more than the control. By the end of the exposure period, the C:N value in the straw treated with a humic preparation and located on the soil surface was  $108 \pm 11$  units, which is 1.6 times less than the control. Values of nitrogen content in plowed plant residues after 12 months of exposure of the two variants overlapped each other (control  $0.66 \pm 0.08$  %, Rostock  $0.73 \pm 0.12$  %). This trend was also observed in the ratio of carbon to nitrogen (control  $72 \pm 16$  %, Rostock  $60 \pm 4$  %). The nitrogen content in the straw depends on 31 % of localization and 20 % on the humic preparation Rostok. The nature of the change in phosphorus and potassium in the straw of grain crops by more than 80 % depends on the treatment of straw with the humic preparation Rostok, while the localization of the straw does not have a significant effect.

**Keywords:** humic preparation Rostok, soil microbiota, chemical composition of straw, loss of nutrients, carbon to nitrogen ratio, analysis of variance, variability

**For citation:** Akhtyamova A.A., Eremin D.I. Changes in the chemical composition of spring wheat straw when using the Rostok humic preparation in the forest-steppe of the Trans-Urals // Bulliten KrasSAU. 2023;(4): 58–65. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-58-65.

**Введение.** Современные достижения науки в виде новых сортов сельскохозяйственных культур и технологий их возделывания определили вектор развития сибирского земледелия [1]. В настоящее время активно внедряется интенсивная система выращивания культур с использованием разнообразного сортимента агрохимикатов. Урожайность зерновых культур в Северном Зауралье достигла 4,0–7,0 т/га зерна, что привело к усилению антропогенной нагрузки на почву [2]. Во многих хозяйствах солома стала единственным органическим удобрением, поэтому главной задачей становится оптимизация процесса ее трансформации в гумус с минимальными потерями питательных веществ. В современных агрофитоценозах практически единственным источником поступления растительных остатков в почву являются сами культурные растения, среди которых зерновые занимают доминирующее значение. В последние годы в России и за рубежом в центре внимания находится изучение процессов, ускоряющих трансформацию питательных веществ и деструкции растительных остатков, которые остаются на полях после уборки зерновых культур [3–6]. Повышенный интерес к данной теме обусловлен снижением

содержания гумуса и ухудшением физико-химических свойств пахотных почв [7, 8]. Ведь возврат соломы в почву является одним из источников повышения почвенного плодородия и обогащения верхнего слоя органическим углеродом.

Химический состав соломы неоднороден и отличается в зависимости от культуры. В среднем в растительных остатках содержится, %: N – 0,60; P – 0,20; K – 0,78, а соотношение углерода к азоту составляет 1:60 (80) ед. [9, 10]. Широкое соотношение C:N замедляет процессы минерализации и гумификации растительных остатков, что неминуемо приведет к снижению планируемой урожайности зерновых культур [11]. Одним из способов решения данной проблемы для аграриев может служить обработка растительных остатков биологическими препаратами, стимулирующими рост и развитие микробной биомассы, которые в свою очередь ускоряют процессы трансформации питательных веществ из соломы.

**Цель исследований** – изучение изменения химического состава соломы яровой пшеницы при использовании гуминового препарата «Росток» в лесостепи Зауралья.

**Материалы и методы.** Исследования по влиянию гуминового препарата «Росток» на трансформацию растительных остатков зерновых культур выполняли на стационаре кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья с 2013 по 2016 г.

Климат северной лесостепи континентальный, теплый, умеренно увлажненный. Данная зона обладает периодически промывным типом водного режима. Почва опытного поля – чернозем выщелоченный, маломощный, тяжелосуглинистый, пылевато-иловатый, на карбонатном покровном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см) варьировало от 7,65 до 9,05 % [12].

Исследования выполняли в зерновом севообороте (горохо-овсяная смесь – яровая пшеница – овес), чередование культур за годы исследований не менялось. Минеральные удобрения не использовали. Размеры делянки – 4 × 25 м (100 м<sup>2</sup>), учетная площадь – 50 м<sup>2</sup>. Размещение делянок последовательное, в четырехкратном повторении. Солому зерновых культур измельчали и разбрасывали по вариантам. Учет массы соломы и отбор ее на опыты выполняли при сноповом анализе.

Обработку почвы (отвальная) проводили после уборки культур на глубину 20–22 см. Весной, при наступлении физической спелости, почвы боронили в 4 следа. В день посева поле культивировали на глубину 8–10 см.

Предварительно высушенную и нарезанную (длиной не более 5 см) солому массой 15 г помещали в пакеты из стеклоткани. Образцы размещали на поверхности почвы и заделывали на глубину 10, 20, 30 см, моделируя их распределение в пахотном слое. Закладку образцов соломы выполняли в третьей декаде сентября, после основной обработки почвы. Перед культивацией (май) образцы с глубины 0–10 см извлекали и опять заделывали после проведения весенних агротехнических мероприятий.

Перед заделкой соломы в почву производили обработку:

1. Контроль, обработка соломы водой.
2. Обработка соломы гуминовым препаратом «Росток» в концентрации 0,1 %.

Препарат «Росток» производится по запатентованной технологии из низинного торфа и является универсальным регулятором роста и развития растений, адаптируя их к природным и техногенным воздействиям [13]. Норма расхода в пересчете на 1 гектар составила 300 мл препарата с концентрацией 0,1 %. Объем рабочего раствора – 300 л на ту же единицу площади. Максимальная экспозиция длилась 12 месяцев (с сентября по сентябрь следующего года). После извлечения образцов остатки земли аккуратно сметали щеткой, а солому промывали в минимальном количестве холодной воды. Отмытую массу соломы помещали в термостат и сушили до воздушно-сухого состояния при температуре 105 °С с последующим определением показателей: сухой остаток – ГОСТ 26713-85; органическое вещество – ГОСТ 27980-88; азот – ГОСТ 13496.4-93; фосфор – ГОСТ 26657-85; калий – ГОСТ 30504-97; статистическую обработку данных проводили в MS Excel с использованием надстройки AgCStat [14].

**Результаты и их обсуждение.** Для проведения исследований использовали солому яровой пшеницы, выращенной без минеральных удобрений. В среднем за годы исследований исходное содержание азота в соломе составляло 0,69 ± 0,17 % с колебанием значений от 0,47 до 0,95 %, при этом коэффициент вариации достигал 24 %, что соответствовало сильной вариабельности (табл. 1). Исходные значения соотношения углерода к азоту в соломе яровой пшеницы за годы исследований в среднем составляли 67 ± 11 ед. (рис.), что соответствовало средней степени изменчивости ( $C_v$  – 16 %). Запашка такой соломы без внесения азотсодержащих удобрений в будущем может привести к снижению урожайности вследствие денитрификации из почвы для разложения растительных остатков [15].

Таблица 1

**Исходное содержание питательных веществ в соломе яровой пшеницы (2013–2016 гг.), %**

Показатель	$\bar{x}$	$C_v$	min	max
Азот	0,69±0,17	24	0,47	0,95
Фосфор	0,18±0,03	19	0,14	0,25
Калий	0,67±0,06	9	0,58	0,75

Здесь и далее:  $\bar{x}$  – среднее значение;  $C_v$  – коэффициент вариации; min – минимальное значение; max – максимальное значение.



Влияние гуминового препарата на соотношение углерода к азоту (C : N) в соломе яровой пшеницы, ед.

Перед запашкой соломы яровой пшеницы содержание фосфора в среднем за годы исследований составляло  $0,18 \pm 0,03$  %, при этом коэффициент вариации достигал 19 %, что соответствовало средней степени изменчивости. Содержание калия в растительных остатках достигало  $0,67 \pm 0,06$  % с колебанием значений от 0,58 до 0,75 %. Коэффициент вариации составлял 9 %, что соответствовало слабой вариабельности.

Через 12 месяцев экспозиции содержание азота в соломе, которую обрабатывали водой, уменьшилось в 2,7 раза относительно первоначальных значений (табл. 2). Разброс значений содержания азота в растительных остатках варьировал от 0,19 до 0,35 %, при этом коэффициент вариации составил 22 %, что соответствовало сильной вариабельности. Через 12 месяцев экспозиции значение C:N в соломе, расположенной на поверхности почвы, увеличилось в 2,6 раза относительно исходных значений и достигло  $175 \pm 11$  ед., в результате соответствовало слабой степени изменчивости ( $C_v - 6$  %). Увеличение C:N в растительных остатках, расположенных на поверхности почвы, объясняется газообразными потерями азота [16] при разложении соломы и его вымыванием [17], а следовательно ведет к непродуктивным потерям. Содержание азота в соломе, обработанной гуминовым препаратом «Росток», через 12 месяцев

экспозиции составляло  $0,41 \pm 0,14$  %, что в 1,6 раза больше относительно контрольного варианта. Разброс значений содержания азота в соломе был от 0,19 до 0,60 %, при этом коэффициент вариации достигал 33 %, что соответствовало сильной вариабельности. Соотношение углерода к азоту в соломе, обработанной гуминовым препаратом и расположенной на поверхности почвы, составляло  $108 \pm 11$  ед., что в 1,6 раза меньше относительно контроля. Коэффициент вариации был равен 10 %, что соответствовало средней степени изменчивости. Обработка соломы гуминовым препаратом оказала положительное влияние на микробную биомассу, что позволило снизить непродуктивные потери азота.

Содержание фосфора в соломе, расположенной на поверхности почвы, в контрольном варианте за 12 месяцев экспозиции уменьшилось в 3,6 раза относительно исходных значений и составило  $0,05 \pm 0,01$  %. Разброс значений варьировал от 0,02 до 0,07 %. Обработка соломы гуминовым препаратом не оказала влияния на содержание фосфора относительно контроля. Коэффициент вариации на вариантах с обработанной водой соломой (контроль) и гуминовым препаратом «Росток» составил 32 и 34 % соответственно, что относилось к сильной степени изменчивости.

Таблица 2

**Конечное содержание питательных веществ в соломе яровой пшеницы,  
расположенной на поверхности почвы (2013–2016 гг.), %**

Вариант	Показатель	$\bar{x}$	$C_v$	min	max
Контроль (вода)	Азот	0,25±0,05	22	0,19	0,35
	Фосфор	0,05±0,01	32	0,02	0,07
	Калий	0,27±0,10	36	0,10	0,40
Гуминовый препарат «Росток»	Азот	0,41±0,14	33	0,19	0,60
	Фосфор	0,05±0,02	34	0,02	0,07
	Калий	0,33±0,06	19	0,20	0,40

За 12 месяцев экспозиции содержание калия в соломе, расположенной на поверхности почвы, в контрольном варианте уменьшилось в 2,5 раза относительно исходных значений и составило 0,27±0,10 %, при этом значения варьировали от 0,10 до 0,40 %. Коэффициент вариации был равен 36 %, что соответствовало сильной изменчивости. Обработка соломы гуминовым препаратом «Росток» не оказала существенного влияния на высвобождение калия из растительных остатков 0,33 ± 0,06 %. Коэффициент вариации составлял 19 %, что соответствовало средней степени изменчивости.

Характер изменения питательных веществ в запаханной соломе отличался от соломы, разлагающейся на поверхности почвы. Значения содержания азота в растительных остатках через 12 месяцев экспозиции двух вариантов перекрывали друг друга (табл. 3). Данная тенденция наблюдалась и при оценке показателя соотношения углерода к азоту (контроль – 72 ± 16 %, Росток – 60 ± 4 %). Это объясняется тем, что заделка растительных остатков в почву оказала положительное влияние на нитрифицирующую микробиоту и уменьшило непродуктивные потери азота.

Таблица 3

**Конечное содержание питательных веществ  
в запаханной (0–30 см) соломе яровой пшеницы (2013–2016 гг.), %**

Вариант	Показатель	$\bar{x}$	$C_v$	min	max
Контроль (вода)	Азот	0,66±0,08	13	0,52	0,78
	Фосфор	0,05±0,02	33	0,02	0,07
	Калий	0,10±0,03	25	0,07	0,15
Гуминовый препарат «Росток»	Азот	0,73±0,12	16	0,52	0,95
	Фосфор	0,04±0,02	37	0,02	0,07
	Калий	0,13±0,05	38	0,08	0,20

За 12 месяцев экспозиции содержание фосфора в изучаемых вариантах уменьшилось более чем в 3,5 раза относительно исходных значений, при этом диапазон значений варьировал от 0,02 до 0,07 %. Коэффициент вариации на контроле и с обработкой гуминовым препаратом «Росток» составил 33 и 37 %, что соответствовало сильной степени изменчивости. Значения содержания калия в запаханных растительных остатках к концу периода экспозиции на обоих вариантах перекрывали друг друга, а коэффициент вариации соответствовал сильной изменчивости.

В ходе дисперсионного анализа было установлено, что остаточное содержание азота в соломе на 31 % ( $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ ) зависит от локализации (фактор А) расположения растительных остатков на поверхности почвы или заделки (табл. 4). Выявлено положительное влияние гуминового препарата «Росток» на сохранность азота в соломе на 20 % (фактор В). На трансформацию фосфора в растительных остатках не оказывает влияния локализация ( $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$ ), при этом отмечается высокое влияние гуминового препарата «Росток» – на 89 % ( $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ ).

## Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

Источник вариации	Азот			Фосфор			Калий			С : N		
	F <sub>факт.</sub>	F <sub>теор.</sub>	Влияние, %	F <sub>факт.</sub>	F <sub>теор.</sub>	Влияние, %	F <sub>факт.</sub>	F <sub>теор.</sub>	Влияние, %	F <sub>факт.</sub>	F <sub>теор.</sub>	Влияние, %
Фактор А (локализация)	63,3	4,0	31	0,0	8,6	0	68,3	4,0	7	362,8	4,0	37
Фактор В (Росток)	19,8	3,1	20	266,5	3,1	89	432,4	3,1	84	157,1	3,1	32
Взаимодействие АВ	16,6	3,1	16	0,0	8,6	0	17,3	3,1	3	125,7	3,1	25

Очень низкое влияние на трансформацию калия в соломе оказывает локализация 7 %, при этом значение по влиянию гуминового препарата в 12 раз выше и составляет 84 % ( $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ ). Выявлено положительное влияние всех источников вариации (факторы А, В и взаимодействие АВ) на соотношение углерода к азоту в растительных остатках – от 25 до 32 % ( $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ ).

**Заключение.** В результате проведенных исследований было установлено, что обработка соломы зерновых культур гуминовым препаратом «Росток» оказывает положительное влияние на ее разложение и высвобождение питательных веществ (N, P, K). За 12 месяцев экспозиции содержание азота в запаханной соломе не изменялось, тогда как в соломе, расположенной на поверхности почвы, его содержание уменьшилось в 2,8 раза.

Обработка гуминовым препаратом «Росток» стимулирует разложение запаханной соломы без непродуктивных потерь азота, а расположенной на поверхности почвы теряет азот в меньшей степени.

В ходе исследований было установлено, что степень снижения содержания азота на 31 % зависит от локализации и на 20 % от применения гуминового препарата «Росток». Характер изменения фосфора и калия в соломе зерновых культур более чем на 80 % зависит от обработки соломы гуминовым препаратом «Росток». Локализация соломы не оказывает достоверного влияния.

## Список источников

1. Кочнева Д.А., Таутекенова А.К. Международный опыт генотипирования овса (аналитический обзор) // Эпоха науки. 2022. № 30. С. 413–419.
2. Система адаптивно-ландшафтного земледелия в природно-климатических зонах Тюменской области / Н.В. Абрамов [и др.]. Тюмень: Тюмен. изд. дом, 2019. 472 с. EDN HQODFC.
3. Бондаренко Н.А., Антонова О.И. Биологическая активность почв при внесении соломы и препаратов, ускоряющих ее разложение // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (196). С. 26–33.
4. Сукцессия бактериальных сообществ при разложении соломы овса в двух разных типах почвы / О.В. Орлова [и др.] // Почвоведение. 2020. № 11. С. 1383–1392.
5. Straw strip return increases soil organic carbon sequestration by optimizing organic and humus carbon in aggregates of mollisols in northeast china / H. Lian [et al.] // Agronomy. 2022. Т. 12. № 4. P. 784.
6. Ammoniated straw incorporation increases wheat yield, yield stability, soil organic carbon and soil total nitrogen content / Y. Li [et al.] // Field Crops Research. 2022. Т. 284. P. 108558.
7. Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н. Современное состояние использования пахотных земель в хозяйствах разных форм собственности в Приенисейской Сибири // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 10–16.
8. Агроэкологическая оценка почв Южного Урала и приемы управления их плодородием / И.К. Хабиров [и др.] // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной безопасности России: мат-лы междунар. науч. конф. СПб., 2011. С. 127–129.
9. Еремин Д.И., Ахтямова А.А. Химический состав растительных остатков сельскохозяйственных культур, выращенных на различном агрофоне в лесостепной зоне Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2017. № 2. С. 32–38.

10. Любимова А.В., Иваненко А.С. Овес в Тюменской области: монография / НИИСХ СЗ – филиал ТюмНЦ СО РАН. Тюмень, 2021. 172 с.
11. Бондаренко Н.А., Антонова О.И. Приемы повышения разложения соломы и обеспеченности питательными веществами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (119). С. 11–16.
12. Еремин Д.И. Стабилизация гумусного состояния пахотных черноземов лесостепной зоны Зауралья // Земледелие. 2014. № 1. С. 29–31.
13. Грехова И.В. Гуминовый препарат из низинного торфа // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. С. 87–90.
14. Гончар-Зайкин П.П., Чертов В.Г. Надстройка к EXCEL для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации: сб. мат-лов науч.-практ. конф. «Разработка адаптивных систем природоохранных технологий производства сельскохозяйственной продукции в аридных районах России». М., 2003. С. 559–565.
15. Зависимость содержания доступных форм азота в почве от скорости разложения соломы зерновых культур / И.В. Черепухина [и др.] // Плодородие. 2019. № 5 (110). С. 37–41.
16. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Потоки азота в агрофитоценозе на дерново-подзолистой почве // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 5. С. 17–21.
17. Ахтямова А.А. Изменение химического состава запаханной соломы под действием агрохимикатов // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 4 (24). С. 17–20.
18. Abramov N.V. Oves v Tyumenskoy oblasti / N.V. Abramov [i dr.]. Tyumen': Tyumen. izd. dom, 2019. 472 s. EDN HQODFC.
19. Bondarenko N.A., Antonova O.I. Biologicheskaya aktivnost' pochv pri vnesenii solomy i preparatov, uskoryayuschih ee razlozhenie // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 2 (196). S. 26–33.
20. Sukcessiya bakterial'nyh soobshchestv pri razlozhenii solomy ovsa v dvuh raznyh tipah pochvy / O.V. Orlova [i dr.] // Pochvovedenie. 2020. № 11. S. 1383–1392.
21. Straw strip return increases soil organic carbon sequestration by optimizing organic and humus carbon in aggregates of mollisols in northeast china / H. Lian [et al.] // Agronomy. 2022. T. 12. № 4. P. 784.
22. Ammoniated straw incorporation increases wheat yield, yield stability, soil organic carbon and soil total nitrogen content / Y. Li [et al.] // Field Crops Research. 2022. T. 284. P. 108558.
23. Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N. Sovremennoe sostoyanie ispol'zovaniya pahotnyh zemel' v hozyajstvakh raznyh form sobstvennosti v Prienisejskoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2021. № 2. S. 10–16.
24. Agro`ekologicheskaya ocenka pochv Yuzhnogo Urala i priemy upravleniya ih plodorodiem / I.K. Habirov [i dr.] // Resursnyj potencial pochv – osnova prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii: mat-ly mezhdunar. nauch. konf. SPb., 2011. S. 127–129.
25. Eremin D.I., Ahtyamova A.A. Himicheskij sostav rastitel'nyh ostatkov sel'skohozyajstvennyh kul'tur, vyraschennyh na razlichnom agrofone v lesostepnoj zone Zaural'ya // Vestnik KrasGAU. 2017. № 2. S. 32–38.
26. Lyubimova A.V., Ivanenko A.S. Oves v Tyumenskoy oblasti: monografiya / NIISH SZ – filial TyumNC SO RAN. Tyumen', 2021. 172 s.
27. Bondarenko N.A., Antonova O.I. Priemy povsheniya razlozheniya solomy i obespechennosti pitatel'nymi veschestvami // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (119). S. 11–16.
28. Eremin D.I. Stabilizaciya gumusnogo sostoyaniya pahotnyh chernozemov lesostepnoj zony Zaural'ya // Zemledelie. 2014. № 1. S. 29–31.
29. Grehova I.V. Guminovyy preparat iz nizinnogo torfa // Teoreticheskaya i prikladnaya `ekologiya. 2015. № 1. S. 87–90.

### References

1. Kochneva D.A., Tautekenova A.K. Mezhdunarodnyj opyt genotipirovaniya ovsa (analiticheskij obzor) // `Epoха nauki. 2022. № 30. S. 413–419.
2. Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya v prirodno-klimaticheskikh zonah Tyumenskoy oblasti / N.V. Abramov [i dr.]. Tyumen': Tyumen. izd. dom, 2019. 472 s. EDN HQODFC.
3. Bondarenko N.A., Antonova O.I. Biologicheskaya aktivnost' pochv pri vnesenii solomy i preparatov, uskoryayuschih ee razlozhenie // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 2 (196). S. 26–33.
4. Sukcessiya bakterial'nyh soobshchestv pri razlozhenii solomy ovsa v dvuh raznyh tipah pochvy / O.V. Orlova [i dr.] // Pochvovedenie. 2020. № 11. S. 1383–1392.
5. Straw strip return increases soil organic carbon sequestration by optimizing organic and humus carbon in aggregates of mollisols in northeast china / H. Lian [et al.] // Agronomy. 2022. T. 12. № 4. P. 784.
6. Ammoniated straw incorporation increases wheat yield, yield stability, soil organic carbon and soil total nitrogen content / Y. Li [et al.] // Field Crops Research. 2022. T. 284. P. 108558.
7. Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N. Sovremennoe sostoyanie ispol'zovaniya pahotnyh zemel' v hozyajstvakh raznyh form sobstvennosti v Prienisejskoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2021. № 2. S. 10–16.
8. Agro`ekologicheskaya ocenka pochv Yuzhnogo Urala i priemy upravleniya ih plodorodiem / I.K. Habirov [i dr.] // Resursnyj potencial pochv – osnova prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii: mat-ly mezhdunar. nauch. konf. SPb., 2011. S. 127–129.
9. Eremin D.I., Ahtyamova A.A. Himicheskij sostav rastitel'nyh ostatkov sel'skohozyajstvennyh kul'tur, vyraschennyh na razlichnom agrofone v lesostepnoj zone Zaural'ya // Vestnik KrasGAU. 2017. № 2. S. 32–38.
10. Lyubimova A.V., Ivanenko A.S. Oves v Tyumenskoy oblasti: monografiya / NIISH SZ – filial TyumNC SO RAN. Tyumen', 2021. 172 s.
11. Bondarenko N.A., Antonova O.I. Priemy povsheniya razlozheniya solomy i obespechennosti pitatel'nymi veschestvami // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (119). S. 11–16.
12. Eremin D.I. Stabilizaciya gumusnogo sostoyaniya pahotnyh chernozemov lesostepnoj zony Zaural'ya // Zemledelie. 2014. № 1. S. 29–31.
13. Grehova I.V. Guminovyy preparat iz nizinnogo torfa // Teoreticheskaya i prikladnaya `ekologiya. 2015. № 1. S. 87–90.

14. *Gonchar-Zajkin P.P., Chertov V.G.* Nadstrojka k EXCEL dlya statisticheskoj ocenki i analiza rezul'tatov polevyh i laboratornyh opytov // Racional'noe prirodopol'zovanie i sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo v yuzhnyh regionah Rossijskoj Federacii: sb. mat-lov nauch.-prakt. konf. «Razrabotka adaptivnyh sistem prirodohrannyh tehnologij proizvodstva sel'skohozyajstvennoj produkcii v aridnyh rajonah Rossii». M., 2003. S. 559–565.
15. Zavisimost' sodержaniya dostupnyh form azota v pochve ot skorosti razlozheniya solomy zemnyh kul'tur / *I.V. Cherepuhina* [i dr.] // Plodorodie. 2019. № 5 (110). S. 37–41.
16. *Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya.* Potoki azota v agrofitocenoze na dernovo-podzolistoj pochve // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2018. № 5. S. 17–21.
17. *Ahtyamova A.A.* Izmenenie himicheskogo sostava zapahannoj solomy pod dejstviem agrohimikatov // Vestnik Kurganskoj GSHA. 2017. № 4 (24). S. 17–20.

Статья принята к публикации 09.03.2023 / The article accepted for publication 09.03.2023.

Информация об авторах:

**Анастасия Андреевна Ахтямова**<sup>1</sup>, старший научный сотрудник лаборатории геномных исследований в растениеводстве, кандидат сельскохозяйственных наук

**Дмитрий Иванович Еремин**<sup>2</sup>, ведущий научный сотрудник лаборатории геномных исследований в растениеводстве, доктор биологических наук, доцент

Information about the authors:

**Anastasia Andreevna Akhtyamova**<sup>1</sup>, Senior Researcher, Laboratory of Genomic Research in Crop Production, Candidate of Agricultural Sciences

**Dmitry Ivanovich Eremin**<sup>2</sup>, Leading Researcher, Laboratory of Genomic Research in Crop Production, Doctor of Biological Sciences, Docent

