

Научная статья

УДК 633.11.631.461:631.559

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФЛОРЫ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО

Роман Анатольевич Горяев

Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого, Кемерово, Россия

romananatol27@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7874-5096>

Резюме. В статье рассматривается определение численности основных групп микроорганизмов, характеристика биогенности почвы и влияние на трансформацию азота. Почвы, вовлеченные в сельскохозяйственное производство подвержены ряду негативных факторов вследствие применения различного рода химических препаратов, нарушение агротехники возделываемых культур, несоблюдения севооборотов и т. д. Альтернативой для решения этих вопросов есть возможность использовать препараты на основе микроорганизмов в конкретных условиях региона. В опыте проведен учет численности микроорганизмов аммонификаторов на питательных средах мясопептонном агаре (МПА), амилаполитической микрофлоры произрастающей на крахмалоаммиачном агаре (КАА), учет численности грибной микрофлоры на среде Чапека на образцах почвы отобранных с полевого опыта заложенного на серой лесной тяжелосуглинистой почве служащей основой для испытания различной основной обработки почвы поверхностной на глубину 10-12 см и отвальной вспашки на глубину 20-22 см а также применения биологического фунгицида препарата Стернифаг на основе гриба *Trichoderma* и микробиологического препарата на основе консорциума микроорганизмов Биоконкомпозит. На основании проведенных исследований рассчитаны коэффициенты минерализации, иммобилизации азота, трансформации на яровой пшенице и горохе. Полученные результаты показывают увеличение биогенности при использовании бактериального препарата в исследуемых периодах до 38,69 млн КОЕ/г в 2023 году и до 42,11 млн КОЕ/г в 2024 году. Изменение численности микроорганизмов от 22,1 млн КОЕ/г в 2023 году до 18,42 млн КОЕ/г в 2024 году на среде МПА, изменение численности микроорганизмов от 17,48 млн КОЕ/г в 2023 году до 24,3 млн КОЕ/г в 2024 году на среде КАА, бактерий от 31,40 млн КОЕ/г в 2023 году до 25,51 млн КОЕ/г в 2024 году, актиномицетов от 10,05 млн КОЕ/г в 2024 году в сравнении с численностью 23,29 млн КОЕ/г в 2023 году, микромицетов от 66,67 млн КОЕ/г в 2023 году, до 19,13 млн КОЕ/г в условиях 2024года.

Ключевые слова: деструкторы, обработка почвы, микроорганизмы, биогенность

Для цитирования: Горяев Р. А. Характеристика микрофлоры серой лесной почвы в процессе трансформации растительных остатков в органическое вещество // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 25-36 DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36

Original article

CHARACTERISTICS OF MICROFLORA IN THE PROCESS OF TRANSFORMATION PLANT RESIDUES IN ORGANIC MATTER

Roman A. Goryaev

Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

romananatol27@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7874-5096>

Abstract. The article examines the determination of the number of major groups of microorganisms, the characteristics of soil biogenicity and the effect on nitrogen transformation. The soils involved in agricultural production are subject to a number of negative factors due to the use of various kinds of chemicals, violation of agricultural technology of cultivated crops, non-compliance with crop rotations, etc. The alternative to solve these issues is the possibility of using preparations based on microorganisms in specific conditions of the region. The experiment took into account the number of ammonia microorganisms on nutrient media meat-peptone agar (MPA), amylolytic microflora growing on starch-ammonium agaric (SAA), the number of fungal microflora on Chapek medium on soil samples taken from field experience laid on gray forest heavy loamy soil, which serves as the basis for testing various basic surface tillage to a depth of 10-12 cm and landfill plowing to a depth of 20-22 cm, as well as the use of the biological fungicide Sternifag based on the *Trichoderma* fungus and a microbiological preparation based on the Biocomposite consortium of microorganisms. Based on the conducted studies, the coefficients of mineralization, nitrogen immobilization, and transformation in spring wheat and peas were calculated. The results obtained show an increase in biogenicity when using a bacterial preparation in the studied periods to 38.69 million. CFU/g in 2023 and up to 42.11 million. CFU/g in 2024. The change in the number of microorganisms from 22.1 million. CFU/g in 2023 to 18.42 million. CFU/g in 2024 on MPA medium, the change in the number of microorganisms from 17.48 million. CFU/g in 2023 to 24.3 million. CFU/g in 2024 on the environment of KAA, bacteria from 31.40 million. CFU/g in 2023 to 25.51 million. CFU/g in 2024, actinomycetes from 10.05 million. CFU/g in 2024 compared to the number of 23.29 million. CFU/g in 2023, micromycetes from 66.67 million. CFU/g in 2023, up to 19.13 million. CFU/g in the conditions of 2024.

Keywords: destructors, soil cultivation, microorganisms, biogenity

For citation: Goryaev, R. A. (2025). Characteristics of microflora in the process of transformation plant residues in organic matter. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. 10, 3. 25-36 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36)

Формирование данных за состоянием земельных ресурсов является основой регулирования всего сельскохозяйственного производства в агропромышленном комплексе [1, 2]. Кемеровская область является промышленно развитым техногенным регионом, в том числе и по этим причинам почвенный покров находится под постоянным неуклонно увеличивающимся давлением со стороны отраслей промышленности [3].

Разрабатываемые и внедренные в производство меры по сохранению земельных ресурсов состоят из агротехнических и биологических мероприятий, направленных на улучшение свойств почвы агрофизических, агрохимических и т. д. [4]. Мероприятия по увеличению урожайности растений происходят через почвенную среду, однако действие веществ влияет и на почвенное плодородие [5].

Почвы являются результатом взаимодействия климата, растительных и животных организмов, состава и строения материнских пород, рельефа и возраста страны [6]. Для успешного ведения отрасли растениеводства необходимо обеспечивать рациональное применение удобрений на основе данных, полученных по результатам отбора проб почвы с участков на которых возделываются сельскохозяйственные культуры. Именно от качества проделанной работы с правильным отбором проб и проведенным анализом зависит ожидаемый результат и качество получаемой продукции. Важно определить соотношение величины планируемого урожая культур и вынос элементов питания как с основной, так и побочной продукцией. Дозы удобрений рассчитать так чтобы не превышать количество требуемого растением в определенный период времени с целью того, чтобы они не становились источником загрязнения почв, водоемов и т.д. Все это сводится к регулярному мониторингу почв и корректировке применяемых средств химизации. Также имеет место применение в производстве биопрепаратов как совместно с удобрением, так и в чистом виде и это тоже требует детального рассмотрения на разных культурах севооборота и при различной обработке почвы.

Цель исследований: оценить действие биологического фунгицида и микробиологического препарата при различной обработке на показатели микробиологической деятельности серой лесной почвы.

Материал и методы исследований. Влияние основной обработки почвы проводилось в трехфакторном полевом опыте: Схема опыта включала фактор А – микробиологический препарат, фактор Б – обработка почвы, С – удобрение. Научные работы проводились в течение трех сроков наблюдений 2023-2024 года на опытном участке КФХ Горяев Р. А. в Ижморском округе, Кемеровской области. В качестве тестовых культур выбирали пшеницу и горох. Сорт пшеницы Руслана (2023 г.), сорт гороха Эрби (2024 г.). Агротехнические операции проводили при помощи трактора МТЗ-82.1 с соответствующими орудиями для обработки почвы борона дисковая БДТ-3,8 и плуг ПЛН 3-35. Препараты, используемые в опыте 1. Биокомпозит – производитель Шелково Агрохим г. Москва, норма расхода 3 л/га; 2. Стернифог – производитель Агробiotехнологии г. Белгород, норма расхода 80 г/га. Применяли азотное удобрение NH_4NO_3 в норме 20 кг/га одновременно с применением препаратов и обработкой почвы. Глубина обработки почвы соответствовала заданным параметрам для поверхностной 10-12 см, для отвальной вспашки 20-22 см. *Варианты опыта.* 1. Контроль поверхностная. 2. Контроль поверхностная с аммиачной селитрой. 3. Контроль вспашка. 4. Контроль вспашка с аммиачной селитрой. 5. Биокомпозит поверхностная. 6. Биокомпозит поверхностная с аммиачной селитрой. 7. Биокомпозит вспашка. 8. Биокомпозит вспашка с аммиачной селитрой. 9. Стернифог поверхностная. 10. Стернифог поверхностная с аммиачной селитрой. 11. Стернифог вспашка. 12. Стернифог с аммиачной селитрой.

Повторность в опыте 4-кратная, площадь делянки 1440 м². В течение 2023 г. количество осадков за год составило 404 мм или 70,8% от нормы, наибольшее количество осадков выпадало в августе 64 мм, в течение 2024 г. количество осадков было выше со значением 492 мм или 86,3% от нормы, наибольшее количество осадков выпадало на август 92 мм, ГТК вегетационного периода составил 0,9 в 2023 г. и 1,2 в 2024 г.

Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова [7].

Результаты исследований. Сохранение и воспроизводство почвенного плодородия является основой земледелия, влияние на состояние плодородия выражается в способности противостоять внешним факторам, обеспечивать необходимые режимы почв, показатели элементов питания и необходимое количество функциональных групп микроорганизмов.

Существенное влияние на данные показатели оказывают агрогенные факторы [8, 9]. По показателям, характеризующим микробиологические процессы можно судить об направленности процессов, а по коэффициентам определить соотношение между микроорганизмами и интенсивности происходящих процессов.

В качестве исследуемых групп микроорганизмов изучались бактерии, актиномицеты и микромицеты.

Каждая из этих групп микроорганизмов отвечает за определенные процессы почвообразования. Так бактерии ответственны за минерализацию растительных остатков и превращение их в органическое вещество. Актиномицеты участвуют в разложении целлюлозы и образовании азота. Способствуют восполнению питательных веществ в балансе элементов питания растений, переваривают токсичные и загрязняющие вещества, содержащиеся в почве. Обладают антагонистическим действием по отношению к другим видам, выделяют антибиотики способствуют оздоровлению почвы. Связывают атмосферный азот, превращая его в аммиак. Микромицеты служат экологическим индикатором ее состояния, превращают органические и минеральные вещества в белок, создают почвенную микроструктуру, способствуют самовосстановлению почвы после антропогенного воздействия. Микромицеты имеют возможность образовывать гифы, обладающие поглотительной и адсорбционной функцией являющегося субстратом для объединения других микроорганизмов и происхождения сукцессии. В таблице 1 представлена численность микроорганизмов на среде МПА и КАА за 2023 г.

Таблица 1

Численность микроорганизмов на среде МПА и КАА (среднее за 2023 г.)

Вариант			Количество микроорганизмов, млн. КОЕ/1г почвы	
Препарат (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Азот (фактор С)	Протеолитические (МПА)	Амилитические (КАА)
Контроль	поверхностная	N20	18,38	17,48
		0	14,59	13,47
	вспашка	N20	10,94	11,85
		0	9,28	8,61
Биокомпозит	поверхностная	N20	21,6	17,09
		0	17,13	10,87
	вспашка	N20	22,11	17,36
		0	18,44	13,16
Стернифаг	поверхностная	N20	20,02	15,57
		0	18,86	16,91
	вспашка	N20	20,18	16,94
		0	16,19	12,66

В 2023 году на среде (МПА) под действием препаратов численность микроорганизмов была выше контрольных вариантов, наиболее заметно это было при применении препарата Биокомпозит на отвальной вспашке, где показатели были наиболее высоки от 18,44 до 22,11 млн КОЕ/1г на поверхностной от 17,13 до 21,6 млн КОЕ/1г. С препаратом Стернифаг на отвальной вспашке достигала от 16,19 до 20,18 млн КОЕ/1г, на поверхностной до 18,86 до 20,02 млн КОЕ/1г. по вариантам с применением азота в сравнении наблюдалось увеличения численности микроорганизмов. На среде (КАА) численность микроорганизмов с препаратом Биокомпозит на отвальной вспашке составляла от 13,16 до 17,36 млн КОЕ/г, на поверхностной от 10,87 до 17,09 с применением препарата Стернифаг составляло от 12,66 до 16,94 млн КОЕ/г при поверхностной обработке от 15,57 до 16,91 млн КОЕ/г. По всем вариантам опыта численность бактерий усваивающий органические формы азота была выше численности бактерий ассимилирующий минеральный азот, за исключением варианта контроля с отвальной вспашкой без удобрений, где амилитические микроорганизмы незначительно преобладали над протеолитическими. В таблице 2 представлена численность микроорганизмов на среде МПА и КАА за 2024 г.

В 2024 году показатели микроорганизмов, ассимилирующие минеральный азот выявляемые на среде (КАА), по всем вариантам опыта преобладала над численностью микроорганизмов, усваивающих органические соединения азота, обнаруживаемые на среде (МПА). По численности микроорганизмов на среде МПА с препаратом Биокомпозит на отвальной вспашке от 17,46 до 18,42 млн КОЕ/г, на поверхностной с азотом от 13,14 до 14,83 млн КОЕ/г. С препаратом Стернифаг численность микроорганизмов на поверхностной от 11,64 до 16,78 млн. КОЕ/г, на отвальной от 13,51 до 14,99 млн КОЕ/г. На среде КАА численность с применением препарата Биокомпозит в вариантах с отвальной вспашкой составляла от 21,56 до 23,69 млн КОЕ/г, на поверхностной от 16,27 до 20,93 млн КОЕ/г. С применением препарата Стернифаг на отвальной вспашке от 22,29 до 23,37 млн КОЕ/г на поверхностной от 15,69 до 24,28 млн КОЕ/г.

Таблица 2

Численность микроорганизмов на среде МПА и КАА (среднее за 2024 г.)

Вариант			Количество микроорганизмов, млн. КОЕ/1г почвы	
Препарат (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Азот (фактор С)	Протеолитические (МПА)	Амилолитические (КАА)
Контроль	поверхностная	N20	14,76	15,46
		0	11,87	12,32
	вспашка	N20	13,67	21,42
		0	11,4	13,1
Биокомпозит	поверхностная	N20	14,83	20,93
		0	13,14	16,27
	вспашка	N20	18,42	23,69
		0	17,76	21,56
Стернифаг	поверхностная	N20	16,78	24,28
		0	11,64	15,69
	вспашка	N20	14,99	23,37
		0	13,51	22,29

В сравнении показателей численности протеолитических микроорганизмов между 2023 и 2024 годами наибольшие показатели были в вариантах с применением препарата Биокомпозит. В 2023 году при применении препарата Биокомпозит численность была 22,11 млн КОЕ/г, в 2024 году при применении препарата Биокомпозит при отвальной обработке почвы имел значение 18,42 млн КОЕ/г что превышало все остальные варианты. По амилолитическим показателям в 2023 году средняя численность наблюдалась на поверхностной обработке с азотом 17,48 млн КОЕ/г, что было сопоставимо с вариантами, где применялся препарат Биокомпозит 17,09 млн КОЕ/г на поверхностной и 17,36 млн КОЕ/г на отвальной вспашке с удобрением. В 2024 году численность амилолитических микроорганизмов была наибольшая с препаратом Стернифаг на поверхностной обработке с азотом 24,28 млн КОЕ/г, с препаратом Биокомпозит 23,69 млн КОЕ/г на отвальной вспашке с азотом.

В вариантах с применением микробиологических препаратов наблюдалось превышение над вариантами контроля данные представлены на рисунках 1 и 2. В 2024 году общая биогенность под горохом в контрольных вариантах увеличивалась на отвальной вспашке и уменьшалась при поверхностной по сравнению с данными опыта на пшенице в 2023 году.

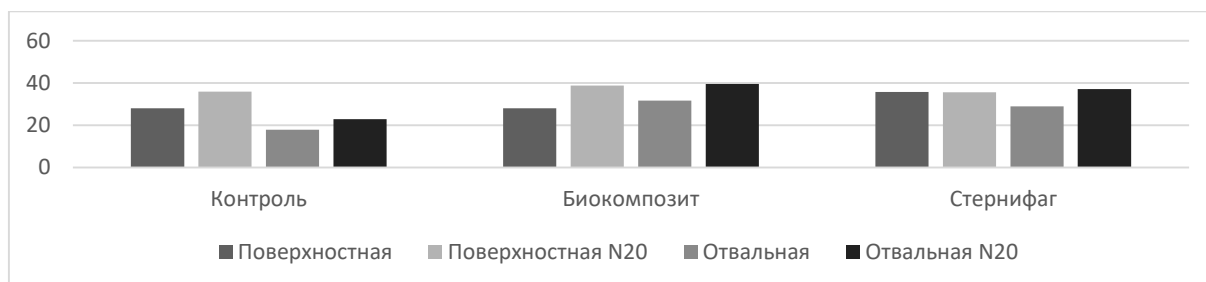


Рис. 1. Биогенность (МПА+КАА) под яровой пшеницей в среднем за 2023 год

В 2023 году общая биогенность под пшеницей характеризовалась наиболее высокими значениями в вариантах с применением микробиологических препаратов. В вариантах с препаратом Биокомпозит на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом показатели были от 38,69 до 39,47 млн. КОЕ/1г, без азота от 28 до 31,6 млн КОЕ/г. В вариантах с применением препарата Стернифаг на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом от 35,59 до 37,12 млн КОЕ/г, без азота на отвальной и поверхностной от 28,85 до 35,77 млн КОЕ/ 1г.



Рис. 2. Биогенность (МПА+КАА) под горохом в среднем за 2024 год

В вариантах с применением микробиологических препаратов наблюдалось превышение над вариантами контроля. В вариантах с препаратом Биокомпозит на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом от 35,76 до 42,11 млн КОЕ/г, без азота от 29,41 до 39,32 млн КОЕ/г. В вариантах с применением препарата Стернифаг на отвальной и поверхностной обработке почвы с азотом от 35,8 до 41,06 млн КОЕ/г, без азота на отвальной и поверхностной от 27,33 до 38,36 млн КОЕ/г.

Показатели минерализации органического вещества в зависимости от применения препаратов и азота представлены на рисунках 3 и 4.

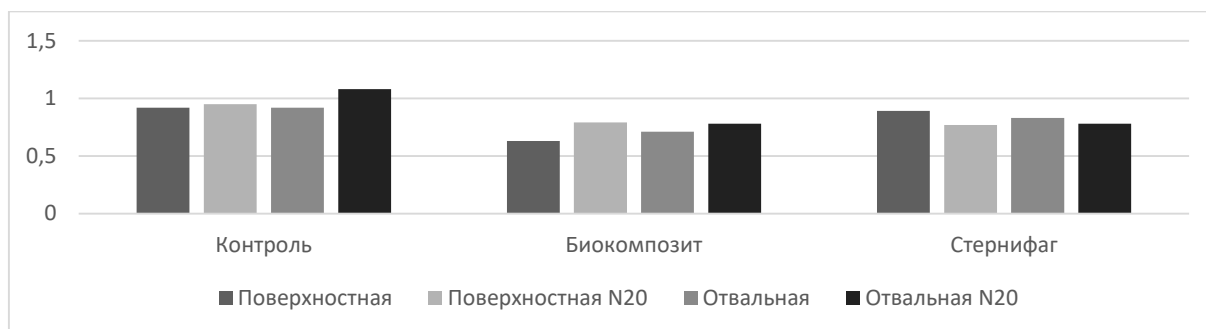


Рис. 3. Показатели коэффициента минерализации органического вещества почвы в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2023 г.)

В условиях засушливого вегетационного периода 2023 года варианты контроля превышали показатели вариантов с микробиологическими препаратами. Без применения препаратов на отвальной вспашке минерализация происходила интенсивнее коэффициент составлял от 0,92 до 1,08 в вариантах 0,71 до 0,78 с препаратом Биокомпозит и от 0,78 до 0,83 с препаратом Стернифаг с азотом и без соответственно. При использовании поверхностной обработки без азота в вариантах контроля от 0,92 до 0,95, с препаратом Биокомпозит от 0,63 до 0,79 и с вариантом Стернифаг от 0,77 до 0,89.

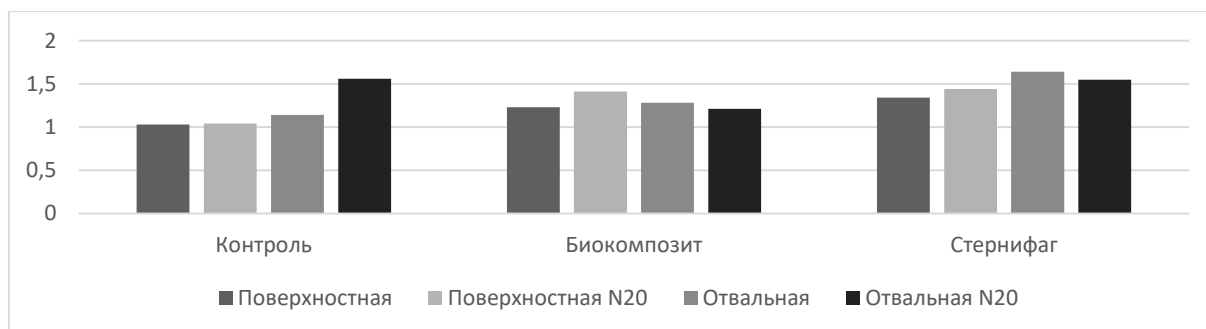


Рис. 4. Показатели коэффициента минерализации органического вещества почвы в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2024 г.)

По условиям 2024 года коэффициент минерализации существенно возрос и составлял показатели выше единицы по всем вариантам опыта. Вариант контроля с применением азота был на одном уровне с вариантами отвальной вспашкой и применением препарата Стернифаг, без азота уменьшался на 0,5. С вариантами при использовании препарата Биокомпозит коэффициент минерализации был на отвальной вспашке от 1,21 до 1,28 на поверхностной от 1,23 до 1,41 в вариантах с применением препарата Стернифаг на отвальной вспашке от 1,55 до 1,64 на поверхностной от 1,34 до 1,44. На отвальной обработке показатели преобладали над показателями с поверхностной обработкой.

Коэффициент иммобилизации азота в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота представлен на рисунках 5 и 6.

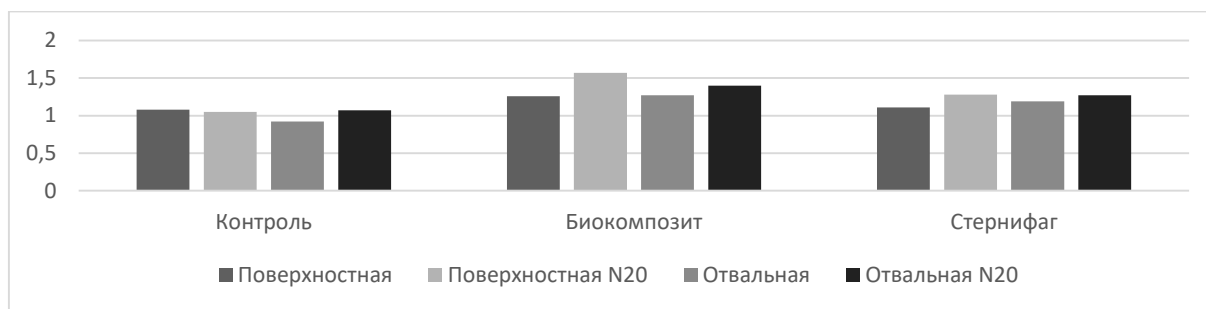


Рис. 5. Показатели коэффициента иммобилизации азота в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2023 г.)

Коэффициент иммобилизации азота в 2023 году превышал показатели контроля в вариантах с применением препаратов деструкторов на всех вариантах обработки почвы. Наибольшее значение имел вариант с поверхностной обработкой почвы от 1,26 до 1,57 при использовании препарата Биокомпозит 1,7 на отвальной вспашке значение соответствовало показателю 1,27 до 1,4 в вариантах с препаратом Стернифаг на поверхностной обработке показатель был 1,11 – 1,28 с отвальной вспашкой 1,19-1,28. Варианты контроля соответствовали значению от 1,19 до 1,27.

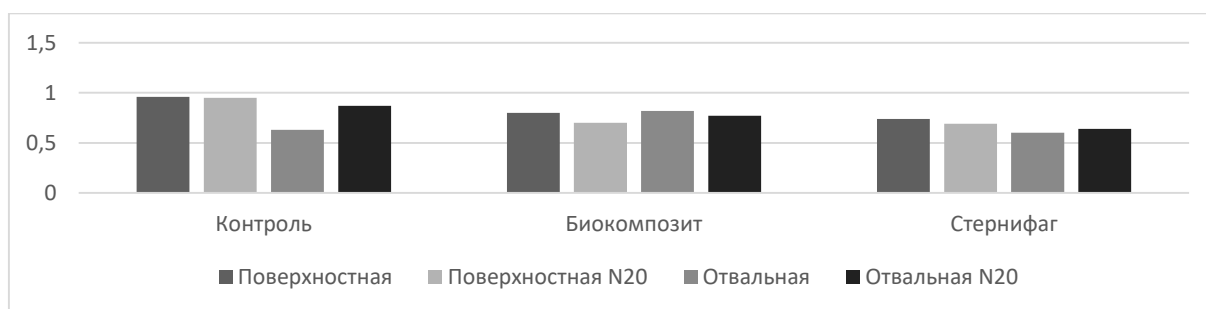


Рис.6. Показатели коэффициента иммобилизации азота в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2024 г.)

В 2024 году коэффициент иммобилизации азота был существенно ниже показателей 2023 года. Влияние препаратов на всех обработках не превышало контрольные значения, кроме варианта с отвальной вспашкой без азота имевший показатель 0,63, с азотом 0,87 при поверхностной обработке от 0,95 до 0,96. С применением препарата Биокомпозит на поверхностной обработке значения были от 0,7 до 0,8 на отвальной от 0,77 до 0,82. На вариантах с применением препарата Стернифаг при поверхностной обработке от 0,69 до 0,74, на отвальной вспашке 0,6 до 0,64.

О процессе трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы производили оценку по коэффициенту трансформации $P_m = (M_{PA} + KAA) \times (M_{PA}/KAA)$. В нашем исследовании обработка препаратами повышала данный показатель, полученные данные представлены на рисунках 7 и 8.

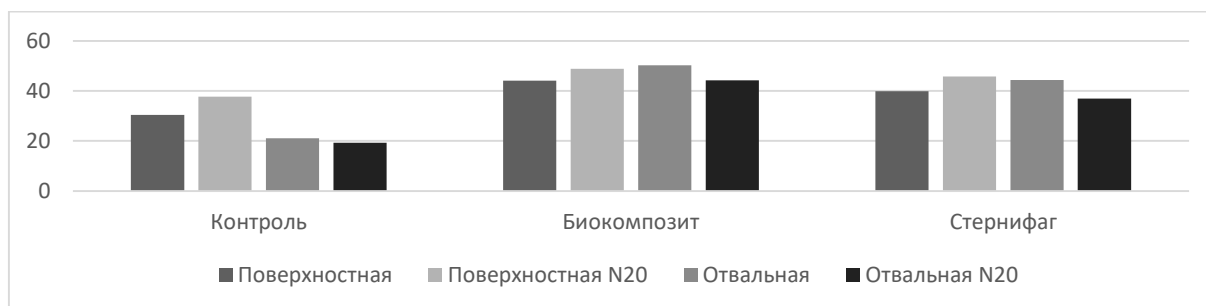


Рис. 7. Показатели коэффициента трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы в зависимости от обработки почвы и применения деструкторов и азота (среднее 2023 г.)

В 2023 году коэффициент трансформации органического вещества был максимальным в вариантах с применением препарата Биокомпозит на отвальной вспашке от 48,6 до 50,26, на поверхностной от 44,1 до 48,9. В варианте с применением препарата Стернифаг наибольшие показатели на поверхностной обработке от 39,89 до 45,76, на отвальной вспашке от 36,9 до 44,3. В вариантах контроля на поверхностной обработке от 30,39 до 37,7, на отвальной вспашке 19,28-21,03.

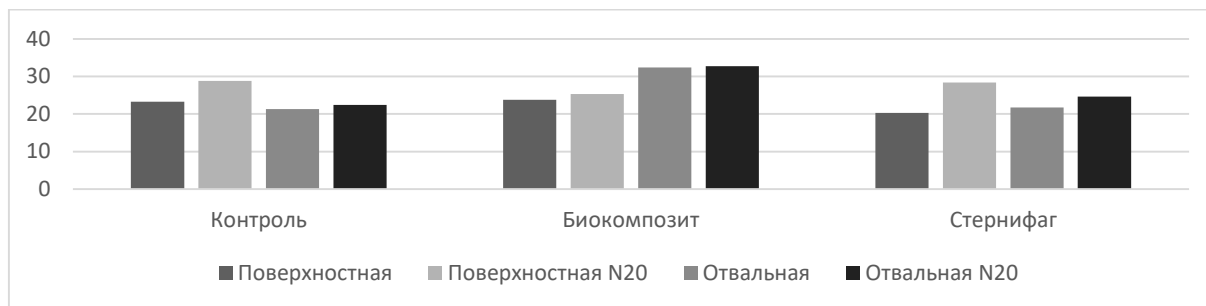


Рис. 8. Показатели коэффициента трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы в зависимости от обработки почвы и применения деструкторов и азота (среднее 2024 г.)

В 2024 году значение коэффициента трансформации было неоднозначно и ниже показателей 2023 года. Наибольшие значения были на отвальной вспашке с применением препарата Биокомпозит от 32,39 до 32,74, на поверхностной – от 23,75 до 25,34. В варианте с препаратом Стернифаг на поверхностной вспашке – от 20,28 до 28,38 на отвальной – от 21,72 до 24,59. Контрольные варианты были практически на одном уровне от 21,32 до 22,39 на, и до 22,31-28,85 – на поверхностной обработке.

Сравнивая 2023 и 2024 гг., коэффициент трансформации органического вещества, характеризующий интенсивность разложения растительных остатков, был наиболее высоким в вариантах с применением микробиологического препарата Биокомпозит, в 2023 его величина достигала 50,26 без применения азота, а в 2024 максимальный показатель был равен 32,74 с применением азота, в обоих случаях при отвальном способе обработки почвы. Эффективность микробиологического препарата Стернифаг была выше при поверхностном способе обработки почвы с применением азота в 2023 году, и составила 45,76; в 2024 году – 28,38. Разница с контрольными вариантами наиболее характерно прослеживалась в 2023 году и была наиболее существенной по всем вариантам опыта. Численность бактерий под посевом яровой пшеницы и гороха представлены в таблицах 3 и 4 за 2023-2024 гг.

Таблица 3

Численность бактерий под посевом яровой пшеницы 0 - 20 см 2023 г. (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество бактерий млн. КОЕ/1г почвы					
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения					
			1 отбор (май)		2 отбор (август)		3 отбор (октябрь)	
			МПА	КАА	МПА	КАА	МПА	КАА
Контроль	поверхностная	N20	23,81	18,1	15,7	12,12	15,69	5,39
		0	18,14	12,75	14,4	7,69	11,27	3,43
	вспашка	N20	12,25	7,35	12,9	7,46	7,65	6,01
		0	9,45	6,97	10,5	4,48	7,94	4,23
Биокомпозит	поверхностная	N20	29,17	13,54	24,3	13,76	11,3	5,65
		0	25,49	5,39	17,2	9,8	8,74	5,46
	вспашка	N20	28,57	15,87	20,5	11,28	17,26	7,74
		0	24,88	12,44	16,2	9,6	14,29	5,36
Стернифаг	поверхностная	N20	31,4	17,39	16,2	11,62	12,5	4,17
		0	30,69	15,87	15,2	9,09	10,75	4,84
	вспашка	N20	30,77	17,95	14	10,75	15,79	5,26
		0	28,43	13,24	11,1	8,47	9,04	3,39
НСР05 для факторов: А			4,1	-	3,1	-	-	-
В			5	-	3,7	-	-	-
С			5	4,2	3,7	4	3.1	-

Максимальная численность бактерий на среде (МПА) была отмечена в первый период наблюдений при как при поверхностной, так и отвальной обработке почвы в вариантах от 25,49 до 31,40 млн КОЕ/г почвы, на поверхностной и от 24,88 до 30,77 млн КОЕ/г на отвальной. В вариантах контроля содержание было от 9,45 до 12,25 млн КОЕ/г на поверхностной, от 18,14 до 23,81 млн КОЕ/г почвы на отвальной. Численность на среде (КАА), которая участвует в разложении безазотистых соединений и способствует иммобилизации азота, была выше в вариантах с применением препаратов от 12,75 до 18,10 млн КОЕ/г почвы, в контрольных было выше при поверхностной обработке от 18,13 до 21,90 млн КОЕ/г и от 6,97 до 7,35 млн КОЕ/г на отвальной вспашке. На последующих сроках наблюдения численность снижалась, достигая минимума на третьем сроке. Численность бактерий на среде (КАА) превышала численность протейных бактерий по всем вариантам.

Таблица 4

Численность бактерий под посевом гороха -20 см (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество бактерий млн. КОЕ/1г почвы					
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения					
			1 отбор (май)		2 отбор (август)		3 отбор (октябрь)	
			МПА	КАА	МПА	КАА	МПА	КАА
Контроль	поверхностная	N20	15,19	6,33	14,61	13,7	14,49	6,28
		0	11,25	6,25	14,16	9,59	8,96	3,98
	вспашка	N20	22,52	7,66	13,13	15,15	5,38	3,76
		0	15,07	4,57	8,21	4,35	10,93	6,56
Биокомпозит	поверхностная	N20	17,59	4,63	23,08	31,28	3,83	2,73
		0	16,89	5,94	17,17	18,18	5,38	3,23
	вспашка	N20	25,57	7,76	22,92	26,56	6,78	3,95
		0	23,29	5,48	22,4	18,03	7,6	5,26
Стернифаг	поверхностная	N20	19,41	5,49	19,32	7,25	11,62	7,07
		0	14,86	6,76	12,12	6,06	7,94	4,76
	вспашка	N20	18,67	5,33	18,84	34,78	6,78	4,6
		0	15,77	5,86	15,42	36,82	7,6	5,26
НСР05 для факторов: А			2,6	-	3,1	3	-	-
В			3,1	-	-	-	-	-
С			3,1	-	3,8	3,7	-	-

В 2024 году разница между вариантами была менее выражена по сравнению с данными 2023 года на первых двух сроках отбора наблюдалось превышение бактерий на среде (КАА) над численностью бактерий, обнаруженных на среде (КАА). Наибольшая численность наблюдалась на отвальной вспашке в том числе и в контрольных вариантах. Наибольшая численность на среде (КАА) просматривалась во втором сроке наблюдений при отвальной вспашке от 34,78 до 36,82 млн КОЕ/г с препаратом Стернифаг и от 18,18 до 31,24 млн КОЕ/г с препаратом Биокомпозит на поверхностной. В третьем сроке наблюдений численность на среде (МПА) была выше по всем вариантам опыта от 3,83 до 14,49, на среде (КАА) от 2,73 до 9,60 млн КОЕ/г.

Численность актиномицетов под посевом яровой пшеницы и гороха представлена в таблице 5 и 6.

Таблица 5

Численность актиномицетов под посевом яровой пшеницы 0-20 см (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество актиномицетов млн. КОЕ/1г почвы		
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	3,81	9,09	2,94
		0	5,88	8,21	2,94
	вспашка	N20	6,37	4,48	3,28
		0	2,99	3,48	3,7
Биокомпозит	поверхностная	N20	2,6	10,05	2,82
		0	3,92	5,39	1,64
	вспашка	N20	3,7	7,69	4,76
		0	4,48	4,04	3,57
Стернифаг	поверхностная	N20	4,35	5,56	3,65
		0	10,05	6,57	4,3
	вспашка	N20	5,13	6,45	5,26
		0	5,88	4,76	2,26

В 2023 году численность актиномицетов была наибольшей в первые периоды наблюдений на основании этого можно утверждать, что актиномицеты проявляют устойчивость к засушливым условиям [Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы, 1987]. Наибольшая численность 4,04-10,05 млн КОЕ/г почвы отмечена при использовании микробиологических препаратов в первые сроки наблюдений, на контроле от 2,99 до 9,09 млн КОЕ/г. В третьем периоде наблюдений численность снижалась до 1,64-5,26 млн КОЕ/г в вариантах с препаратами, и до 2,94-3,70 млн КОЕ/г в контроле увеличиваясь на отвальной вспашке.

Таблица 6

Численность актиномицетов под посевом гороха 0 - 20 см (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество актиномицетов млн. КОЕ/1г почвы		
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	12,66	5,94	1,93
		0	7,92	8,08	1
	вспашка	N20	22,52	13,64	0,54
		0	16,89	5,31	1,64
Биокомпозит	поверхностная	N20	18,52	5,64	0
		0	12,33	8,08	1,08
	вспашка	N20	23,29	8,85	1,69
		0	23,29	12,02	0,58
Стернифаг	поверхностная	N20	14,77	7,25	2,53
		0	11,71	8,08	2,12
	вспашка	N20	16,44	7,25	1,72
		0	12,61	4,48	2,34

В 2024 году просматривалось резкое снижение численности актиномицетов от первого периода наблюдений к последующим.

В первые периоды наблюдений выделялись варианты с отвальной вспашкой видимо лучшая аэрация способствовала увеличению численности актиномицетов. Наибольшая численность выявлена на отвальной вспашке от 4,48 до 23,29 млн КОЕ/г на вариантах с применением препаратов, на вариантах контроля от 16,89 до 22,52 млн КОЕ/г. На поверхностной от 12,33 до 18,52 млн КОЕ/г с применением препаратов и от 5,94 до 12,66 млн КОЕ/г в контрольных вариантах. Действие азота во многих вариантах опыта не уменьшало численность актиномицетов что согласуется с исследованиями [12]. Определенную роль в процессе почвообразования отведена микробиотам оказывающее различное влияние на жизненные процессы растений и способствующих разложению растительных остатков [10]. Исследование показало, что количественный состав актиномицетов в серой лесной почве варьировал в широких пределах и зависел от сезона года выявлено наибольшее количество микроорганизмов в весенний период по сравнению с осенью.

Численность микробиот под посевом яровой пшеницы и гороха представлена в таблице 7 и 8.

Таблица 7

Численность микробиот под посевом яровой пшеницы 0-20 см (тыс. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество микроорганизмов тыс. КОЕ/1г почвы		
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	38,31	6,57	6,37
		0	36,98	8,72	10,78
	вспашка	N20	66,67	11,94	8,74
		0	61,54	22,89	13,76
Биокомпозит	поверхностная	N20	34,33	10,58	9,6
		0	46,38	8,82	16,94
	вспашка	N20	57,67	7,69	7,14
		0	61,76	8,08	10,71
Стернифаг	поверхностная	N20	59,8	14,14	7,81
		0	50,49	7,07	8,06
	вспашка	N20	47,06	8,6	10,53
		0	27,62	7,41	7,91

Численность грибной микрофлоры в 2023 году была наибольшей в первый период наблюдений в вариантах с отвальной вспашкой от 27,62 до 61,76 тыс. КОЕ/г почвы в вариантах с препаратами незначительно уступая

контролю с численностью от 61,54 до 66,67 тыс. КОЕ/г. Для данного типа микроорганизмов важна аэрация почвы [11]. Во втором и третьем периоде численность изменялась от 7,14 до 14,14 тыс. КОЕ/г уступая контролю со значением от 6,57 до 22,89 тыс. КОЕ/г.

Таблица 8

Численность микромицетов под посевом гороха 0-20 см (тыс. КОЕ/1г а. с. п).

Препарат (фактор А)	Вариант Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Количество микроорганизмов тыс. КОЕ/1г почвы		
			Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	5,06	7,31	16,91
		0	8,33	4,11	15,42
	вспашка	N20	5,41	13,13	8,60
		0	10,05	9,66	19,13
Биокомпозит	поверхностная	N20	3,70	6,15	16,39
		0	4,57	8,59	12,37
	вспашка	N20	9,59	10,42	15,25
		0	4,57	8,20	15,20
Стернифаг	поверхностная	N20	6,33	5,80	11,11
		0	4,05	10,61	12,70
	вспашка	N20	4,89	7,73	12,64
		0	2,70	10,45	12,87

Численность микромицетов в 2024 году имела противоположную тенденцию по отношению к 2023 году. Так при определении в первые периоды наблюдений численность изменялась в вариантах с препаратами от 2,70 до 10,61 тыс. КОЕ/г, в контрольных вариантах от 4,11 до 13,13. В третьем периоде наблюдений численность возрастала от 11,11 до 16,39 тыс. КОЕ/г в вариантах с препаратами уступая контролю, в котором значение было от 8,60 до 19,13 тыс. КОЕ/г

Более интенсивное развитие микромицетов в поздний период наблюдений можно объяснить погодными условиями с выпадением большого количества осадков в конце вегетационного периода. Данные урожайности яровой пшеницы в 2023 г. и гороха в 2024 г. под действием препаратов и различной обработки почвы представлены в таблице 9.

Таблица 9

Урожайность яровой пшеницы и гороха при использовании препаратов и азотного удобрения, т/га за 2023-2024 гг.

Вариант (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Азот (фактор С)	Урожайность яровой пшеницы, т/га (2023 г.)	Урожайность гороха, т/га (2024 г.)
Контроль	вспашка	N20	1,04	1,47
		0	0,95	1,44
	поверхностная	N20	0,81	0,95
		0	0,73	1,01
Стернифаг	вспашка	N20	1,09	1,32
		0	0,89	1,3
	поверхностная	N20	0,94	1,2
		0	0,82	1,17
Биокомпозит	вспашка	N20	1,25	1,51
		0	1,2	1,46
	поверхностная	N20	1,2	1,42
		0	1,03	1,39
НСР05 по факторам: А			0,1	0,1
В			0,1	0,1
С			0,1	-

Заключение. На основании проведенных исследований формируется мнение о том, что при отвальной вспашке вследствие повышения аэрации и биологической активности происходит увеличение численности микроорганизмов, что согласуется с данными полученными в исследованиях Гурина А. Г [13]. Анализ данных показал изменения коэффициентов минерализации от 0,89 в 2023 году до 1,64 в 2024 году, снижение коэффициента иммобилизации азота от 1,57 в 2023 году до 0,96 в 2024 году, снижение коэффициента трансформации от 50,26 до 32,74. Результаты исследований показали увеличение численности бактерий, актиномицетов под действием препаратов,

азота и отвальной обработки почвы. Биогенность возрастала при проведении отвальной вспашки в том числе и в вариантах без применения удобрений, наибольшие значения достигнуты в вариантах опыта с микробиологическими препаратами на отвальной вспашке до 39,47 в 2023 году и до 42,11 в 2024 году.

Продуктивность пшеницы без применения удобрений и препаратов составила 0,73-0,95 т/га зерновых единиц и возрастала за счет применения удобрения до 0,81-1,04 т/га, на отвальной вспашке урожайность была выше чем на поверхностной на 0,23 т/га с применением удобрений и на 0,22 т/га без удобрений, гороха в контрольных вариантах 1,01-1,44 т/га, с удобрением 0,95-1,47 т/га, варианты с отвальной вспашкой без азота превышали поверхностные на 0,43 т/га с азотом на 0,52 т/га.

Максимальные показатели урожайности получены при применении препарата Биокомпозит на отвальной вспашке с применением азота 1,25 и 1,51 т/га соответственно, что позволяет сделать вывод об эффективности препарата на основе бактерий.

Список источников

1. Шаяхметов М. Р., Гиндемит А. М., Макенова С. К., Балукнов М. С., Безукладов И. В., Сулейманов Р. Р. Мониторинг и картографирование почвенного покрова на основе пространственно-временного анализа // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. №1 (41). С. 68-75. DOI: [10.48136/2222-0364_2021_1_68](https://doi.org/10.48136/2222-0364_2021_1_68) EDN: CSNXRL
2. Шпедт А. А., Аксенова Ю. В., Жуланова В. Н. Рассыпнов В. А., Ерунова М. Г., Бутырин М. В. Оценка агрочерноземов Сибири на основе современных подходов // Земледелие. 2019. №4. С. 8-13. DOI: [10.24411/0044-3913-2019-10402](https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10402) EDN: EGNOPD
3. Фирозджай М. К. Историческая и будущая оценка воздействия горнодобывающей деятельности на изменение биологических характеристик поверхности: подход на основе дистанционного зондирования // Экологические индикаторы. 2021. №1 122. С. 1-13.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году : государственный доклад.
5. Титова В. И., Рыбин Р. Н. Агроэкология промышленного свиного производства. 2020. DOI: [10.18720/SPBPU/2/z20-16](https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z20-16) ISBN: 978-5-6044741-1-2 EDN: KKPPHZ
6. Роза Дж. К.С., Дженелетти Д., Моррисон-Сондерс А. В какой степени рекультивация шахт может восстановить рекреационное использование лесных земель. Изучая 50 лет практики на юго-западе Австралии // Политика землепользования. 2020. №90. С. 1-17.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011.
8. Дедов А. В., Несмеянова М. А., Хрюкин Н. Н. Плодородие почвы и продуктивность короткоротационных севооборотов с сахарной свеклой // Вестник Курской ГСХА. 2018. №9. С. 15-20. EDN: YTARVJ
9. Гамзиков Г. П. Плодородие почв, применение удобрений и продуктивность полевых культур – проблемные вопросы сибирского земледелия // Почвы – стратегический ресурс России : сборник научных трудов. 2021. С. 372 - 373. EDN: BKIMHR
10. Зинченко М. К., Федулова И. Д., Шаркевич В. В. Комплекс микромицетов и актиномицетов в агроэкологическом мониторинге серой лесной почвы агроландшафтов // Владимирский земледелец. 2019. №3 (89) С. 15-19. DOI: [10.24411/2225-2584-2019-10073](https://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10073) EDN: CKBOJS
11. Кутова О. В., Гребенников А. М., Тхакахова А. К., Исаев В. А., Гармашов В. М., Беспалов В. А., Чевердин Ю. И., Белобров В. П. Изменение почвенно-биологических процессов и структуры микробного сообщества агрочерноземов при разных способах обработки почвы // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 2018. Выпуск 92. С. 35- 62. DOI: [10.19047/0136-1694-2018-92-35-61](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-92-35-61) EDN: XOYDCP
12. Юшкевич Л. В., Хамова О. Ф., Щитов А. Г., Тукмачева Е. В. Влияние повторных посевов яровой пшеницы на состояние почвенного плодородия и агрофитocenоза в лесостепи Западной Сибири // Плодородие. 2020. №1 (112). С. 33-37. DOI: [10.25680/S19948603.2020.112.10](https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.112.10) EDN: YPXYRM
13. Гурин А. Г. Воздействие приемов обработки почвы на состояние почвенной микрофлоры на примере численности актиномицетов // Вестник аграрной науки. 2018. №3(72). С. 24-28. DOI: [10.15217/issn2587-666X.2018.3.24](https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2018.3.24) EDN: XTASLB

References

1. Shayakhmetov, M. R., Gindemit, A.M., Makenova, S. K., Balukov, M. S., Bezukladov, I. V. & Suleymanov R. R. (2021). Monitoring and mapping of soil cover based on spatial and temporal analysis. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 1 (41). 68-75 (in Russian). DOI: [10.48136/2222-0364_2021_1_68](https://doi.org/10.48136/2222-0364_2021_1_68) EDN: CSNXRL
2. Shpedt, A. A., Aksenova, Yu. V., Zhulanova, V. N., Rassypnov, V. A., Erunova, M. G., & Butyrin, M. V. (2019). Assessment of Siberian Agrochernozems Based on Modern Approaches. *Agriculture*, (4), 8-13 (in Russian). DOI: [10.24411/0044-3913-2019-10402](https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10402) EDN: EGNOPD
3. Firozjai, M. K. (2021). Historical and future assessment of the impact of mining activities on changes in surface biophysical characteristics: a remote sensing approach. *Ecological indicator*. 1. 122. 1-13 (in Russian).
4. On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2021.
5. Titova, V. I., & Rybin, R. N. (2020). Agroecology of Industrial Pig Production (in Russian). DOI: [10.18720/SPBPU/2/z20-16](https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z20-16) ISBN: 978-5-6044741-1-2 EDN: KKPPHZ

6. Rosa, J. K. S., Geneletti, D. & Morrison-Saunders A. (2020). To what extent can mine reclamation restore recreational use of forest lands. Exploring 50 years of practice in south-west Australia. *Land Use Policy*. 90. 1-17 (in Russian).
7. Dospekhov, B. A. (2011). Methods of Field Experimentation. (in Russian)
8. Dedov, A. V., Nesmeyanova, M. A., & Khryukin, N. N. (2018). Soil Fertility and Productivity of Short-Rotation Crop Rotations with Sugar Beet. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, (9), 15-20 (in Russian). EDN: [YTARVJ](#)
9. Gamzikov, G. P. (2021). Soil fertility, fertilizer application and productivity of field crops – problematic issues of Siberian agriculture. In : *Soils – a strategic resource of Russia*. 372-373 (in Russian). EDN: [BKIMHR](#)
10. Zinchenko, M. K., Fedulova, I. D., & Sharkevich, V. V. (2019). Complex of micromycetes and actinomycetes in agroecological monitoring of gray forest soil of agrolandscapes. *Vladimir Farmer*, (3 (89)), 15-19 (in Russian). DOI: [10.24411/2225-2584-2019-10073](#) EDN: [CKBOJS](#)
11. Kutovaya, O. V., Grebennikov, A.M., Tkhakakhova, A. K., Isaev, V. A., Garmashov, V. M., Bespalov, V. A., & Belobrov, V. P. (2018). Changes in soil-biological processes and the structure of the microbial community of agrochernozems under different methods of tillage. *Bulletin of the Soil Science Institute. V. V. Dokuchaeva*, (92), 35-61 (in Russian). DOI: [10.19047/0136-1694-2018-92-35-61](#) EDN: [XOYDCP](#)
12. Yushkevich, L. V., Khamova, O. F., Shchitov, A. G., & Tukmacheva, E. V. (2020). Influence of repeated spring wheat crops on the state of soil fertility and agrophytocenosis in the forest-steppe of Western Siberia. *Fertility*, (1 (112)), 33-37 (in Russian). DOI: [10.25680/S19948603.2020.112.10](#) EDN: [YPXRYM](#)
13. Gurin, A. G. (2018). The effect of soil cultivation methods on the state of soil microflora, as exemplified by the number of actinomycetes. *Bulletin of Agrarian Science*, (3 (72)), 24-28 (in Russian). DOI: [10.15217/issn2587-666X.2018.3.24](#) EDN: [XTASLB](#)

Информация об авторе:

Р. А. Горяев – аспирант.

Information about the author:

R. A. Goryaev – postgraduate student.

Конкурирующие интересы: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests: The author declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 7.04.2025; одобрена после рецензирования 20.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.

The article was submitted 7.04.2025; approved after reviewing 20.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.