

9. Собина А.С., Хачиков Э.А., Шмараева А.Н., Федоренко А.Н., Приходько В.Д., Казеев К.Ш. Биологическая активность чернозема обыкновенного через 5 лет после прекращения агрогенной обработки // Агрохимический вестник. - 2022. - №1. - С. 22-26. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-005
10. Gafurova L.A., Mamadiyrov F., Ergasheva O.X., Makhkamova D., Qurbonov M. The effect of the use of organic fertilizers, sowing legumes on the winter wheat yield and quality / Plant Cell Biotechnology and Molecular // Biology. ISSN: 0972-2025 Volume 21. Issue 41-42. - 2020. - P. 73-79. <https://www.scopus.com/sourceid/71491>.
11. Казеев К.Ш., Трушков А.В., Одабашиян М.Ю., Колесников С.И. Постагрогенное изменение ферментативной активности и содержания органического углерода чернозема в первые три года залежного режима // Почвоведение. - 2020. - №7. - С. 901-910. DOI: 10.31857/S0032180X20070059
12. Vadakattu G.V.S.R., Germidab J. Soil aggregation: Influence on microbial biomass and implications for biological processes / Soil Biology and Biochemistry. 2015. V.80 - P. A3-A9. DOI:10.1016/j.soilbio.2014.09.002
13. Polyak Y.M., Bakina L.G., Chugunova M.V., Mayachkina N.V., Gerasimov A.O., Bure V.M. Effect of remediation strategies on biological activity of oil-contaminated soil - A field study / Int. Biodeter. Biodegrad. 2018. V.126. - P. 57-68. DOI:10.1016/j.ibiod.2017.10.004
14. Титова В.И., Варламова Л.Д. Использование осадков промышленно-бытовых сточных вод в почвогрунтах для зеленого строительства // Агрохимия. - 2006. - №2. - С. 44-50.
15. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Принят Постановлением Госстандарта РФ от 23 января 2001 г. № 30-ст.
16. ГОСТ Р 54651-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. Утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 № 800-ст.
17. Фрид А.С., Ермаков А.В. Биогеохимический круговорот в экосистемах искусственных почвогрунтов городского газона (растения) // Агрохимия. - 2015. - № 7. - С. 68-77. ISSN 0002-1881.
18. Сорокина О.А., Данилов А.Н. Оценка плодородия почвы залежи на сопряженных элементах рельефа в Красноярской лесостепи // Плодородие. - 2016. - №2. - С. 31-33.
19. Варламова Л.Д., Титова В.И., Грибова М.Н. Влияние доз ОСВ на показатели почвы при удобрении зерновых культур // Агрохимический вестник. - 2009. - № 4. - С. 19-21.
20. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П. и др. Агрохимия. - М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. - 854 с.

INFLUENCE OF SLUDGE FROM LOCAL SEWAGE TREATMENT PLANTS ON YIELD AND QUALITY OF LAWN GRASS MIXTURE

V.I. Titova¹, ORCID 0000-0003-0962-5309, Doctor of Agricultural Sciences, E.G. Belousova¹, ORCID 0000-0003-0212-2442, Candidate of Agricultural Sciences, R.N. Rybin², ORCID 0000-0001-6557-9306, Candidate of Agricultural Sciences, D.Yu. Sudakov¹, ORCID 0009-0006-2601-666X

¹Nizhny Novgorod State Agrotechnological University named after L.Y. Floren-tiev, Russia, Nizhny Novgorod, 97, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107

²Federal Center for Animal Health Protection (FGBU "VNIIZZh"), Russia, Vladimir, Yurievets mkr., 600901. titovavi@yandex.ru, tyurnikova.e@yandex.ru, rybin@yandex.ru, sudak25210@yandex.ru

The article discusses the use of organ-containing sludge, formed after treatment of domestic sewage of private households, as a fertilizer for lawns. The sludge according to the controlled indicators - reaction of the environment, the content of organic matter, total nitrogen and phosphorus, meets the requirements for use in green building. Lawn grass mixture: meadow fescue - 30%, narrow-leaved bluegrass - 40%, red fescue - 30%. The studies were conducted in a small-scale field experiment, in 2022-2024. The dose of sludge application was calculated on nitrogen: at the rate of 100 kgN/ha and 150 kgN/ha, which corresponded to 16 t/ha and 25 t/ha of sludge. On the background of pre-sowing sludge application at a depth of 20-22 cm, fertilization of vegetative grasses with ammonium nitrate at the rate of 30 kg/ha of nitrogen was used. It was found that the application of silt sludge increases the productivity of grasses in the first year of their life by 6-14% higher than the yield on the unfertilized control, in the second year - by 10-16% higher than the control. Feeding vegetative grasses with nitrogen gives an increase in yield in the variant with sewage sludge application at a dose of 100 kgN/ha by 13%, and at a dose of sludge application at the rate of 150 kgN/ha - by 5% to the variant without nitrogen. The chemical composition of grass green phytomass changes: fiber content increases with simultaneous decrease in crude protein content; application of sewage sludge has no effect on phosphorus and potassium content of grass green mass.

Key words: sewage sludge, application dose, nitrogen, lawn, grass phytomass, yield, chemical composition.

УДК 631.879.3:549.8

DOI: 10.25680/S19948603.2025.142.14

ВЛИЯНИЕ ШУНГИТА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

В.А. Сидорова, к.с.-х.н., Институт биологии - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" (ИБ КарНЦ РАН)

185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д.11

E-mail: val.sidorova@gmail.com

Работа выполнена по теме государственного задания КарНЦ РАН № FMEN-2022-0012.

Изучалось влияние шунгита на рост и развитие ячменя ярового и на основные агрохимические свойства агродерново-подзолистой почвы. Использовали шунгит фракций 0,5 и 2-4 мм и шунгит-доломитовую смесь в дозе 5 и 10 г/кг почвы. Дополнительно исследовали вариант с предварительным замачиванием семян в вытяжке шунгита. В результате опыта не выявлено отрицательного воздействия шунгита на растения. Добавление шунгита в дозе 5 г/кг не приводит к значимым изменениям показателей роста растений, а в дозе 10 г/кг способствует увеличению высоты растений и подземной биомассы, но не увеличивает существенно надземную биомассу. Наилучшие показатели получены в варианте с предварительным замачиванием семян в водной вытяжке шунгита. При внесении шунгита в почву увеличилось содержание углерода и подвижного калия, но не изменилось содержание подвижного

фосфора и азота. Уровень кислотности почвы изменяется только в варианте с добавлением шунгит-доломитовой смеси.

Ключевые слова: шунгит, вегетационный опыт, агродерново-подзолистая почва, агрохимические свойства.

Для цитирования: Сидорова В.А. Влияние шунгита на рост, развитие растений и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы// Плодородие. – 2025. – №1. – С. 63-66. DOI: 10.25680/S19948603.2025.142.14.

Шунгитовыми называют большую группу докембрийских углеродсодержащих горных пород возрастом примерно 2 млрд. лет, не имеющих аналогов в геологической истории нашей Земли по форме проявлений и гигантским промышленным запасам. Чаще всего шунгит присутствует в качестве примеси в шунгитовых сланцах и доломитах, широко распространенных в Карелии на территории Заонежского полуострова. Прогнозные ресурсы – более 4 млрд. т углерода [16].

В современном состоянии шунгитовый углерод – это аморфный, некристаллизующийся, фуллереноподобный углерод. В зависимости от количества в сланцах шунгитового вещества и минеральных (зольных) примесей шунгитовые породы подразделяют на пять групп с содержанием углерода от <10 до 98%. [2]. Такой неоднородный состав минерального субстрата обуславливает большое разнообразие групп шунгитсодержащих пород и возможностей их практического использования [4, 6, 13].

В Карелии утилизация порошкообразных отходов от разработки шунгитовых месторождений и дальнейшая переработка минерала – актуальные экологические проблемы. Одним из вариантов рационального природопользования в регионе является применение отходов шунгита в сельском хозяйстве.

Весьма актуально в практике сельскохозяйственного производства изучение возможности применения различных горных пород и агрономических руд, а также удобрений на их основе. Внесение богатых по химическому составу горных пород оказывает существенное влияние на эффективное плодородие почв [14]. В этом отношении шунгит вызывает несомненный интерес.

Шунгитовые и шунгитсодержащие породы в объемах, достаточных для практического использования, известны пока только в Карелии, что делает их сугубо карельским полезным ископаемым. Они содержат оксиды кремния, калия, фосфора и ряд микроэлементов (Mg, Cu, Zn, Co, Mo и др.), за счет чего могут улучшать минеральное питание растений [7, 11].

В последние годы появилось много работ, посвященных влиянию шунгита на рост и продуктивность растений, однако представленные результаты бывают противоречивы. Анализ литературных данных показал, что эффективность использования шунгитов зависит от самых разных факторов: типа почвы, способа и дозы внесения шунгита, типа шунгитсодержащих пород, от выращиваемых культур [1, 7-10, 15]. Так, в работе [15] показано, что Забогинская шунгитсодержащая порода стимулировала рост корней злаковых культур, но накопление биомассы побегов у пшеницы и ячменя было ниже, чем на контроле. В работе [7] высказано предположение, что благодаря высокому (>50%) содержанию кремния в шунгите, увеличение кремниевого питания приводит к росту массы и объема корней. Однако имеются и труды, отмечающие негативное воздействие шунгита на развитие клубеньковых бактерий при выращивании бобовых растений [10].

Известно, что предпосевная обработка семян позволяет улучшать посевные качества семян. Опыты по повышению всхожести семян сосны обыкновенной показали, что в варианте с шунгитом отмечены наилучшие количественные значения для энергии прорастания семян сосны и всхожести [5]. Также установлено [12], что увлажнение семян озимой пшеницы водой, которая обработана шунгитом, оказывает существенное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян, при этом возрастает интенсивность накопления проростками биомассы.

Исследований о влиянии шунгита на изменение почвенных свойств крайне мало. Основные исследования проводили в Карелии [8, 9] и Ростовской области [1, 7] при выращивании различных культур на разных типах почв. Так, например, в опытах, проводимых на черноземах обыкновенных установлено, что удобрения на основе шунгита нормализуют кислотность почвы, структурируют почву, делая ее более рыхлой, оказывают значительное влияние на процессы трансформации фосфора и калия в почве, усиливают интенсивность аммонификации и нитрификации почвы [1]. В работе [11] отмечено, что примененный в больших дозах (от 15 г/кг) шунгит может заменить калий минерального удобрения.

Цель исследований – установить влияние различных доз и фракций шунгита на основные агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы, а также на рост и развитие ячменя ярового.

Методика. Для опыта использовали дерново-подзолистую суглинистую почву со следующей агрохимической характеристикой: C – 3,65%, N – 0,4%, P₂O₅ – 187,7 мг/кг, K₂O – 110,0 мг/кг, рН_{KCl} 5,6. Почву отбирали из пахотного горизонта на участке, вовлеченном в сельскохозяйственное использование.

В качестве мелиоранта использовали отсев шунгита с месторождения Забогино (Медвежьегорский район, Республика Карелия), имеющего следующие характеристики (% на абс. сухую навеску): C – 34,9; CaO – 0,19; MgO – 1,07; K₂O – 1,82; P₂O₅ – 0,07. Использовали его две фракции шунгита – порошок 0,5 и песок 2-4 мм. Также использовали шунгит-доломитовую (ШД) смесь: порошок шунгита и доломитовая мука в соотношении 50:50 %.

Дозы вносимого шунгита определяли по массе сосуда с почвой из расчета 5 и 10 г/кг почвы. Контролем служила почва без добавления каких-либо удобрений. Выбор дозы основан на результатах аналогичных исследований [7, 8, 11].

Опыт был заложен по аналогии с проводимыми ранее исследованиями [3]. Размельченные воздушно-сухие образцы почвы перемешивали с навесками шунгита и помещали в вегетационные сосуды объемом 1 л, увлажнив почву до 60% ПВ. Полученные субстраты подвергали компостированию в течение 1 нед при постоянной температуре.

Посев проводили пророщенными семенами ячменя ярового сорта Яромир по 10 штук на сосуд. Один из вариантов опыта включал замачивание семян в водной

вытяжке из шунгита: шунгит фракции 0,5 мм размещали в воде по навеске до концентрации 0,1 %.

Опыт проводился при естественном освещении и подержании постоянных температуры +23°C и влажности в трехкратной повторности. Уборку осуществляли через 60 сут после посадки. В ходе уборки измеряли высоту растений и количество надземной и подземной биомассы.

В высушенных и просеянных через сито 1 мм почвенных образцах проводили следующие определения: pH_{KCl} потенциометрически, содержание общего азота по Кьельдалю, подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по Кирсанову, общего углерода методом высокотемпературного каталитического сжигания.

Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с использованием пакетов анализа MS Excel и StatGraphics.

Результаты и их обсуждение. Через 1 мес наблюдений высота растений ячменя в вариантах с добавлением шунгита была выше, чем в контрольном варианте, но к концу второго месяца в вариантах с внесением шунгита в почву в дозе 5 г/кг не выявлено значимого влияния на рост ячменя (табл. 1). При внесении шунгита в дозе 10 г/кг значительно увеличилась высота растений, при этом надземная масса по сравнению с контролем практически не изменилась.

1. Показатели роста растений ячменя

Вариант	Доза шунгита, г/кг	Высота растений, см		Надземная масса	Подземная масса
		через 30 дней	через 60 дней		
Контроль	0	29,89	55,00	20,23	11,63
Семена, замоченные в водной вытяжке	0,1%-ный раствор	33,75	64,67	27,29	16,79
Фракция 0,5 мм	5	31,71	57,67	20,53	15,93
	10	40,40	66,33	23,20	21,09
Фракция 2-4 мм	5	32,14	56,67	19,34	13,12
	10	35,57	65,00	22,42	13,35
ШД смесь	5	32,00	55,00	20,77	13,97
	10	33,86	61,00	20,45	14,99
НСР _{0,5}		1,32	2,52	3,59	3,81

Добавление в почву шунгита фракции 0,5 мм привело к значимому увеличению подземной массы растений. Наилучшие показатели роста ячменя получены для варианта с предварительным замачиванием семян в водной вытяжке шунгита. В данном варианте высота растений была в среднем на 10 см больше, чем в контрольном варианте. Также по сравнению с контролем надземная и подземная биомассы увеличились на 34,9 и 44,4 % соответственно. Полученные результаты требуют дальнейшего исследования для определения оптимальной концентрации раствора.

Анализ почвенных свойств в ходе вегетационного опыта показал, что при внесении шунгита в почву не отмечено значимых изменений актуальной кислотности (табл. 2). Однако при добавлении шунгит-доломитовой смеси происходит снижение уровня кислотности от слабокислой до нейтральной. Это связано с тем, что в состав смеси входит доломитовая мука с высоким содержанием CaO (около 30%), тогда как в используемом в данном опыте шунгите содержание кальция крайне низкое. При этом за счет снижения доли шунгита в ШД смеси, увеличение содержания углерода в этом варианте не столь

значительно. Наибольшее увеличение содержания углерода в почве наблюдается в варианте добавления порошка шунгита в дозе 10 г/кг.

2. Влияние внесения шунгитовой крошки на свойства почв

Вариант	Доза, г/кг	pH_{KCl}	C	N	P_2O_5	K_2O
			%	%	мг/кг	мг/кг
Контроль	0	5,65	3,55	0,40	189,5	107,35
Крошка: 0,5 мм	5	5,59	3,98	0,40	190,3	226,2
	10	5,59	4,01	0,39	205,3	248,1
	5	5,62	3,78	0,40	163,8	152,3
ШД смесь	10	5,66	3,89	0,40	170,5	240,5
	5	6,04	3,82	0,40	184,4	170,2
	10	6,38	3,92	0,38	203,2	241,6
НСР _{0,5}		0,06	0,21	0,03	31,1	49,8

Также во всех вариантах опыта внесение шунгита в почву привело к увеличению содержания калия. Внесение шунгита ни в одном из вариантов не выявило значимых изменений в содержании общего азота и подвижного фосфора в почве. Некоторое увеличение содержания фосфора в почве отмечено при внесении порошка шунгита и ШД смеси в дозе 10 г/кг, но эта разница не превышает НСР.

Полученные данные в целом согласуются с более ранними результатами по исследованию эффективности шунгита при выращивании лука на перо [8]. Помимо выращиваемых культур, эксперименты различались по длительности проведения опыта. Сравнение результатов, полученных при исследовании влияния шунгита на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы показало, что при внесении шунгита в малых дозах в краткосрочном (30 дней) опыте с луком повышение содержания углерода и калия статистически не подтверждено. Однако в аналогичном опыте с ячменем через 2 мес взаимодействия почвы с шунгитом значимое увеличение содержания углерода и калия установлено даже при малых дозах внесения. Зависимость влияния шунгитосодержащих удобрений на физико-химические свойства почв от длительности воздействия отмечена и в работе [1]: опыты, проводимые на черноземе обыкновенном, показали, что при внесении шунгитосодержащих удобрений через 2 нед и через 1 мес выявлено повышение содержания углерода при всех исследуемых дозах, но статистически это не подтверждено. Однако через 2 и 3 мес взаимодействия почвы с удобрением установлено достоверное увеличение содержания углерода.

Выводы. В ходе вегетационного опыта установлено, что добавление шунгитов в почву положительно влияет на рост растений ячменя, но не способствует накоплению надземной биомассы. Также внесение шунгита мелкого помола приводит к значимому увеличению подземной биомассы. Наилучшие результаты получены в варианте с предварительным замачиванием семян в водной вытяжке шунгита.

Статистический анализ результатов показал, что влияние шунгита на агрохимические свойства почв зависит от дозы внесенной породы и степени помола. Применение песка шунгита (2-4 мм) меньше влияет на свойства дерново-подзолистой почвы. Добавление шунгита в почву не оказывает существенного влияния на актуальную кислотность и содержание подвижного фосфора и общего азота в почве по сравнению с контрольным вариантом. Во всех вариантах отмечено достоверное повышение содержания подвижного калия и углерода. При равных дозах внесения, содержание шунгита в ШД смеси в 2 раза ниже, поэтому увеличение содержания

углерода не так значительно, но за счет высокого содержания кальция в ШД смеси отмечено снижение уровня кислотности почвы при добавлении её в почву.

В вегетационных опытах рекомендуемая доза внесения шунгита – не менее 10 г/кг почвы при мелкой фракции помолы.

Литература

1. Бирюкова О.А. О влиянии удобрения ШунгиТерра на физико-химические свойства чернозема обыкновенного // Актуальные агроэкологические проблемы. - 2017. - №6. - С. 36-40.
2. Борисов П.А. О чем говорят камни Карелии. - Петрозаводск: Госиздат Карело-Финской ССР, 1952. - 120 с.
3. Дубровина И.А., Юркевич М.Г., Сидорова В.А. Влияние биоугля и удобрений на развитие растений ячменя и агрохимические показатели дерново-подзолистых почв в вегетационном опыте // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. - 2020. - № 3. - С. 31-44.
4. Ережеева Г.Н., Кряжева Т.В. Свойства и применение шунгита // Труды университета. - 2014. - № 2. - С. 126-128.
5. Кадырова З.Р., Жигунов А.В. Влияние шунгита на всхожесть семян при выращивании контейнеризированных сеянцев ели европейской и сосны обыкновенной / Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы III междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 06-08 ноября 2019 г. - СПб.: Изд-во Полиграф экспресс, 2019. - С. 104-108.
6. Калинин Ю.К. Экологический потенциал шунгита // Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека. Материалы Первой Всероссийской научно-практической конференции. - Петрозаводск, 2007. - С. 5-7.
7. Пыжов В.С., Удовенко А.И., Каменев Р.А. Применение удобрения ШунгиТерра в растениеводстве / Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Всероссийской

научно-практической конференции (Персиановский, 9 февраля 2017 г.). – Персиановский: Донской ГАУ, 2017. - С. 45-49.

8. Сидорова В.А., Юркевич М.Г., Дубровина И.А. Использование шунгита при выращивании лука репчатого (*Allium cepa* L.) на зеленое перо // Агрохимический вестник. – 2021. - № 1. - С. 59-63.
9. Теребова Е.Н., Орешникова Н.В., Павлова М.А., Стародубцева А.А. Использование коры сосны обыкновенной и шунгитовой крошки для выращивания овса посевного (*Avena sativa* L.) в защищенном грунте // Лесной вестник. - 2024. - Т. 28. - № 2. - С. 55–69.
10. Тимейко Л.В., Кузнецова Л.А., Голубева О.А. К вопросу использования шунгитов в сельскохозяйственном производстве // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. - Воронеж, 2017. - С. 233–237.
11. Тойкка М.А., Кекконен А.П. Шунгит как удобрение // Ученые записки Карело-финского государственного университета. – 1946. - Т. 1. - С. 214-268.
12. Тохтиева Л.Х., Тохтиева Э.А. Влияние шунгита на посевные качества семян озимой пшеницы // Известия Горского государственного аграрного университета. - 2011. - Т. 48. - № 2. - С. 276-280.
13. Хромушин В.А., Честнова Т.В., Платонов В.В., Хадарцев А.А., Киреев С.С. Шунгиты, как природная нанотехнология (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. - 2014. - №1. - Публикации 3-14. <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5039.pdf>
14. Цховребов В.С., Калугин Д.В., Фаизова В.И., Новиков А.А. Применение горных пород в качестве удобрения подсолнечника // Агрохимический вестник. – 2011. - № 4. - С. 14-15.
15. Шибаева Т.Г., Шерудило Е.Г., Первунина А.В., Кирилюк С.Д., Титов А.Ф. К вопросу о влиянии шунгитов на рост и развитие растений // Труды Карельского научного центра РАН. - 2022. - № 7. - С. 13–27.
16. Щипцов В.В., Бурцев И.Н., Жиров Д.В., Волошин А.В., Машин Д.О. Промышленные минералы севера европейской части России // Труды Карельского научного центра РАН. – 2020. - № 6. - С. 7–35.

THE INFLUENCE OF SHUNGITE ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF BARLEY PLANTS AND THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOIL UNDER GROWING SEASON CONDITIONS

V.A. Sidorova, Ph.D.

Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IB KarRC RAS)

185910, Russia, Petrozavodsk, Pushkinskaya Str., 11

E-mail: val.sidorova@gmail.com

The influence of shungite on the growth and development of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and on the basic agrochemical properties of agro-soddy-podzolic soil was studied. Shungite fractions of 0.5 mm and 2-4 mm and a shungite-dolomite mixture at a dosage of 5 and 10 g/kg of soil were used. Additionally, we investigated the option of pre-soaking the seeds in a shungite extract. As a result of the experiment, no negative effects of shungite on plants were revealed. Adding shungite at a dose of 5 g/kg does not lead to significant changes in plant growth indicators. Addition at a dose of 10 g/kg leads to an increase in plant height and underground biomass, but does not lead to a significant increase in above-ground biomass. The best results were obtained for the option with preliminary soaking of seeds in an aqueous extract of shungite. The introduction of shungite into the soil led to an increase in the content of carbon and available potassium, but did not change the content of available phosphorus and nitrogen. The soil acidity level changes only in the variant with the addition of a shungite-dolomite mixture.

Key words: shungite, growing season, agro-soddy-podzolic soil, agrochemical properties.

УДК 631.58:005.3

DOI: 10.25680/S19948603.2025.142.15

МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НИТРАТНОГО АЗОТА ЗА ПРЕДЕЛЫ КОРНЕОБИТАЕМОГО СЛОЯ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Н.В. Абрамов, С.А. Семизоров, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,

625003, г. Тюмень, ул. Республики, д.7, E-mail: abramovnv@gausz.ru

7 (908) 874-02-50

Проведены исследования в длительных стационарах и научно-производственных опытах в период с 1984 по 2023 г. Доказано, что на снижение темпов миграции азота в нитратной форме влияли севообороты с многолетними травами и промежуточными культурами. Интенсивность его передвижения за пределы корнеобитаемого слоя вызвана увеличением дозы азотных удобрений, нормы атмосферных осадков в период вегетации культурных растений. Современные технологии прецизионного земледелия обеспечивали точное внесение удобрений по элементарным участкам с учётом содержания N-NO₃, оптимизировали минеральное питание агроценозов и снижали