

УДК 631.416.8

ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ОСАДКА И ЦЕОЛИТА НА ПОДВИЖНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Разенков И.В. аспирант, тел. 89084891226, Federiko276@mail.ru
Куликова А.Х., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: *тяжелые металлы, цеолит, фильтрационный осадок, сельскохозяйственные культуры, урожайность.*

Работа посвящена изучению влияния цеолита природного и фильтрационного осадка на подвижность тяжелых металлов в почве и формированию урожайности озимой пшеницы. В результате проведенных исследований было выявлено, что данные мелиоранты способствуют уменьшению подвижности тяжелых металлов в почве и повышению урожайности экспериментальной культуры.

Введение. Длительное сельскохозяйственное использование почв при дефиците удобрений, химических мелиорантов, гербицидов, инсектицидов и других техногенных средств привело к развитию деградационных процессов и снизило экологическую устойчивость земель сельскохозяйственного назначения. Все эти факторы привели к тому, что в первую очередь ухудшаются агрофизические и физико-химические свойства почвы: повышается ее кислотность, плотность, снижается пористость, ухудшается структурное состояние и т. д.

Как итог, это привело к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению экологического состояния почв, а уровень истощения почв России достигло предельного уровня [1]. Борьба с подкислением, переуплотнением пахотного и подпахотного горизонтов вошла в число главных проблем Российской Федерации [2].

Одним из путей выхода из сложившейся ситуации в современных условиях является широкое применение биологических и физико-химических факторов повышения плодородия почвы.

Важную роль в решении данной проблемы может сыграть использование в качестве химических мелиорантов местных, более дешевых материалов таких, как природный цеолит. Природные цеолиты являются водными каркасными алюмосиликатами щелочных и щелочноземельных металлов.

Строение атомной решетки цеолитов состоит из кремнекислородных тетраэдров. Такая система образует систему соединенных между собой пор, внутри которых находятся обменные катионы кальция и натрия, иногда калия, магния, и молекулы «цеолитной» воды. Из-за этого при внесении в почву они способны улавливать и удерживать воду и различные элементы (в том числе токсичные и загрязняющие, что способствует снижению поступления их в растения) [3].

Так же одним из решений проблемы является известкование почв. Процесс, изначально направленный на устранение кислотности в почвах, приобретает усиливающее значение для уменьшения биологической доступности, токсичности и мобильности тяжелых металлов на загрязненных участках [4,5]. В качестве средств известкования применяют: кальцит, негашеная и гашеная известь, доломит, шлак.

В почвах связывание тяжелых металлов осуществляется в процессах их осаждения в виде карбонатов, увеличении специфической и неспецифической адсорбции при повышении значений pH и поглощения в микробной биомассе при активизации микроорганизмов в условиях близкой к нейтральной реакции среды [3].

В связи выше изложенным целью нашего исследования является изучить влияние фильтрационного осадка и цеолита на подвижность ионов тяжелых металлов в почвах.

Объекты исследования: Опыты проводили на территории землепользования ООО «Абушаев» Ульяновского района Ульяновской области в период 2021-2023 гг. Почва опытного поля - чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Мелиорантом, используемый для опытов, являлся цеолит Юшанского месторождения. В качестве известкового материала был использован фильтрационный осадок, который является отходом предприятия ОАО «Ульяновский сахарный

завод», занимающимся производством сахарного песка. Фильтрационный осадок на 75 % состоит из CaCO_3 .

Опыт проведен по следующей схеме:

1 вариант: контроль - без удобрений и мелиоранта

2 вариант: внесение в почву фильтрационного осадка (CaCO_3) в дозе

5 т/га.

3 вариант: внесение в почву цеолита природного в дозе 5 т/га.

Обсуждение: Содержание подвижных форм тяжелых металлов проводилось в испытательной лаборатории ФГБУ «САС «Ульяновская» на атомно-абсорбционном спектрометре «Спектр 5-4». Исследование осуществлялось по 5 основным элементам тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Pb, Cd) по РД 52.18.290-2022. Данные приведены в таблицах 1,2,3.

Таблица 1 - Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве опытного участка, мг/кг, 2021 г.

Вариант	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Контроль	0,063	0,38	0,55	0,40	0,04
Фильтрационный осадок (CaCO_3) 5 т/га.	0,054	0,31	0,46	0,33	0,02
Цеолит природный 5 т/га	0,056	0,34	0,45	0,29	0,02
НСР ₀₅	0,005	0,02	0,03	0,04	0,001
ПДК	3,0	23,0	4,0	5,0	0,3

Таблица 2 - Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве опытного участка, мг/кг, 2022 г.

Вариант	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Контроль	0,051	0,35	0,48	0,41	0,04
Фильтрационный осадок (CaCO_3) 5 т/га.	0,043	0,29	0,40	0,37	0,03
Цеолит природный 5 т/га	0,042	0,31	0,42	0,36	0,02
НСР ₀₅	0,009	0,02	0,02	0,03	0,001
ПДК	3,0	23,0	4,0	5,0	0,3

Данные, приведенные в таблицах 1-3, показывают значительное снижение подвижности тяжелых металлов в почвах опытных участков. Так, в среднем за 3 года уменьшение содержания подвижных соединений свинца в почве от внесения фильтрационного осадка составило 14,1 %, кадмия - 36,3 %, меди - 11,7 %, цинка - 15,9%, никеля - 13,8%. Внесение цеолита природного в среднем за 3 года снижало

содержание подвижных соединений меди в почве на 15,9%, цинка - 14,3%, никеля - 14,4%, свинца - 11,7%, кадмия - 44,6%.

Таблица 3 - Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве опытного участка, мг/кг, 2023г.

Вариант	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Контроль	0,052	0,33	0,47	0,40	0,03
Фильтрационный осадок (CaCO ₃) 5 т/га,	0,048	0,28	0,43	0,36	0,02
Цеолит природный 5 т/га	0,045	0,27	0,41	0,37	0,02
НСР ₀₅	0,010	0,03	0,02	0,04	0,001
ПДК	3,0	23,0	4,0	5,0	0,3

Следовательно, известкование почвы и внесение мелиорантов оказываются действенным приемом уменьшению подвижности тяжелых металлов в почвах: в среднем подвижность их, по отдельным металлам, уменьшалось при применении фильтрационного осадка на 18,3%, цеолита на 20,1%. Такая закономерность наблюдалась в течение всех 3-х лет проведения исследований.

Помимо положительного влияния на снижение подвижности тяжелых металлов, дефекат и цеолит способствовали повышению урожайности озимой пшеницы, возделываемой в опытах. Результаты по годам исследований её урожайности представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние мелиорантов на урожайность озимой пшеницы, т/га

Вариант	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Контроль	3,91	3,47	3,83
Фильтрационный осадок (CaCO ₃) 5 т/га,	4,25	3,78	4,21
Цеолит природный 5 т/га	4,19	3,69	4,10
НСР ₀₅	0,9	0,9	0,9

Как видно из приведенных данных таблицы, цеолит и фильтрационный осадок оказывают положительное влияние на формирование урожайности озимой пшеницы. Так, внесение 5 т/га цеолита обеспечило прибавку в среднем на 7 % или 0,25 т/га, а внесение фильтрационного осадка той же дозировки - на 9 % или 0,35 т/га.

Закключение: Известкование почв и применение высококремнистых пород (цеолита) являются эффективным приемом для снижения подвижности тяжелых металлов в почвах, а также повышения урожайности зерновых культур.

Библиографический список:

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2023 году. М.: ФГБНУ 'Росинформагротех'^а, 2024. № 414 с.
2. Чернышов Егор Васильевич. Изменение агрометрических свойств чернозема выщелоченного под влиянием фитомелиорантов и известкования в условиях лесостепного Поволжья : Дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 Пенза, 2006 205 с. РГБ ОД, 61:06-6/686
3. Куликова А. Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. – 2013.
4. Сычев В. Г., Аканова Н. И. Современные проблемы и перспективы химической мелиорации кислых почв //Плодородие. – 2019. – №. 1 (106). – С. 3-7.
5. Алдошин Н. В., Золотарев А. С., Квас С. А. Известкование почв–путь к повышению эффективности растениеводства //Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2025. – Т. 19. – №. 4. – С. 35-41

**THE EFFECT OF FILTRATION SEDIMENT AND ZEOLITE ON
THE MOBILITY OF HEAVY METALS IN LEACHED
CHERNOZEM AND CROP YIELDS**

**Razenkov I.V., Kulikova A.Kh.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU**

Keywords: *heavy metals, zeolite, filtration sediment, crops, yield*

The work is devoted to the study of the effect of natural zeolite and filtration sediment on the mobility of heavy metals in the soil and increasing yields established in field experience. As a result of the conducted research, it was revealed that these meliorants contribute to reducing the mobility of heavy metals in the soil and contribute to increasing crop yields.