**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 4**

**Г. Долгопрудный**

**Использование цементной пыли и сталеплавильных шлаков для известкования почвы**

**Номинация –** Ландшафтная экология и геохимия

 **Автор работы:**

Азимов Руслан,

 ученик 9 класса

 МБОУ школы № 4

 г. Долгопрудного **Руководитель:** Леонидова Татьяна Викторовна

 учитель МБОУ школы №4

г. Долгопрудный

2019-2020 г.г.

  **Содержание**

Введение……………………………………………………………..2

Экспериментальная часть

Методика исследований…………………………………………….3

Результаты и их обсуждение………………………………………..4

Предложения………………………………………………………...9

Выводы……………………………………………………………….9

Литература……………………………………………………………10

 1.**Введение**

Кислотность почвы – важный агрохимический параметр, характеризующий пригодность субстрата для выращивания тех или иных культур.Реакция почвы оказывает влияние на [питательный режим почв](http://universityagro.ru/%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B5/%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%BC-%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B2/), рост, развитие и урожайность растений, деятельность микроорганизмов почвы, трансформацию форм питательных элементов удобрений и почвы, [агрофизические](http://universityagro.ru/%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B5/%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8-%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8/), [агрохимические](https://universityagro.ru/%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F/%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8-%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8/), физико-химические и биологические свойства почв.

Повышенная кислотность является одной из проблем почв Московской области. 70% территории Московской области занята дерново-подзолистые почвы, которые характеризуются низким плодородием и кислотностью. Так, только в Дмитровском районе Московской области 50,4 процента пашни имеют повышенную кислотность почв (pH до 5,5 процентов), в том числе 17,8 процента почв являются сильно – и среднекислыми, вследствие чего снижается выход продукции с гектара пашни при тех же затратах на производство.

Недобор урожая сельскохозяйственных культур из-за избыточной кислотности составляет 14-16 млн.т в пересчете на зерно. На кислых почвах на 25- 40% снижается эффективность минеральных удобрений, а при высоком содержании алюминия применение калийных и азотных удобрений может привести к снижению урожая [1].

Степень кислотности обозначается символом pH. При pH равном 7 реакция раствора будет нейтральной. При pH менее 7 реакция указывает на повышение кислотности раствора, а больше 7 щелочности. Растения по-разному относятся к кислотности почвы.

Рожь, картофель формируют высокие урожаи при слабокислой реакции. Пшеница, ячмень, свекла лучше растут при нейтральной или слабощелочной реакции.

Сельское хозяйство Московской области в большей степени специализировано на производстве продукции растениеводства, доля которой, в общем объеме произведенной сельхозпродукции в регионе (включая территории Новой Москвы), составляет 61,7%. Для большинства возделываемых сельскохозяйственных культур благоприятны почвы с нейтральной или близкой к нейтральной реакции, однако значительные площади сельскохозяйственных угодий характеризуются неблагоприятной реакцией.

Для нейтрализации почвенной кислотности используют известковые удобрения, которые получают в процессе переработки природный веществ – известняка, мела, мергеля, доломита [].

Затраты на известковые удобрения зависят от используемых материалов, дозы извести, вида и дальности перевозок, технологии хранения и внесения. Проблема раскисления почв в настоящее время решается на государственном уровне. Начиная с 2020 года, должно проводиться субсидировании аграрных работ по известкованию сельскохозяйственных земель. Однако, стоимость известковых материалов и затраты на их применение в наше непростое время возрастают. Поэтому надо находить пути более дешёвого способа мелиорации почв. Для нейтрализации почвенной кислотности мы хотим предложить использовать сталеплавильные шлаки.

**Цель работы:** рассмотреть возможность применения сталеплавильных шлаков и цементной пыли в качестве известковых удобрений.

**Задачи:** 1) провести анализ литературных источников;

2) отобрать почвенные образцы и определить кислотность почвы;

3) проанализировать возможность применения металлургических шлаков и цементной пыли в качестве нейтрализаторов почвенной кислотности.

Показателями эффективности применения шлаков в качестве известковых удобрений могут служить снижение кислотности почвы, увеличение урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Наша работа может быть полезна сельскохозяйственным организациям, фермерским хозяйствам и личным подсобным хозяйствам.

**Место проведения исследований**: Мытищинский, Дмитровский районы, г.о. Долгопрудный и Лобня.

**Время проведения**: 2019-2020 г.г.

 **2. Экспериментальная часть**

 **2.1. Методика исследований**

Для того, чтобы выяснить, являются ли почвы Московской области кислыми, мы отобрали в Мытищинском, Дмитровском районах, г.о.Долгопрудный и г.о. Лобня почвенные образцы. Образцы отбирали на глубине 0-10 см на угодье сенокос в Дмитровском и Мытищинском районах, в парке микрорайона Шереметьевский г. Долгопрудный и на опытных полях г. Лобня. Для сравнения были также отобраны образцы почвы в различных растительных сообществах (смешанный лес, еловый, лиственный).

Отобранные образцы высушивали и просеивали через сито с отверстиями 1 мм для определения кислотности. Кислотность почвы в соляной вытяжке определяли по ГОСТ 26483-85 потенциометрическим методом. Агрохимические анализы почвы и растений проводили на базе ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в отделе аналитических методов исследований под руководством научного сотрудника.

 **2.2**. **Результаты исследований и их обсуждение**

Результаты исследований представлены в таблице 1.

 Таблица 1

 Кислотность почвы

|  |  |
| --- | --- |
| Территория | рН сол. |
| **Мытищинский район** |  |
| Сенокос | 5,21 |
| Смешанный лес с преобладанием сосны | 4,04 |
| Смешанный лес с преобладанием лиственных пород | 3,75 |
|  |  |
| **Дмитровский район** |  |
| Сенокос | 4,74 |
| Смешанный лес | 4,19 |
| Еловый лес | 3,95 |
| Лиственный лес | 4,52 |
|  |  |
| Г. Долгопрудный, мкр-н Шереметьевский, городской парк | 5,43 |
| Г. Лобня, опытные поля |  5,57 |

Как видно из приведенной таблице кислотность почв в исследуемых районах в зависимости от растительного сообщества колеблется от 3,75 до 5,57

Почвы сельхоз назначений имеют значения рН в пределах 4,74 до 5,57.

 Такую кислотность хорошо будут переносить картофель, лён долгунец, просо, сорго и др. Для выращивания зерновых, овощных культур почву необходимо известковать.

Известняковая мука является основным известковым материалом, используемым на всех кислых почвах под различные культуры. Процесс получения известняковой муки сводится к добыче известняковой породы в карьерах с применением буровзрывных работ, транспортировку к месту переработки, помол карбонатной породы с предварительной подсушкой сырья. Процесс известкования для хозяйств стоит недёшево, поскольку для него нужна специальная техника. Кроме того, необходимы затраты на саму известь и её доставку.

По данным регионов России, средняя стоимость затрат в 2019 году на проведение известкования почв в субъектах Российской Федерации составляет 12 тыс. руб. на 1 га [3, 4].

Поэтому вопрос об использовании дешевых известковых удобрений является очень актуальным. Многие исследования показывают, что одними из дополнительными полезными ресурсами могут быть электросталеплавильные шлаки, цементная пыль.

 **2.3. Цементная пыль**

Цементная пыль – это отходы, получаемые при производстве цемента. Цементная пыль – это замечательное удобрение для почв с повышенным уровнем кислотности, а также подходящее для растений, совершенно не переносящих хлор в составе удобрений. В своем составе может содержать СаСО3 не менее 60%, МgО – 0,5%, SO3 – 2-4% и К2О до 40% [5, 6].

Цементных заводов в Московской области, по данным интернет источников, мы нашли 14 предприятий.

Основным источником организованных выбросов пыли на цементных заводах являются вращающиеся печи, клинкерные холодильники, мельницы сухого помола (цементные, угольные), цементные силосы, установки для тарирования и отгрузки цемента. Неорганизованные выбросы пыли возникают при дроблении, транспортировке, складировании сухих материалов, их подаче в бункеры мельниц, движении автотранспорта по дорогам [7].

Основным направлением утилизации пыли, образуемой при обжиге цементного клинкера в вращающихся печах, является использование ее в самом процессе производства цемента. Пыль из пылеосадительных камер возвращается во вращающуюся печь вместе со шламом. Основное же количество пыли улавливается в электрофильтрах. Эта пыль имеет высокую дисперсность и содержит повышенное количество свободного оксида кальция, щелочей и серного ангидрита. Осажденную пыль насосом подают в специальный силос, откуда спецтранспортом направляют потребителям [8].

Она действует слабее известняковой муки. При внесении в сухом состоянии сильно пылит, при увлажнении слеживается и цементируется. Однако, при недостатке известковых удобрений может использоваться под все культуры.

 Для более удобного внесения цементной пыли в почву ее можно гранулировать путем окатывания ее с добавкой воды или раствора пыли. Это позволит уменьшить ее распыление в воздухе.

Цементную пыль рекомендуется вносить за полторы- две недели до посева сельскохозяйственных культур.

 **2.4. Шлаки как известковые удобрения**

Шлаки являются побочным промышленным продуктом, получаемый при плавлении железной руды до стадии чугуна. Они представляют собой многокомпонентные системы, в которых окислами, определяющими состав, являются CaO, SiO2, Al2O3, MgO, FeO. Кроме того, они содержат оксиды Mn, P, Cr, Ba, S, Fe, V, Ti и др. По химическому составу в сталеплавильных шлаках 70 - 85% занимают CaO, SiO2 и оксиды железа [9].

Пригодность сталеплавильного шлака к применению в качестве удобрения объясняется тем обстоятельством, что он содержит значительное количество оксида кальция при относительно меньшей доле оксида кремния. Это делает привлекательным утилизацию шлака как материала для известкования кислых почв взамен извести. Наличие в нем марганца, железа, кремния, алюминия и других элементов повышает его ценность в сравнении с известью, так как эти соединения в качестве микроэлементов необходимы для развития растений [10].

Для известкования почв целесообразно использовать основные шлаки с модулем основности больше единицы, которое определяется как отношение процентного содержания суммы оксида кальция и магния к двуокиси кремния.

Химический состав исходного шлака должен соответствать требованиям ТУ 14-11-240-88 "Шлак металлургический для химической мелиорации и удобрения почв"

Электросталеплавильные шлаки обладают более высокой нейтрализующей способностью, чем известняковая мука, по нейтрализующей способности 1 т шлака равна 1, 4 т известняковой муки [11].

Применение шлаков позволяет уменьшить затраты на известкование на 30-40% и ввести в сельскохозяйственный оборот земли, занятые отвалами. Исследования показывают, что шлаки являются высокоэффективными известковыми удобрениями, и по действию на урожай сельскохозяйственных культур и их качество не уступают извести, а в ряде случаев даже превосходят её [12, 13].

В Московской области, по данным интернет источников, существуют 16 предприятия, имеющих литейные цеха, наиболее крупным является металлургический завод в г. Электросталь. За разработку концепции переработки шлакового отвала и ее промышленную реализацию в 1999 г. заводу присуждена премия Правительства Российской Федерации. Разработанное оборудование в настоящее время используется для целей переработки шлаков текущего производства. Технология переработки электросталеплавильного шлака включает дробление и размол шлака, гравитационный способ разделения дробленого шлака на оксидную и металлическую (в том числе немагнитную) составляющие, использование металлической составляющей материала для производства паспортной рафинированной шихтовой заготовки, а оксидной составляющей -для производства дорожных и строительных изделий (шлаковый песок и шлаковый щебень) [14].

Изучая опыт металлургического завода Амурсталь («Амурсталь» – единственный на Дальнем Востоке металлургический завод, производящий сталь с использованием электросталеплавильной технологии), мы выяснили, что шлаковый песок – комплексное экологически чистое удобрение, которое можно использовать для нейтрализации почвенной кислотности.

Шлаковый песок рекомендуется вносится при весенней и осенней обработке почвы (лучше осенью) из расчета 0,5 - 0,8 кг/кв.м. равномерным тонким слоем по поверхности с обязательной последующей перекопкой или рыхлением. Срок действия при нормальной дозе - 4 года.

Почему шлаки обладают нейтрализующей способностью? Потому, что в сталеплавильном производстве используется известь. Она позволяет очистить металл от фосфорных, серных или кремниевых примесей, образующихся при введении кислорода в расплавленный чугун или сталь. Расход ее - 50…60 кг/т стали. Поэтому, шлаки могут содержит 50—68 % СаО, 6—15 % МgO, 15—25 % SiO2, а также фосфор, марганец, серу и другие элементы, при чем кальций находится в шлаке преимущественно в форме СаО, более активной, чем СаСO3.

При производстве удобрений из металлургических шлаков можно в качестве добавок использовать сыпучие органические и неорганические материалы - навоз, торф, птичий помет, суперфосфат, мочевину и др. Технический результат состоит в снижении себестоимости производства, улучшении качества и расширении ассортимента удобрений и мелиорантов на основе металлургических шлаков.

Качественные характеристики шлаков ОАО "ОЭМК" выгодно отличают их от шлаков других металлургических предприятий, что обусловлено использованием в шихте электросталеплавильного производства железа прямого восстановления (металлизованных окатышей) и применяемой технологией заполнения шлаковых ям. Особый интерес представляет использование шлаков ОАО ОЭМК в сельском хозяйстве. На протяжении ряда лет саморассыпающиеся шлаки вследствие содержания ценных микроэлементов с успехом используются в качестве минеральных удобрений для раскисления почв на посевных угодьях, обеспечивая высокие урожаи различных сельскохозяйственных культур [15].

Технология переработки и получения удобрений представлена в таблице 2.

 Таблица 2

 Технология получения удобрения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Удобрение | Добыча | Переработка |
| Известковая мука | В карьерах с применением буровзрывных работ, транспортировка | Помол карбонатной породы с предварительной подсушкой сырья, осаждение, пневмонасосом на силосный склад известняковой муки |
| Сталеплавильные шлаки | - | Дробление и размол шлака, гравитационный способ разделения дробленого шлака на оксидную и металлическую (в том числе немагнитную) составляющие, складирование |
| Цементная пыль | - | Улавливание в электрофильтрах. Осажденную пыль насосом подают в специальный силос |

Мы сравнили цены на доломитовую муку Песковского комбинат строительных материалов Московской области и отсева шлака из металлургического шлака ОАО «Коломенский завод» (г. Коломна) Московская область, продаваемый ООО «Гармет» в г. Коломна Московской области (таблица 3).

 Таблица 3

 Стоимость удобрения, руб/т

|  |  |
| --- | --- |
|  Продукция | Цена руб. за 1 т |
| Доломитовая мука Песковского комбинат строительных материалов (фасованная по 40 кг) | 3375 |
| Сталеплавильный шлаковый отсев | 100 - 1000 |

Следовательно, использование шлаков, как отхода от производства стали, будет обходится дешевле, чем добыча, переработка известняка.

Минсельхоз РФ в 2020 году предложил субсидировать известкование почв. При компенсации 30% стоимости работ (для Дальнего Востока — 50%) расходы федерального бюджета в 2020 году составят 3,1 млрд руб., в 2021-м — 5,9 млрд руб., в 2022-м — 7 млрд руб. С учетом субсидий из бюджетов регионов возмещение должно составить «не более 90% фактически осуществленных сельскохозяйственными товаропроизводителями затрат по мероприятиям в области известкования кислых почв». Компенсировать предполагается фактические затраты на разработку проектно-сметной документации в результате агрохимического обследования полей, приобретение мелиорантов, включенных в госкаталог пестицидов и агрохимикатов, транспортные расходы по доставке мелиорантов и технологические работы по их внесению [16].

  **2.5. Предложения**

Для решения вопроса об использовании металлургических шлаков и цементной пыли для раскисления почвы, мы предлагаем:

1. отобрать для анализа образцы цементной пыли и шлаков с металлургических и цементных заводов Подмосковья и близлежащих областей;
2. провести химический анализ отобранных образцов;
3. на основании данных анализов отобрать образцы, которые отвечают требованиям ТУ 14-11-240-88 "Шлак металлургический для химической мелиорации и удобрения почв";
4. дать рекомендации сельхоз предприятиям по использованию этих удобрений;
5. финансирование проведение анализов отходов производства проводить за счет предприятий, заинтересованных в утилизации своих отходов.

Использование отходов производства позволит решить две актуальные задачи:

реутилизацию и вторичное использование отходов, что сократит площади земель, используемых для их складирования;

обеспечение сельхозтоваропроизводителей дешевыми известковыми материалами, территориально расположенными вблизи от потребителя.

 **3.Выводы**

1. В Подмосковье 70% площади занимают дерново-подзолистые почвы, которые отличаются повышенной кислотностью.
2. Использование известковых отходов промышленности таких, как цементная пыль, металлургические шлаки позволит сократить расходы на известковые удобрения.

Мой вклад в написании данной работы заключается в анализе литературных источников по известкованию почвы, отборе почвенных образцов, проведении анализа почвы, анализе использования отходов производства в качестве известковых материалов.

 **4.Литература**

1. Кислотность почвы [Электронный ресурс].- Режим доступа: [https://universityagro.ru/агрохимия/кислотность-почвы/](https://universityagro.ru/%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F/%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C-%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B2%D1%8B/)(дата обращения 21.11.2019)

1. Известковые удобрения [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://himya.ru/izvestkovye-udobreniya.html> (дата обращения 25.11.2019)
2. В.И. Кашин: Земле-Матушке – особое внимание [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://podmoskovye.bezformata.com/listnews/kashin-zemle-matushke-osoboe/81670909/> (дата обращения 13.01.2020)

4. Государственная поддержка известкования кислых почв [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://we-agro.ru/statesupport/subsidii/gosudarstvennaya-podderzhka-izvestkovaniya-kislyh-pochv.html> (дата обращения 09.01.2020)

5. Известкование кислых почв [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://agrolib.ru/books/item/f00/s00/z0000019/st019.shtml>(дата обращения 25.11.2019)

6. О калийных удобрениях подробно [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.forumhouse.ru/entries/14962/>(дата обращения 11.12.2019)

7. ГОСТ Р 56828.47-2019 Наилучшие доступные технологии. Производство цемента. Выбор маркерных показателей для выбросов в атмосферу от промышленных источников [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200162549> (дата обращения 11.12.2019)

8. Обеспыливание газов в цементной промышленности [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.циклоны-цн.рф/dedusting-gas-cement-industry.html>(дата обращения 11.12.2019)

9. Использование отхода электросталеплавильного производства в качестве микроудобрений для почв [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://vuzlit.ru/1271795/harakteristika_elektrostaleplavilnoy_pyli>(дата обращения 23.12.2019)

10. Применение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://ru-ecology.info/post/100836404610010/>(дата обращения 23.12.2020)

11.Характеристика металлургических шлаков [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://agrohimija24.ru/izvestkovanie-pochv/988-harakteristika-metalurgicheskih-shlakov.html> (дата обращения 22.12.2019)

12.Утилизация шлаков: опыт Оскольского электрометаллургического комбината [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=3470> (дата обращения 22.12.2019)

13. Бабинская Е.Б.. Эффективность магния сталеплавильных шлаков при известковании дерново-подзолистых почв// Автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.04 / Москва, 1985.- 24 с.: ил.

14. Ларионов В.С. Разработка и внедрение процесса комплексной переработки отвалов металлургических шлаков с целью извлечения металлических компонентов и получения строительных материалов [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2014/igg/plastovec/library/article8.htm> (дата обращения 22.12.2019)

15. Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Тикунова И.В.,  Шекина А.Ю. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков// Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1 (часть 2) – С. 439-443

16. Минсельхоз предложил субсидировать известкование почв [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/32216-minselkhoz-predlozhil-subsidirovat-izvestkovanie-pochv/> (дата обращения 21.01.2020)