

# **XIV Областной научно-практический марафон «Шаги в науку»**

## **СЕКЦИЯ ХИМИИ**

### **Изучение состава древесной золы для возможного использования ее в качестве ингредиента по снижению кислотности почвы в с. Старая Каменка Пензенского района Пензенской области**

*Исследовательская работа*

**Автор: Шveenкова Ольга,**

обучающаяся 11 класса МБОУ

«СОШ №220» г. Заречного Пензенской области

**Научный руководитель-**

**Храмкина С.Б.**, инженер-химик ЦЗЛ №20

АО ФНПЦ ПО «Старт» им. М.В. Проценко;

(учитель химии МБОУ «СОШ №220»

в период с 2002 по 2012г.

**Плюснина Л.А.**, учитель биологии

МБОУ «СОШ №220» г. Заречного Пензенской области.

**Заречный 2020г.**

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	2
ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	3
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА .....	4
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ .....	5
ВЫВОДЫ.....	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНТЕРНЕТ - ИСТОЧНИКОВ.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	21

## Введение

Древесная зола – не только удобрение. Она обладает способностью разрыхлять почву и изменять ее структуру. Кроме того, благодаря высокой щелочности, она нейтрализует избыточную почвенную кислотность. В селе Старая Каменка у нас имеется земельный участок с кислой и слабокислой почвой. Для уменьшения кислотности почвы обычно используют гашеную известь. Тонна этого вещества стоит от 7 тысяч рублей, не включая стоимость транспортировки. Используя древесную золу<sup>1</sup>, можно не только удобрить почву, но и снизить ее кислотность, не тратить материальные средства на закупку извести. В этом состоит **актуальность** данной работы.

**Объектом** исследования стала зола, полученная из 3 пород деревьев (сосна, осина, береза), произрастающих в данной местности. **Предметом**, соответственно, пригодность этой золы для снижения кислотности почвы. В связи с этим **целью** работы является изучение химического состава древесной золы, как ингредиента снижающего кислотность почвы, являющегося одновременно ценным удобрением

**Задачи** исследования:

- определить величину рН почвы (на 3 участках) до и после обработки золой разных видов;
- произвести сухое озоление и подготовить образцы золы для анализа; определить влажность золы; приготовить зольные вытяжки, определить растворимость золы в воде;
- определить рН водной вытяжки; выяснить наличие катионов калия и фосфат-ионов;
- приготовить солянокислую вытяжку для качественного определения катионов железа  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ ;
- определить массовую долю золы, нерастворимой в соляной кислоте;
- интерпретировать спектры золы, полученные на спектрометре;
- дать рекомендации по использованию золы в садово-огородном хозяйстве с. Старая Каменка.

Железо является функциональной составляющей, частью ферментативных систем растений. Особенно важна его роль в окислительном и энергетическом обменах, а также в образовании хлорофилла, поэтому железосодержащие органические соединения необходимы растениям для протекания биохимических процессов, происходящих во время дыхания и фотосинтеза.

В работе рассказывается о том, при каких условиях железо из золы переходит в доступное для растений состояние и как параллельно снижается кислотность почвы. В этом состоит **новизна** исследования.

---

<sup>1</sup> Дрова (береза, осина, сосна) на отопление бани привозят ежегодно.

## Глава 1. История вопроса (обзор литературы)

Доля участия кислых почв в Пензенском районе - 99,2%, в том числе средне и сильно кислые: 62,2% от площади пашни. Увеличение площади кислых почв связано с прекращением известкования после 1991 года[1]. Естественное плодородие выщелоченных черноземов в за последние 20 лет сильно снизилось. Бессистемное внесение физиологически кислых минеральных удобрений привело к резкому увеличению площадей с кислой реакцией среды, и эти почвы стали нуждаться в известковании<sup>1</sup>[2].

По данным ФГУ ГЦАС «Пензенский» кислых почв по области по учету 2178,0 тыс. га (71,2%), в том числе: средне и сильнокислых 1284,5 тыс. га (42,0%), которые в первую очередь нуждаются в известковании, слабокислых почв – 893,5 тыс. га.

Пензенские сельхозпроизводители борются за повышение урожайности. В 2019 году снизить кислотность почвы планировали на площади в 30 тыс. гектаров. Всего за ближайшие 5 лет — на 200 тыс. гектаров<sup>2</sup>. В Пензенской области на 2018 произвестковано 22,7 тыс. гектаров кислых почв, что превышает уровень прошлого года на 30%. В планах 2019-2020 года — произвести известкование 35 тыс. гектаров[3].

Золой называется остаток, полученный после сжигания и прокаливания органического материала. Зола растений содержит в своем составе практически все элементы, входящие в их состав, за исключением азота, углерода и водорода, которые при этих условиях переходят в летучие соединения. Уже в конце XIX века было известно, что в состав золы входит более 30 химических элементов [4].

О составе золы, ее свойствах и применении написано много, и, казалось бы, что нового сможем узнать мы? Проанализировав литературные источники, мы установили, что многие параметры для золы носят оценочный характер. Отсутствуют количественные данные о растворимости золы в воде, общей щелочности, как самой золы, так и ее зольных вытяжек, значения pH зольных вытяжек, растворимых гидроксидов (щелочей) и другие характеристики.

Железо (Fe) является микроэлементом, который усваивается растениями в самом большом количестве. Содержание железа в листьях растений достигает сотых долей процента, именно поэтому железо иногда относят к макроэлементам, хотя по своим физиологическим функциям оно является типичным микроэлементом. Растения могут страдать от недостатка железа в кислых почвах из-за избыточного содержания в них марганца[5].

---

<sup>1</sup> Соли, применяемые в качестве минеральных удобрений, могут быть физиологически кислыми, щелочными / нейтральными. Растения в процессе роста избирательно поглощают ионы[6].

<sup>2</sup> 18 ноября 2019 года заместитель министра сельского хозяйства Пензенской области Эдуард Каташов принял участие в селекторном совещании Минсельхоза России по вопросам поддержки сельхоз работ по известкованию. Совещание с субъектами провел директор Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России Роман Некрасов.

## Глава 2. Материал и методика

Материалом для данной работы послужила древесная зола, полученная после сжигания дров<sup>1</sup> в с. Старая Каменка (фото №1, приложение 2). Каждая порода дерева сжигалась отдельно, после чего тщательно вычищались места сбора золы. Далее зола просеивалась через сито №1 (фото №2-4, приложение 2). Работа проводилась на базе школьного кабинета биологии и в ЦЗЛ №20 АО ФНПЦ ПО «Старт».

Для выполнения работы мы использовали:

### **реактивы:**

- индикаторы (метиловый красный)
- роданид калия (1% р-р)
- нитрат серебра (0,1н р-р)
- соляная кислота (10%, 5% р-р)
- гидротартрат натрия (0,5% р-р)
- натрия ацетат(0,5% р-р)
- желтая кровяная соль (0,1% р-р)
- красная кровяная соль (0,1% р-р)
- дистиллированная вода

### **посуду и оборудование:**

- пипетку, фильтры «Синяя лента»
- стаканы, пробирки
- мерные колбы на 100, конические колбы на 250 см<sup>3</sup>.
- рН метр
- электронные весы
- ИК – Фурье спектрометр ФТ-801, персональный компьютер, прибор Экотест-2000И
- бюксы и тигли
- шпатели, тигельные щипцы
- воронки, спиртовку, спички
- стеклянные палочки, часовые стекла
- муфельную печь
- электрическую плитку
- сушильный шкаф, эксикатор

### **Экспериментальные методы количественного анализа:**

- Определение растворимости золы в воде;
- Определение растворимости золы в соляной кислоте;
- Определение влажности золы

### **Экспериментальные методы качественного анализа:**

- Определение катионов и анионов
- Определение рН
- Интерпретация спектров золы на ИК – Фурье спектрометре ФТ-801

---

<sup>1</sup> Дрова были приобретены в Пензенском районе.

### Глава 3. Экспериментальная часть

#### Определение влажности золы

Метод определения влажности основан на определении потери в массе за счет гигроскопической влаги и летучих веществ при высушивании золы до абсолютно сухого состояния. (ГОСТ 24027.2-80) [9]. Визуальная оценка показала, что цвет золы сосны и березы - светло-серый, а у осины темно-серый.

#### Подготовка к испытанию

Брали две навески массой по 3-5 г, взвешенные с погрешностью не более 0,001 г. Каждую навеску помещали в предварительно взвешенный вместе с крышкой и пронумерованный бюкс.

#### Проведение испытания

В сушильный шкаф, нагретый до 100-105°C, помещали подготовленные бюксы с навесками вместе со снятыми крышками. Высушивание проводили до постоянной массы (фото №5, приложение 2).

Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя последующими взвешиваниями после 30 минут высушивания и 30 минут охлаждения в эксикаторе не превышает 0,01 г. Бюксы с навесками вынимали из шкафа тигельными щипцами и помещали на 30 минут для охлаждения в эксикатор, на дне которого находился безводный хлористый кальций. Охлажденные бюксы закрывали крышками и взвешивали. Проводили два параллельных определения. Это сделано для того, чтобы провести дальнейшие исследования, а вода искажила бы результат.

#### Обработка результатов

Влажность золы X в процентах вычисляли по формуле:

$$X = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m} \quad , \quad \text{где } m - \text{масса золы до высушивания, г;} \\ m_1 - \text{масса золы после высушивания, г.}$$

#### Влажность золы сосны

Т а б л и ц а №5

№	Масса бюкса, г	Масса золы, г	Масса бюкса с золой до высушивания, г	Масса бюкса с золой после высушивания, г	Масса золы после высушивания, г	Влажность, %
1	44,678	3,126	47,804	47,787	3,109	0,54
2	45,543	3,108	48,651	48,635	3,092	0,52
Среднее значение влажности в %						0,53

#### Влажность золы березы

Т а б л и ц а №6

№	Масса бюкса, г	Масса золы, г	Масса бюкса с золой до высушивания, г	Масса бюкса с золой после высушивания, г	Масса золы после высушивания, г	Влажность, %
1	47,147	3,007	50,154	50,111	2,964	1,43
2	45,860	3,187	49,047	49,015	3,155	1,00
Среднее значение влажности в %						1,2

### Влажность золы осины

Т а б л и ц а №7

№	Масса бюкса, г	Масса золы, г	Масса бюкса с золой до высушивания, г	Масса бюкса с золой после высушивания, г	Масса золы после высушивания, г	Влажность, %
1	46,164	3,056	49,220	49,189	3,025	1,01
2	45,129	3,063	48,192	48,162	3,034	0,95
Среднее значение влажности в %						0,98

За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, вычисленных до десятых долей процента, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,5% (Диаграмма №1, приложение 4).

**Определение растворимости золы в воде** проводилось по методике, изложенной в ГОСТ 26483-85 Почвы [8]. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО<sup>1</sup>. Часто употребляемое выражение, что зола хорошо растворяется в воде, не соответствует действительности, что видно из приведенных ниже таблиц.

Для определения растворимости к навеске золы массой 2г добавляли 100 мл дистиллированной воды, выдерживали сутки, кипятили смесь в течение 5 минут и отфильтровывали на складчатом фильтре, предварительно взвешенном и просушенном до постоянной массы при 110°C (фото №13, приложение 2). Осадок промывали дистиллированной водой. Фильтр с остатком помещали в бюкс и сушили в сушильном шкафу при 120°C до постоянной массы. После этого бюкс с фильтром охлаждали в эксикаторе и взвешивали на весах с точностью до 0,001г (фото №6-8, приложение 2).

Растворимость золы определяли по формуле:

$$\omega \% = \frac{m_{\text{навески}} - m_{\text{осадка}}}{m_{\text{навески}}} * 100\%$$

### Растворимость золы сосны

Т а б л и ц а №1

№	Масса бюкса с фильтром до фильтрования, г	Масса золы, г	Масса бюкса с золой после высушивания, г	Масса золы после высушивания, г	Растворимость, %
1	53,645	2,087	55,557	1,912	8,38
2	55,116	2,178	57,112	1,996	8,36
Среднее значение					8,37

### Растворимость золы березы

Т а б л и ц а №2

№	Масса бюкса с фильтром до фильтрования, г	Масса золы, г	Масса бюкса с золой после высушивания, г	Масса золы после высушивания, г	Растворимость, %
1	63,124	2,136	65,070	1,946	8,90
2	60,235	2,105	62,154	1,919	8,87
Среднее значение					8,89

<sup>1</sup> Центральный научно исследовательский институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства.

### Растворимость золы осины

Т а б л и ц а №3

№	Масса бюкса с фильтром до фильтрования, г	Масса золы, г	Масса бюкса с золой после высушивания, г	Масса золы после высушивания, г	Растворимость, %
1	56,456	2,234	58,278	1,822	18,46
2	59,764	2,145	61,514	1,750	18,42
Среднее значение					18,44

Растворимость золы различных пород древесины составила от 8,37% у сосны, 8,89% у березы и 18,44% у осины (среднее значение двух параллельных определений). Расхождение между двумя параллельными определениями не более 0,5% (фото №9-12, приложение 2). Лучше других в воде растворяется зола осины (Диаграмма №2, приложение 3).

#### Определение рН водной вытяжки

Полученный фильтрат использовали для определения рН водной вытяжки золы, обнаружения катионов калия и фосфат-ионов.

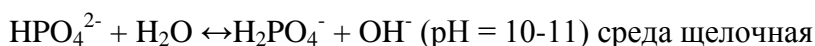
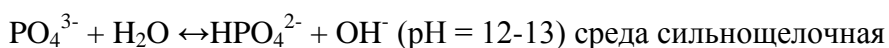
Для определения рН использовали 50 мл фильтрата. Определение велось на приборе Экотест-2000И. Значение рН приведены в таблице.

#### Значение рН водной вытяжки

Т а б л и ц а №4

№	Вид золы	Значение рН
1	Зола сосны	11,87
2	Зола березы	11,25
3	Зола осины	8,90

Щелочной характер среды обусловлен наличием в водной вытяжке фосфатов, и гидрофосфатов щелочных металлов (реакция на карбонаты в водной вытяжке дала отрицательный результат) (Диаграмма №3, приложение 3).



**Определение массовой доли золы, нерастворимой в соляной кислоте** проводилось по методике [11].

Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте, представляет собой остаток после обработки хлороводородной кислотой золы общей и состоит преимущественно из кремнезёма.

В тигель, содержащий навеску просушенной золы массой 1г взвешенной с точность до 0,001г, приливали 25 мл 10% раствора хлороводородной кислоты. Тигель накрывали часовым стеклом и нагревали на электроплитке до закипания смеси, выдерживали в течение 10 минут. После охлаждения фильтровали содержимое тигля через беззольный фильтр (синяя лента, массовая доля золы в котором 0,00056 г), перенося на него осадок и обмывая часовое стекло горячей водой.



Фильтр с осадком промывали горячей водой до нейтральной реакции промывных вод по универсальной индикаторной бумаге, переносили его в тот же тигель, сушили и прокаливали при красном калении (550 — 650°C), охлаждали в эксикаторе и взвешивали. Прокаливание проводили до постоянной массы остатка.

Содержание золы, нерастворимой в 10% растворе хлороводородной<sup>1</sup> кислоты в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m) \cdot 100}{m_2},$$

где  
 $m_1$  – масса остатка после прокаливания, г;  
 $m$  – масса золы фильтра, г;  $m_2$  – масса золы, г.

Расхождение между двумя параллельными определениями золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте - не должен превышать 0,025%. Результат выразили с точностью до 0,01%.

#### Массовая доля золы сосны (X, %), нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты

Т а б л и ц а №8

№	Масса тигля, г	Масса золы, г	Масса тигля с золой до прокаливания, г	Масса бюкса с золой после прокаливания, г	Масса остатка после прокаливания, г	X, %
1	53,884	1,013	56,897	53,905	0,021	2,073
2	55,349	1,034	56,383	55,371	0,021	2,048
Среднее значение массовой доли золы сосны (X, %), нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты						2,06

#### Массовая доля золы березы (X, %), нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты

Т а б л и ц а №9

№	Масса тигля, г	Масса золы, г	Масса тигля с золой до прокаливания, г	Масса бюкса с золой после прокаливания, г	Масса остатка после прокаливания, г	X, %
1	55,119	1,052	56,242	55,150	0,031	2,947
2	55,598	1,061	56,659	55,629	0,031	2,922
Среднее значение массовой доли золы березы (X, %), нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты						2,94

#### Массовая доля золы осины (X, %), нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты

Т а б л и ц а №10

№	Масса тигля, г	Масса золы, г	Масса тигля с золой до прокаливания, г	Масса бюкса с золой после прокаливания, г	Масса остатка после прокаливания, г	X, %
1	45,876	1,023	46,899	53,905	0,006	0,586
2	47,732	1,143	48,875	47,739	0,007	0,611
Среднее значение массовой доли золы осины (X, %), нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты						0,58

<sup>1</sup> соляная, хлороводородная и хлористоводородная это одно вещество.

Массовая доля золы, нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты у золы сосны 2,06%, у березы 2,94%, у осины 0,58% (среднее значение двух параллельных определений) (Диаграмма №4, приложение 3).

**Приготовление солянокислой вытяжки** проводилось по методике агрохимических исследований почв и растений [10] (Фото №19-20, приложение 2).

Приготовление солянокислой вытяжки необходимо для качественного определения катионов железа  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ , т.е. перевода нерастворимых форм соединений железа в растворимые.

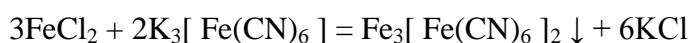
Для приготовления солянокислой вытяжки в химический стаканчик вносили около 2г просушенной и просеянной золы трех пород деревьев. Затем приливали по 5мл 5% раствора соляной кислоты и 50 мл дистиллированной воды. Перемешивали стеклянной палочкой, давали отстояться и профильтровывали. Фильтрат использовали для определения катионов железа в вытяжке золы. По интенсивности окраски судили о количестве соединений железа в испытуемой золе. Наличие катионов железа в холостой пробе (раствор HCl) не обнаружено.

#### **Реакции в солянокислой вытяжке**

##### **1. Обнаружение ионов железа** (фото №22-26, приложение 2)

Так как железа в золе, как правило, очень мало, часть исходного солянокислого раствора золы упарили в пробирке, которую затем охладили и прибавили каплю реактива (желтая кровяная соль). В результате образовался синий осадок вещества, называемого берлинская лазурь. Это качественная реакция на присутствие ионов железа в растворе [7].

Качественная реакция на катионы железа  $Fe^{2+}$

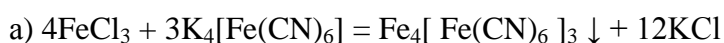


темно-синий осадок турнбулевой сини

$K_3[Fe(CN)_6]$  – красная кровяная соль (гексацианоферрат (III) калия)

Осадок практически нерастворим в кислотах, но разлагается щелочами. Это самая чувствительная реакция на соли железа (II). Для подавления гидролиза солей железа реакцию проводили в кислой среде. Избытка реактива следует избегать, так как его желтая окраска придает осадку зеленоватый оттенок.

Качественная реакция на катион железа  $Fe^{3+}$



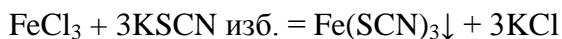
темно - синий осадок берлинской лазури

$K_4[Fe(CN)_6]$  - жёлтая кровяная соль (гексацианоферрат (II) калия)

В кислотах осадок заметно не растворяется, щелочи его разлагают. Реакция очень чувствительна и поэтому обычно применяется для определения  $Fe^{3+}$  в анализируемых растворах.

Берлинская лазурь и турнбулева синь нерастворимы в кислотах, но разрушаются щелочами.

б) Реакция с роданидом калия. Проводят в кислой среде, т.к. для предотвращения образования  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  осадка бурого цвета. Реакция обратима, поэтому для повышения ее чувствительности реактив должен быть взят в избытке.

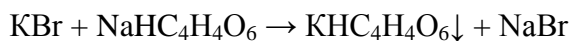


$\text{Fe}(\text{SCN})_3\downarrow$  - кроваво-красный осадок.

## 2. Обнаружение ионов калия в водной вытяжке

Катион калия  $\text{K}^+$  можно обнаружить гидротартрат-анионом  $\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6^-$  - анионом винной кислоты. Реакция проводится в среде натрия ацетата, необходимого для связывания выделяющихся ионов водорода. При этом образуется уксусная кислота, в которой осадок  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  нерастворим. Осаждению способствует: охлаждение раствора, встряхивание пробирки и потирание стеклянной палочкой о стенки пробирки[7]. Условия реакции:  $\text{pH} = 4-7$ .

В сильнощелочной среде происходит растворение осадка, сопровождающееся образованием средней соли  $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ . В сильнокислой среде осадок растворяется с выделением винной кислоты.



белый осадок

$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  - гидротартрат натрия

По количеству образовавшихся кристаллов видно, что ионов калия больше всего в осино-вой золе (фото № 27,28, приложение 2).

### Реакции в водной вытяжке

#### 1. Обнаружение карбонат-ионов $\text{CO}_3^{2-}$

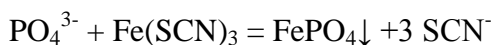
При приливании к водным вытяжкам раствора соляной кислоты 10% характерного «вскипания», т.е. выделения пузырьков газа не наблюдалось. Значит, в водных вытяжках отсутствуют водорастворимые карбонаты (фото № 19-20, приложение 2).

#### 2. Обнаружение фосфат-ионов $\text{PO}_4^{3-}$

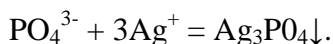
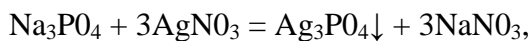
а) Водные растворы фосфатов и гидрофосфатов щелочных металлов обладает щелочной реакцией, а дигидрофосфатов – кислой.

Растворы солей железа (III) образуют с фосфат-ионами нерастворимый в уксусной кислоте желтовато-белый осадок фосфата железа  $\text{FePO}_4$ .

Более эффективной реакцией является взаимодействие  $\text{PO}_4^{3-}$  с роданидом железа, сопровождающееся не только образованием осадка фосфата железа, но и обесцвечиванием кроваво-красной окраски раствора  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$



б) Нитрат серебра  $\text{AgNO}_3$  дает с фосфат-ионом желтый осадок фосфата серебра, легко растворимый в азотной кислоте и в растворе аммиака. Полное осаждение возможно только в нейтральной или слабощелочной среде:



По интенсивности окраски мы видим, что больше всего  $\text{PO}_4^{3-}$  содержится в березовой золе (фото №29,30, приложение 2).

**Спектральный анализ золы** на приборе ИК – Фурье спектрометр ФТ-801(спектры, приложение № 4)

#### **Спектр сухой золы березы**

При анализе сухой золы березы на ИК-спектрометре было обнаружен комплекс веществ  $\text{Omyacarb}^1$ . Он представляет собой смесь веществ:

$\text{CaCO}_3$	> 98	%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	< 0,05	%
остаток, нерастворимый в $\text{HCl}$	< 0,2	%

#### **Спектры сухой золы осины и сосны**

Основной компонент его – карбонат кальция. Это соединение обнаружено и сухой золе сосны и в сухой золе осины.

#### **Определение значения pH почвенного образца (производился прямо на участке)**

Мы использовали полоску индикаторной бумаги, которую опускали в водную почвенную вытяжку, через 2 секунды вынимали и сравнивали полученную окраску бумаги со шкалой значений pH, после чего определяли тип образца почвы по шкале: от 1 до 5 - почва кислая; от 5,5 до 6,5 – слабокислая; от 6,5 до 7 – нейтральная; от 7 до 8 – слабощелочная; выше 8 – щелочная (приложение 1).

На опытной территории (приложение 1) в течение весеннего периода 2019 г. мною были обработаны 3 участка,  $S=$  в  $1\text{ м}^2$ , каждый разным видом древесной золы. Из расчета 2 стакана (0,5л) сухого вещества на  $1\text{ м}^2$ .

Повторный анализ pH почвы был произведен осенью 2019г. В результате чего кислотность почвы (pH=4,5) снизилась на 1 единицу (pH= 5,5) на участках, обработанных золой сосны и осины, и на 0,5 единиц (pH=5,0), на участке, где была применена зола березы.

**В перспективе** работы динамика количественного содержания катионов железа на исследуемых участках. Также дальнейшее снижение кислотности почвы, ежегодный последующий контроль pH.

---

<sup>1</sup>  $\text{Omyacarb}$  – комплекс веществ  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , остаток, нерастворимый в  $\text{HCl}$ .

## Выводы и заключение

На основе проведенных исследований мы:

- определили величину pH почвы (на 3 участках) до и после обработки золой разных видов;
- произвели сухое озоление и подготовили образцы золы для анализа; определили влажность золы. Наибольшая влажность установлена для золы березы, минимальная у золы сосны;
- приготовили зольные вытяжки, определили растворимость золы в воде; растворимость золы березы превышает растворимость золы сосны и осины;
- определили pH водной вытяжки. Самый высокий pH у золы сосны (pH =11,87), установили наличие катионов калия и фосфат-ионов. В водных вытяжках отсутствуют водорастворимые карбонаты. Калия больше всего в осиновой золе;
- приготовили солянокислую вытяжку для качественного определения катионов железа  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ . Больше всего железа содержится в золе березы, меньше всего в золе осины;
- интерпретировали спектры золы, полученные на спектрометре. Анализ сухой золы березы на ИК-спектрометре показал наличие комплекса веществ  $Omyasarb$ , что говорит о наиболее целесообразном использовании березовой золы на данном участке для обогащения почвы катионами железа. Основным компонентом в золе осины и сосны оказался карбонат кальция;
- установили, что самая низкая массовая доля золы, нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты у золы осины, самая высокая у золы березы;
- дали рекомендации по использованию золы в садово-огородном хозяйстве с. Старая Каменка.

Наше исследование имеет **практическое значение**. Нами установлено, что для обогащения почвы железом, целесообразнее применять золу после сжигания березовых дров.

Для раскисления почвы лучше подойдет зола сосны, так как у нее самый высокий pH.

### Советы по применению золы в сельском хозяйстве

Золу заделывают в почву в сухом виде, обычно при весенней перекопке, хотя на глинах и суглинках ее вносят и осенью.

Хранят золу, не допуская увлажнения. В сухом виде она не теряет своих свойств в течение долгого времени.

Очень важно: перед применением золы необходимо определить pH и тип почвы на садово-огородном участке, так как разные культуры требуют разной среды почвенного раствора

При посадке огурцов, кабачков, перца, томатов, патиссонов, тыквы, картофеля - по 2 ст. ложки в лунку, перемешать с землей, под ягодные кусты, розы- 100 г/м<sup>2</sup> (заделывать в почву), под плодовые деревья 100 г/м<sup>2</sup> .

Являясь бесхлорным [12] калийным удобрением, особенно незаменима для земляники, малины, смородины (хлор их угнетает)- 200 г/м<sup>2</sup> (внести в бороздки, заделывать в почву (Таблица №1, приложение 4).

Необходимо избегать проведения подкормки зеленых растений свежей золой: она может содержать значительное количество щелочи, опасной для полезных микроорганизмов почвы и корневой системы растений.

Нельзя смешивать золу с минеральными удобрениями (аммиачными и фосфорными).

#### ***Правила безопасности при работе с золой на садово-огородных участках***

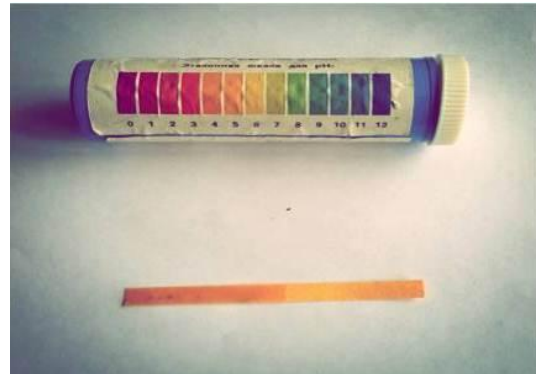
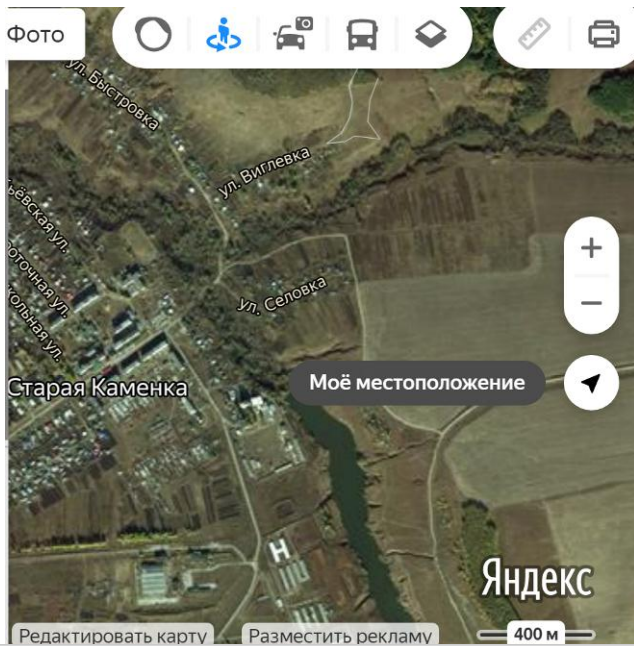
- При работе с сухой золой защищать глаза и органы дыхания.
- Нельзя использовать для приготовления смесей золы с водой алюминиевую или оцинкованную посуду – она будет разрушаться.
- При работе со свежей золой использовать резиновые перчатки.

## Список литературы и интернет - источников

1. [https://studbooks.net/1291209/agropromyshlennost/prirodnye\\_usloviya\\_penzenskogo\\_rayona](https://studbooks.net/1291209/agropromyshlennost/prirodnye_usloviya_penzenskogo_rayona).
2. Вопросы географии Пензенской области. Вып. 2, 3; Повышение плодородия почв. Саратов, 1976.
3. (Источник: пресс-служба Министерства сельского хозяйства Пензенской области) <https://www.agroxxi.ru/rossiiskie-agronovosti/v-penzenskoj-oblasti-proizvestkovano-22-7-tysjach-gektarov-kislyh-pochv.html>
4. [http://www.inauka.ru/blogs/article\\_83020.html](http://www.inauka.ru/blogs/article_83020.html) disk/krugosve
5. <https://agrostory.com/info-centre/agronomists/mikroelementy-zhelezo/>
6. <https://studfile.net/preview/6726478/page:4/>
7. А.П. Крешков Основы аналитической химии. Теоретические основы. Качественный анализ (фосфат-ионов, карбонат-ионов, ионов калия и железа), Том 1 Химия, 1970.
8. ГОСТ 26483-85 Почвы.
9. ГОСТ 24027.2-80 Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла.
10. В.Н. ДЫШКО, В.В. ДЫШКО, П.В. РОМАНЕНКО, Н.В. СЛУЧЕНКОВА Методики агрохимических исследований почв и растений Учебно-практическое пособие для аспирантов по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство.
11. ОФС.1.5.3.0005.15 Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте.
12. <https://agroneva.ru/vash-sad/o-khlore-i-beskhlornykh-udobreniyakh>

## Приложение 1

Местоположение с. Старая Каменка на карте Пензенской области.



pH почвы от 4,5 до 5.



Участок состоит из выщелоченных черноземов.



## Приложение 2



Фото №1. Образцы древесной золы из с. Старая Каменка Пензенского района.

Фото №2-4. Просеянные образцы золы.



Фото №5. Просушенные бюксы с фильтрами.



Фото №6. Навеска золы сосны для определения ее растворимости.



Фото №6-а. Навеска золы березы для определения ее растворимости



Фото №7. Навеска золы осины для определения ее растворимости.

Фото №8. Навески золы перед сушкой.



Фото №9. Получение водной вытяжки.

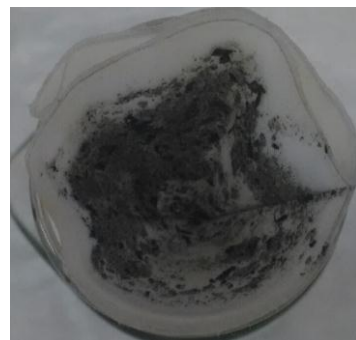
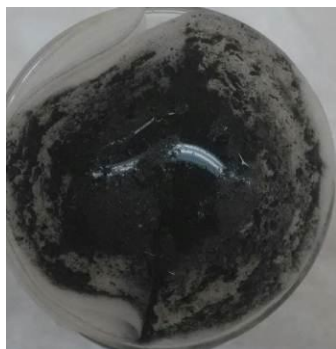
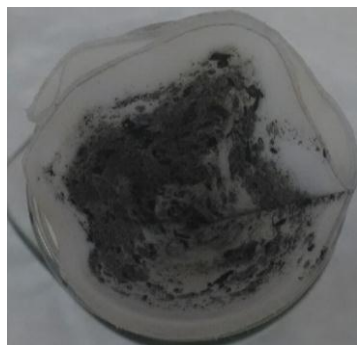


Фото №10-12. Фильтрация для определения растворимости золы сосны, березы, осины.



Фото №13. Фильтры с золой помещали в бюксы и сушили при 120°C до постоянной массы. Взвешивали и рассчитывали растворимость.

Фото №14-18. Фильтрация для получения водной вытяжки.







Фото №19-21. Получение солянокислой вытяжки. В золе сосны и березы было характерное "вскипание", что говорит о наличии карбонатов. При приливании к водной вытяжке соляной кислоты вскипание отсутствует, водорастворимые карбонаты не обнаружены.



Фото №22,23. Солянокислая вытяжка с красной кровяной солью. Эта реакция на катионы железа  $Fe^{2+}$ .



Фото №24,25. Солянокислая вытяжка с желтой кровяной солью. Эта реакция на катионы железа  $Fe^{3+}$ .



Фото №26. Реакция с роданидом калия. Это реактив на катион железа.



Фото №27, 28. Реакция на калий. Выпадение осадка белого цвета.

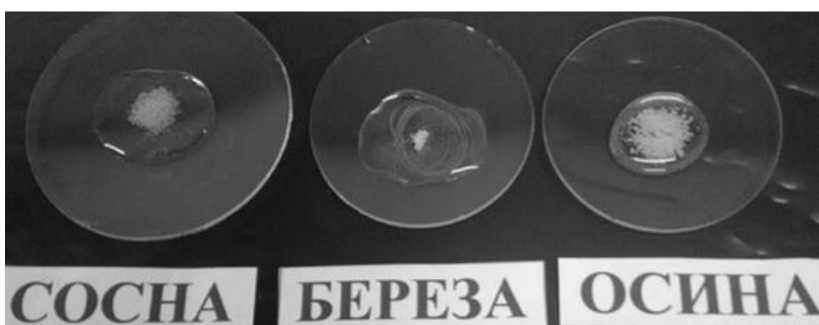


Фото № 29. Обнаружение фосфат-ионов нитратом серебра. Выпадение желтого осадка. В водной вытяжке.



Фото № 30. Обнаружение фосфат-ионов роданидом железа. В солянокислой вытяжке.

## Приложение 3

Диаграмма №1. Влажность древесной золы в %.

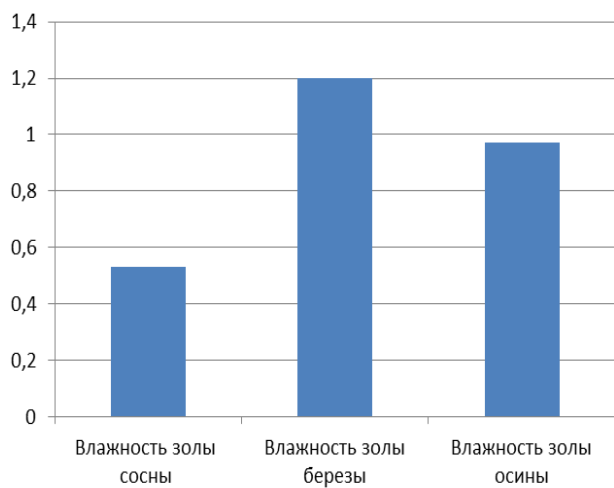


Диаграмма №2. Растворимость золы различных пород древесины в %.



Диаграмма №3. Значения pH водных вытяжек в единицах по шкале pH.

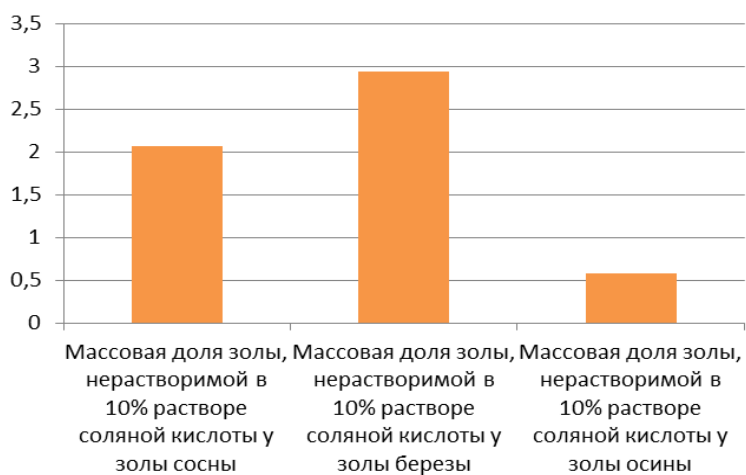
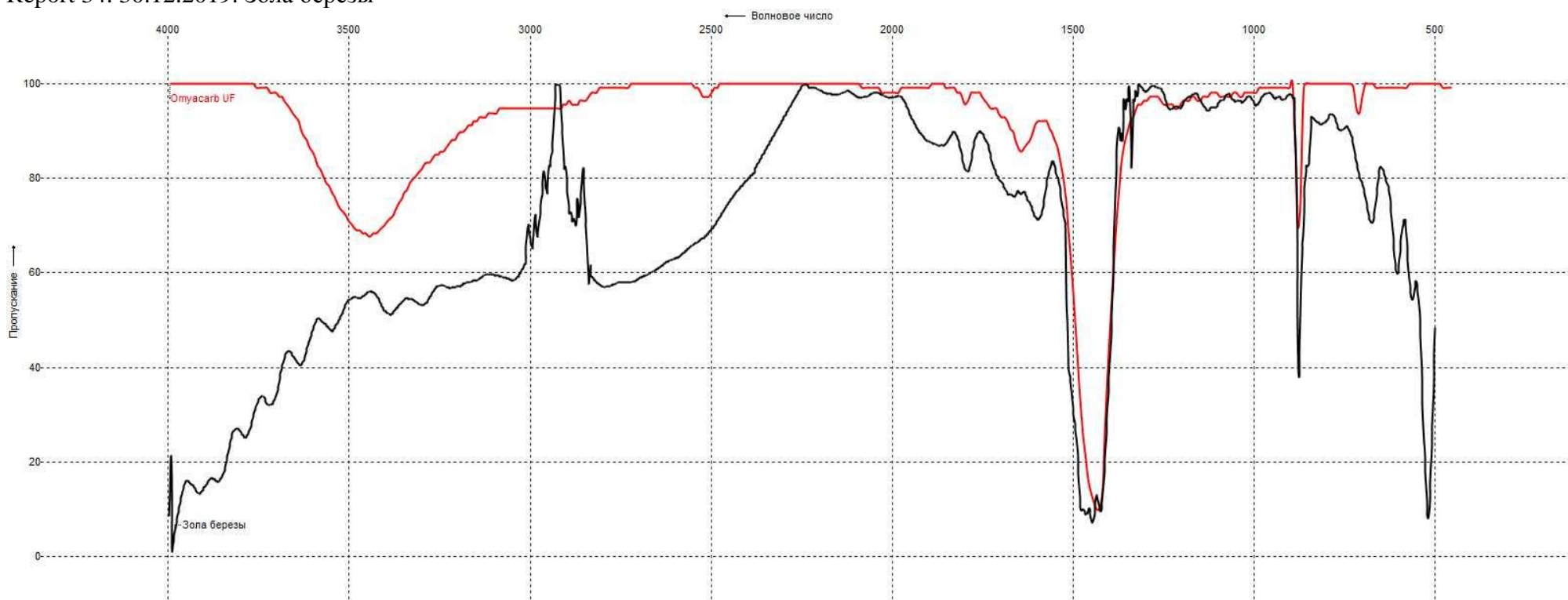


Диаграмма №4. Массовая доля золы, нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты у золы в %.

# Приложение 4

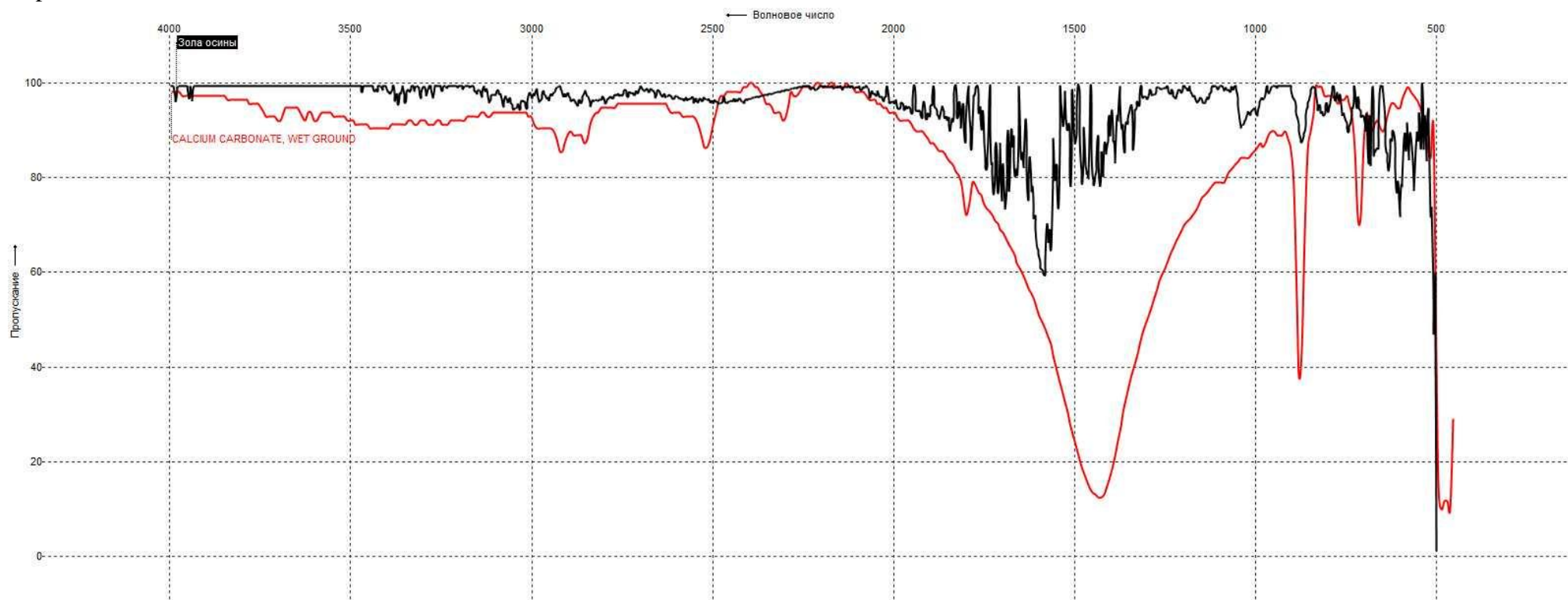
## Спектр сухой золы березы

Report 34. 30.12.2019. Зола березы



## Спектр сухой зола осины

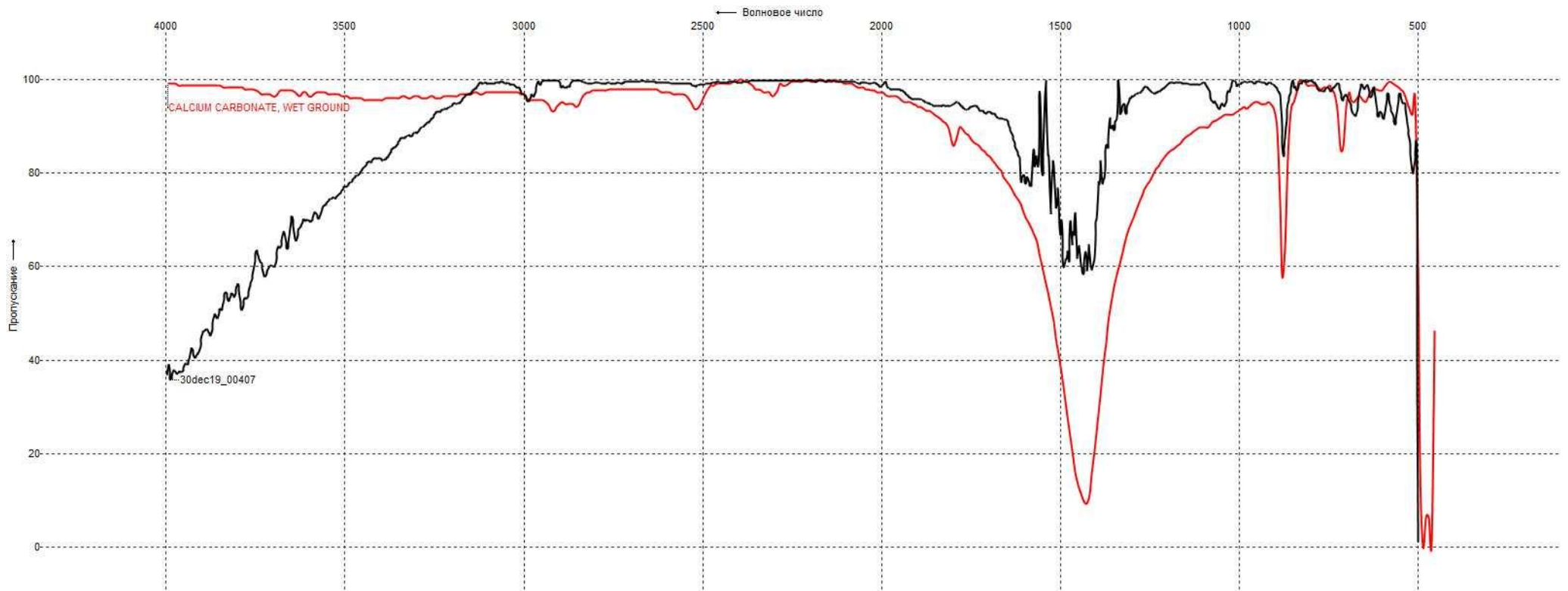
Report 36. 30.12.2019. Зола осины





## Спектр сухой золы сосны

Report 37. 30.12.2019. Зола сосны





**Таблица №1. Оптимальная рН почвы для некоторых культур**

<b>Культура</b>	<b>Кислотность почвы (рН)</b>
Брюква	4,8-5,5
Горох	6,0-7,0
Груша, вишня, слива	6,5-7,0
Капуста	6,7-7,4
Картофель	5,0-5,5
Клевер	6,0-7,0
Лук	6,4-7,9
Люцерна	7,2-8,0
Морковь	5,5-7,0
Овес	5,5-6,5
Огурцы	6,4-7,0
Редис	5,5-7,3
Салат	6,0-6,5
Свекла	6,2-7,0
Томат	6,0-6, 7
Яблоня	5,5-6,5
Смородина чёрная, малина, лещина	4,5 - 7
Облепиха, астра солончаковая.	6,7-8,5