УДК 544.623

**ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И АКТИВАЦИЯ ДЕСОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ В ПЕРЛИТЕ.**

**Михалева Венера Валерьевна**

студентка

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

**Научный руководитель: Русских Ирина Таировна**

канд. пед. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

**Аннотация:** В данной статье приводятся результаты экспериментальных исследований растворов медного купороса и хелата меди по электропроводности. Определена энергия активации десорбции ионов меди. Также проведена сравнительная характеристика скорости прорастания семян пшеницы от концентрации растворов хелата и сульфата меди. Выявлено, что электропроводность хелата меди выше при низких температурах, а у сульфата меди - при высоких температурах.

**Ключевые слова:** перлит, электропроводность, хелат меди, медный купорос, сульфат меди, электролиты, электрический ток.

**ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND ACTIVATION OF DESORPTION OF COPPER IONS IN PERLITE.**

**Mikhaleva Venera Valeryevna**

Scientific supervisor: Russian Irina Tairovna

**Abstract:** This article presents the results of experimental studies of solutions of copper sulfate and copper chelate on electrical conductivity. The activation energy of desorption of copper ions is determined. A comparative characteristic of the germination rate of wheat seeds from the concentration of solutions of chelate and copper sulfate was also carried out. It was found that the electrical conductivity of copper chelate is higher at low temperatures, and that of copper sulfate - at high temperatures.

**Keywords:** perlite, electrical conductivity, copper chelate, copper sulfate, copper sulfate, electrolytes.

В электрохимической̆ промышленности электрическая проводимость играет большую роль при составлении энергетических и тепловых балансов электролизеров и химических источников тока. Электропроводностьотражает физический̆ перенос заряда между электродами и количественно определяет способность объекта проводить электрический̆ ток. Электрический̆ ток есть упорядоченное перемещение заряженных частиц. Электропроводность растворов электролитов обусловлена перемещением ионов в электрическом поле. Метод измерения электропроводности, основанный̆ на определении электрической̆ проводимости растворов электролитов, называется кондуктометрией̆ и относится к наиболее распространенным и точным при изучении свойств растворов электролитов [2].

**Целью** работы является исследование электропроводности смеси перлита с различными растворами и её влияние на всхожесть семян пшеницы.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1. провести анализ научно-методической литературы;
2. провести исследования по определению электропроводности смеси перлита с растворами, имеющими разную концентрацию при температурах 20, 40, 60 градусов;



1. исследовать зависимость энергии активации десорбции меди;
2. определить энергию прорастания семян пшеницы;
3. проанализировать результаты и сделать выводы.

**Материалы и методы исследования**. Объектами нашего исследования была выбрана яровая пшеница черноземноуральская-2, медный купорос CuSO4\*5H2O [1], хелат меди [Сu(CH2NH2COO)2] [2], перлит. Перлит - это натуральный материал вулканического происхождения — горная порода [3]. В исследовании применяли методы наблюдения, контроля и сравнения. Также использовался кондуктометрический метод анализа, основанный на измерении удельной̆ электропроводности или сопротивления растворов электролитов [4]. Проводили взвешивание на технохимических весах с погрешностью ± 0,01 г. Эксперименты проводились при трёх температурах 20, 40, 60 градусах. Статистическая обработка данных проводилась с применением компьютерной программы «Excel». Исследования проводились в лабораториях ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.



**Рисунок 1**

|  |  |
| --- | --- |
| Медный купорос CuSO4 \*5H2O [1] | Хелат меди [Сu(CH2NH2COO)2] [2] |
|  |  |

**Результаты исследования.** Для проведения исследования были приготовлены растворы хелата меди и медного купороса с концентрациями 1:1, 1:2, 1:3, 1:4.

Электропроводность отражает физический̆ перенос заряда между электродами и количественно определяет способность объекта проводить электрический̆ ток. Электропроводность растворов электролитов обусловлена перемещением ионов в электрическом поле [5]. Для определения электропроводности при разных температурах, смешивали растворы медного купороса и хелата меди с перлитом. Результаты измерений сведены в таблице 1. По данным таблицы 1 были построены диаграммы по каждому раствору отдельно и представлены на рисунках 2 и 3.

По данным таблицы 1 можно сделать вывод, что хелат меди обладает более высокими показателями электропроводности. Наиболее высокие значения наблюдались в хелате при температуре 20. Также, обобщив, данные таблицы сказать, что наибольшие показатели электропроводности в сульфате меди наблюдаются при 60 **.**



**Таблица 1**

**Электропроводность смеси, после смешивания перлита с сульфатом и хелатом меди**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Концентрация | Медный купорос, См | | | Хелат меди, См | | |
|  | **20** | **40** | **60** | **20** | **40** | **60** |
| **1:1** | 0,2 | 4,1 | 3,20 | 6,5 | 8,3 | 4,7 |
| **1:2** | 1,2 | 0,9 | 1,15 | 3,8 | 2,1 | 3,4 |
| **1:3** | 0,9 | 0,5 | 1,00 | 2,9 | 1,7 | 2,9 |
| **1:4** | 0,7 | 0,5 | 1,10 | 2,5 | 1,2 | 0,8 |

**Рисунок 2**

**Электропроводность раствора медного купороса, См⋅м-1**

**Рисунок 3**

**Электропроводность раствора хелата меди, См⋅м-1**

Технический результат: обеспечение возможности экспресс-оценки состава обменных ионов, как в лабораторных условиях, так и с возможностью мониторинга состояния в природном состоянии[6].

При увеличении температуры у растворов слабых электролитов растёт их степень диссоциации, так как активируются связи в молекулах электролита. Связи становятся более подвижными, они легче ионизируются, и как следствие, растёт концентрация ионов в растворе. С повышением температуры возрастает скорость движения ионов как для сильных, так и слабых электролитов [5].

Повышение концентрации растворенного электролита неоднозначно влияет на электропроводность раствора [2].

Энергия активации существенно зависит от заряда ионов [2]. Энергия активации –минимальное количество энергии, необходимое для прохождение реакции [7].

Определение эффективности новых удобрений обычно проводятся в полевых условиях. Полевой эксперимент чрезвычайно трудоемкий, длительный и многофакторный. Определив электропроводность растворов в перлите можно найти энергию активации десорбции ионов меди по формуле (1). Результаты по определению энергии активации представлены в таблице 2. Поэтому теоретическая оценка поведения обменных ионов в составе удобрения в почвах предложена формулав патенте «Способ экспресс-оценки состава обменных ионов почвы по их энергии активации десорбции»для оценки энергии активации обменных ионов и на основании экспериментальной электропроводности почвы увлажненной раствором удобрения. Методика определения энергии [6] активации десорбции медьсодержащих удобрений: медный купорос и хелат меди по формуле (1):

. (1)



где: R - универсальная газовая постоянная Дж/(моль⋅К);

Т1 и Т2 - абсолютные температуры, при которых проводится измерение, К;

γ1 и γ2 - электропроводность почвенного образца при температурахТ1 иT2 соответственно, См⋅м-1;

η1 и η2 - вязкость воды при температурах Т1 и Т2 соответственно, Па⋅с

**Таблица 2**

**Энергии активации десорбции ионов, кДж/моль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Концентрации** | **Медный купорос  CuSO4 ×5H2O** | **Хелат меди [Cu(CH2NH2COO)2]** |
| **1:1** | 15,60 | 11,8 |
| **1:2** | 22,40 | 21,7 |
| **1:3** | 28,70 | 25,9 |
| **1:4** | 30,01 | 21,7 |

Анализируя результаты, представленные в таблице 2 , можно сделать вывод, что энергия активации десорбции хелата меди в перлите ниже, чем энергия десорбции в медном купоросе. Ионы Cu2+иSO42-связаны сильнее с частицами перлита, чем в хелате. Хелат меди воспринимается семенами как родственная структура, поэтому энергия прорастания выше (табл. 3).Обобщив сказанное, можно сделать вывод, что замачивание семян в хелатном удобрении, оказывает более высокую эффективность прорастания семян пшеницы. Замачивание в воде имеет более низкую степень прорастания, чем удобрения меди. Применение микроудобрений, содержащих хелатированую медь способствует устранению отрицательных факторов, вызываемых ее недостатком, способствует лучшему развитию растений, увеличению урожайности, и значительному повышению качества продукции. Наибольший эффект дает применение хелатных микроудобрений для обработки семян, внекорневой и корневой подкормки. Микроудобрения в хелатной форме можно вносить одновременно с другими макроудобрениями и ядохимикатами, если нет противопоказаний по совместимости веществ[8]. Хелатные соединения упрощают процесс усвоения растениями микроэлемента, потому что они по своему устройству и свойствам близки к естественным для живых организмов соединениям. Органическая оболочка хелата способна проникать сквозь восковое покрытие листа внутрь, где хелат отдает питательные элементы растению, а неорганический̆ элемент не может в такой̆ же мере пройти сквозь защитную оболочку [10].

**Таблица 3**

**Влияние солей меди на энергию прорастания яровой пшеницы Черноземноуральская 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Концентрация** | **Энергия прорастания, %** | | | | | **Среднее, %** |
| **1 день** | **2 день** | **3 день** | **4 день** | **5 день** |
| CuSO4 ×5H2O | 1:4 | 9 | 14 | 16 | 23 | 23 | 17 |
| 1:2 | 19 | 20 | 2 | 24 | 27 | 18 |
| 1:3 | 30 | 40 | 48 | 52 | 54 | 45 |
| 1:1 | 27 | 35 | 40 | 48 | 51 | 41 |
| [Cu(CH2NH2COO)2] | 1:4 | 40 | 62 | 80 | 84 | 86 | 71 |
| 1:2 | 32 | 41 | 39 | 70 | 76 | 52 |
| 1:3 | 41 | 59 | 80 | 86 | 87 | 71 |
| 1:1 | 36 | 46 | 65 | 80 | 86 | 63 |
| Вода | - | 18 | 32 | 51 | 60 | 71 | 46 |

Для более наглядного примера в диаграммах представлены средние значения энергии прорастания пшеницы (рис. 4).

**Рисунок 4**

**Среднее значение энергии прорастания семян пшеницы**

**Выводы**. Анализируя данные, полученные во время исследования, можно сделать вывод, что хелатное соединение меди оказывает положительное влияние на продуктивность и урожайность сельскохозяйственных культур. Электропроводность хелата выше при низких температурах, а у сульфата, наоборот, при высоких температурах. Энергия акивации десорбции ионов меди выше в сульфате, так как в хелате менее прочные связи, которые легко разрушаются и происходит диссоциация. Энергия прорастания семян пшеницы лучше в хелатном соединении, чем в сульфате, объясняется тем, что он воспринимается как родственная структура и скорость прорастания выше. Замачивание семян пшеницы в воде имеет такую же степень прорастания, как и с медным купоросом. Наибольшее значение скорости прорастания связано с применением микроудобрения хелата меди. Причинами большей эффективности хелата меди по сравнению с медным купоросом является:

1. лучшая биодоступность меди в хелатной оболочке;
2. в перлите следует ожидать большего усвоения меди семенами и растениями из-за меньшей энергии активации десорбции ионов соли;
3. хелаты обладают преимуществами для сельскохозяйственных культур перед другими формами микроэлементов, так как их молекулы полностью попадают в лист или семена, а не накапливаются на поверхности [9].

**Список литературы**

1. Удобрение медный купорос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chebopt.ru/catalog/udobrenie_mednyy_kuporos_dlya_osnovnogo_vneseniya_dlya_podkormki_rasteniy_0_2_kg_50.html> (дата обращения 27.04.2022).
2. Микроудобрение хелат меди [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://мульча.рф/product/helat-medi/> (дата обращения 27.04.2022).
3. Перлит – определение и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://flosium.ru/post/detail/chto-takoe-perlit-i-dlya-chego-on-nuzhen/>(дата обращения 27.04.2022).

1. Электрохимические методы анализа / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть// Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому образованию Республики Беларусь в качестве пособия для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-79 01 08 «Фармация» - Витебск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь УО «Витебский государственный медицинский университет», 2015. – С. 13-17.
2. Электрохимия растворов электролитов. Часть I. Электропроводность / Н.А. Сваровская, И.М. Колесников, В.А. Винокуров // Учебное пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2017. – С. 66
3. Патент № 2649074 C2 Российская Федерация, МПК G01N 25/58. Способ экспресс-оценки состава обменных ионов почвы по их энергии активации десорбции : № 2016137417 : заявл. 19.09.2016 :опубл. 29.03.2018 / Д. А. Безик, Г. В. Гурьянов, Н. А. Романеев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет". – EDN RRPDPE.
4. Определение энергии активации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orgchem.ru/chem1/p6_12.php> (дата обращения 28.04.2022).
5. Удобрение хелата меди [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adenium-doma.ru/shop/3481/desc/udobrenie-khelat-medi> (дата обращения 28.04.2022).
6. Влияние предпосевной обработки семян хелатами цинка и меди на урожайность и качество зерна яровой пшеницы при возделывании в условиях лесостепи Западной Сибири / Н. В. Гоман, В. В. Попова, И. А. Бобренко, А. А. Гайдар // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4(36). – С. 6-12. – EDN HSWQSE.
7. Влияние некорневой подкормки хелатами микроэлементов на урожайность яровой пшеницы при возделывании на лугово-Черноземной почве / В. В. Попова, Н. В. Гоман, И. А. Бобренко, А. А. Гайдар // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 8(161). – С. 57-64. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-8-57-64. – EDN PWYHLO.