

Таким образом, в результате исследования установлена возможность получения стекол системы  $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  с повышенным содержанием  $Al_2O_3$  с удовлетворительными технологическими свойствами, которые могут быть использованы для получения высокопрочного стекловолокна по энергосберегающей одностадийной технологии.

Литература

1. Wallenberger, F.T. Fiberglass and Glass Technology. Energy-Friendly Compositions and Applications / F.T. Wallenberger, P.A. Bingham. – L.–N.Y: Springer, 2010. – P.197–227.
2. Fiber Technology for Fiber-Reinforced Composites / Edited by M. Ozgür Seydibeyoglu Amar K., Mohanty Manjusri Misra. – Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., 2017. – Pp. 169–185.
3. Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres / Edited by Anthony R. Bunsell. – Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., 2018. – Pp.805–840.

### **ПРИМЕНЕНИЕ САПРОПЕЛЕЙ БЕЛАРУСИ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩЕЙ ПОЧВЕННОЙ МИКРОБИОТЫ**

Минаковский А.Ф., к.т.п., доцент, Шатило В.И., к.т.п., доцент  
*Белорусский государственный технологический университет*

Проблема обеспечения растений фосфором может решаться разными путями. Один из них – использование жизнедеятельности почвенных микроорганизмов для повышения усвояемости растениями фосфатов почв и удобрений.

Мобилизовать фосфор из труднодоступных соединений способны микроорганизмы многих видов. Они широко распространены в агроэкосистемах. В разных типах почв микроорганизмы, способные растворять фосфаты кальция, могут составлять 5 – 95% от общей численности микробов, причем корреляция между их количеством в почве и ее механическим составом [1].

Активностью мобилизации фосфата из труднорастворимых соединений характеризуются микроорганизмы родов *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Agrobacterium*, *Burkholderia*, сульфатовосстанавливающие бактерии рода *Desulfobacterium* [2].

Для культивирования микроорганизмов необходим источник углерода. В литературе встречаются питательные среды для культивирования бактерий ризосферы, в состав которых в качестве источника углерода, азота, минеральных солей и факторов роста входят сапропели.

Органическое вещество сапропеля представляет собой совокупность растительных и животных остатков, а также продуктов их распада. Групповой состав органического вещества сапропеля представлен битумоидами, гуминовыми веществами, легко гидролизуемыми (углеводный комплекс) и трудно гидролизуемыми (целлюлозные и лигниновые компоненты) веществами, негидролизуемым остатком [3, 4].

Биологически активный компонент сапропеля включает в себя целый комплекс разнообразных веществ: азотистые и гормоноподобные соединения, ферменты, каротины, пигменты, органические кислоты и спирты и др. В минеральной компоненте сапропелей примерно в равных частях содержится  $SiO_2$  и  $CaO$ , а также соединения железа, магния, калия, алюминия, серы, фосфора и других макроэлементов и микроэлементов [3, 4].

Для исследований были выбраны образцы двух основных типов сапропелей Беларуси: кремнеземистого и карбонатного.

Сапропель кремнеземистого типа представлен образцом из озера Дикое (Петриковский район, Гомельской обл.), который представлял собой подвижную густую суспензию черного цвета. [3].

Содержание влаги в исследуемом образце составило 92,7% масс.; содержание органических веществ – 43,8% масс., а карбонатов в пересчете на  $\text{CO}_2$  – 4,0 % масс. от массы сухого образца.

В качестве сапропеля карбонатного типа исследован образец из подстилающего слоя на выработанном участке торфяного месторождения Дитва (Гродненская обл., Лидский район), который представлял собой сыпучий влажный материал.

Содержание влаги в нем составило 19,7% масс.; содержание органических веществ – 16,7% масс., а карбонатов в пересчете на  $\text{CO}_2$  – 45,2 % масс. от массы сухого образца.

Результаты анализа элементного состава декарбонизированного образца методом сканирующей электронной микроскопии приведены в таблице.

При анализе данных таблицы обращает на себя внимание высокое содержание железа в минеральной части образца озера Дикое (70,13% масс. в пересчете на  $\text{FeO}$ ) при содержании кремнезема 21,0% масс. и невысоком содержании кальция (4,42 % в пересчете на  $\text{CaO}$ ). В исследуемом сапропеле торфяного месторождения Дитва высокое содержание кальция (77,41 % масс. в пересчете на  $\text{CaO}$ ) и достаточно высокое содержание  $\text{SiO}_2$  (15,63 % масс.) при малом содержании железа в минеральной части образца (3,78% масс. в пересчете на  $\text{FeO}$ ) и алюминия (2,18% масс. в пересчете на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Таблица – Элементный состав декарбонизированных образцов сапропелей

Элементный состав	Содержание, масс. %	Оксидный состав	Содержание, масс. %
озеро Дикое			
O	30,19		
Mg	0,32	MgO	0,54
Al	0,98	$\text{Al}_2\text{O}_3$	1,85
Si	9,81	$\text{SiO}_2$	21,00
P	0,59	$\text{P}_2\text{O}_5$	1,34
Ca	3,16	CaO	4,42
Ti	0,44	$\text{TiO}_2$	0,73
Fe	54,51	FeO	70,13
месторождение Дитва			
O	32,88		
Al	1,15	$\text{Al}_2\text{O}_3$	2,18
Si	7,31	$\text{SiO}_2$	15,63
S	0,40	$\text{SO}_3$	1,00
Ca	55,32	CaO	77,41
Fe	2,94	FeO	3,78

Положительный агрохимический эффект применения сапропеля из озера Дикое обеспечивается также наличием в его составе соединений фосфора (1,34 % масс. в пересчете на  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) и магния (0,54 % масс. в пересчете на  $\text{MgO}$ ). В исследуемом сапропеле торфяного месторождения Дитва отсутствуют такие питательные элементы как фосфор и магний. В то же время следует отметить присутствие серы (1,00 % масс. в пересчете на  $\text{SO}_3$ ).

В результате выполненных исследований был изучен компонентный состав сапропелей двух крупных месторождений республики Беларусь. Данные сапропели могут быть использованы в качестве органического компонента при получении органоминеральных удобрений.

Литература

1. Муромцев Г.С. Роль почвенных микроорганизмов в фосфорном питании растений // Успехи микробиологии. – 1985. – Т. 20. – С. 174-178.

2. Лавринюк С.И. Мобилизация фосфата почвенными микроорганизмами // Агрохимический журнал «AgroCounsel» [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru> – Дата доступа: 19.11.2018.
3. Б.В. Курзо, О.М. Гайдукевич. Ресурсы сапропеля Припятского Полесья и перспективы их использования. Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана: материалы Международной науч.-практ. конференции, Пинск, 8–11 июня 2015 г. : в 2 ч. – Пинск: УО «Полесский государственный университет», 2015. – Ч. 1. – С. 166-170
4. Минаковский А.Ф. Особенности фосфатмобилизующей способности почвенных микроорганизмов / Минаковский А. Ф., Игнатовец О.С., Шатило В. И., Босак В. Н., Сачивко Т. В. // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Заслуженного агронома БССР, Почетного проф. БГСХА А. М. Богомолова. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 265-267

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ В РАСТВОРЕ

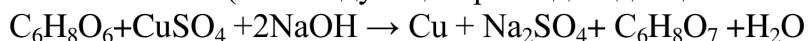
Минаковский А.Ф. к.т.н, доцент, Кротова Е. Д., Зильберглейт М. А. д-р хим. н., доц.,  
Нестерова С. В. к.х.н., Шевчук М. О. доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Интерес к разработке методов синтеза и изучению свойств наночастиц меди обусловлен ее специфическими физическими и химическими свойствами, находящими применение в катализе, оптических, сенсорных и электронных устройствах, медицине, сельском хозяйстве. Главным преимуществом наночастиц меди, в отличие от наночастиц серебра, является их небольшая цена и быстрая деградация в условиях окружающей среды, что снижает нагрузку на экосистему.

В данной работе синтезированы концентрированные дисперсии, содержащие наночастицы меди, путем восстановления сульфата меди (II) в водной среде аскорбиновой кислотой с применением высокомолекулярного природного стабилизатора. Исследовано влияние различных факторов (концентрации используемых растворов, их соотношения, pH и др.) на процесс восстановления меди с целью определения оптимальных условий их получения.

Сухая аскорбиновая кислота устойчива по отношению к кислороду воздуха, но в водном растворе вступает в реакции окисления (электродный потенциал при pH = 4 и 35 °C +0,166 В, а в щелочной среде и в присутствии кислорода воздуха +0,08 В), причем состав продуктов её окисления зависит от условий осуществления процесса. Без подщелачивания образуются фурфурол и кислород, а в щелочной среде - 2,3- дикето-L-гулоновая кислота (с последующим распадом до щавелевой и L-треоновой кислот):



Процесс окисления способны ускорить ионы тяжёлых металлов, в наибольшей степени меди и железа. Т.е. протекание процесса восстановления в значительной степени зависит от реакционных условий, вероятно, не учёт этого фактора и является причиной разночтений в литературе. Для эффективного получения наночастиц меди важно определить характер и степень влияния каждого реакционного параметра, определить необходимое соотношение реагентов и выяснить остальные оптимальные условия процесса, чтобы не допустить побочных взаимодействий в системе, приводящих к разрушению образующегося продукта.

В ходе эксперимента использовались: водный раствор сульфата меди (II) (C=0,5-2 М); раствор природного высокомолекулярного стабилизатора (C=20-50 г/л); раствор аскорбиновой кислоты (C=1 М); гидроксид натрия (0,35-0,5 г. на 10 мл. раствора аскорбиновой кислоты).