

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет»

Научный Совет РАН по физической химии

# СОРБЕНТЫ КАК ФАКТОР КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ

Материалы IV Международной конференции

г. Белгород, 24–28 сентября 2012 года



Белгород  
2012

- preservation of physiological and biochemical characteristics within the frames of the norm;
- increase of milking capacity in lactation period by 12-15% and fat content of milk – by 7-10%;
- increase of egg-laying capacity in layer hens by 4-6%;
- prevention of various infectious diseases;
- decrease of the used fodder at the expense of efficiency of fodder assimilation.

Today one of the urgent problems is the balanced feeding of poultry and cattle, and respectively, obtaining of the ecologically safe and high quality agricultural products with the view of quantity and quality indices. Pursuing to resolve this problem, we have synthesized the following chelate compounds  $M_2Mt_2LnH_2O$  containing macro- and micro biometals, where  $M=Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Co, Cu$ ; L-citrate ion  $n=2-6$  and we have developed their composites together with clinoptilolite. These composites were introduced into premixes. Experiments were carried out on poultry and rabbits. On the basis of the results of preliminary experiments we consider it expedient to continue experiments for developing the recipes of optimal composition premixes for combined feed for poultry and rabbit, which will enable us to prepare cheap, ecologically safe, antibacterial and antiseptic admixes.

#### References

1. Natural zeolites in agriculture. Tbilisi, "Metsniereba", 1980, 265p.
2. Efficiency of application of natural zeolites in agriculture. [http://vin.org.ua/ru/catalogue/Kiev\\_animals\\_tsembudserv.html](http://vin.org.ua/ru/catalogue/Kiev_animals_tsembudserv.html)
3. Dobrinina N.A., Biological chemistry. Lomonosov Moscow State University, Moscow, 2007, 36 p.
4. Loginov G.P. Effect of metal chelates with amino acids and protein hydrolysates on the productive functions and metabolic processes in animal body. Doctor's thesis, Kazanj, 2005, 359 p.
5. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shchuglov V.V., Kleimanov N.I., Pervov N.G. et al. Norms and rations of feeding of agraricultural animals. M., 2003, 456 p.
6. Beshkenadze I., Gogaladze M., Urotadze S., Tsintsadze M. et al. Chemical admix to poultry fodder. Patent GEP 2010 4917 B. A. 23K 1/175
7. Beshkenadze I., Gogaladze M., Urotadze S., Tsintsadze M. et al. Chemical admix to poultry fodder. Patent GEP 2010 4918 B. A. 23K 1/175.

### ПРОИЗВОДСТВО МЕЛА В ЗАО АППК «БЕЛСЕЛЬХОЗИНВЕСТ»

Богданов В.Н.<sup>1,2</sup>, Воронцова О.А.<sup>1,2</sup>, Везенцев А.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Российская Федерация*

<sup>2</sup> *ЗАО «Агропромышленный перерабатывающий комплексППК «БелСельхозИнвест»,*

*Белгородская область, с. Гостицево, Российская Федерация*

[dir@zavodmela.ru](mailto:dir@zavodmela.ru)

Белгородская область занимает одну из лидирующих позиций в производстве мела. Всего на территории нашей области разведано около 30

месторождений мела. Как правило, верхний меловой горизонт с глубиной залегания до 35 метров – это так называемый «сухой» мел со средней влажностью до 20% масс., содержанием карбоната кальция до 96-97,5% масс. и нерастворимого остатка 1,5-2,5масс.%. Нижний – «влажный» мел – содержит больше воды, но и содержание карбоната кальция в нем больше – 97,5-99масс.% и 0,7-1,9масс.% нерастворимого остатка. Соотношение запасов «сухого» и «влажного» мела составляет 2,5:1. Верхний горизонт простирается до отметки 145-150 метров над уровнем моря, нижний горизонт – до абсолютной отметки 109 метров.

Природный мел является важным компонентом в различных отраслях промышленности. Это достаточно дешевый природный материал, поскольку на его добычу и последующую обработку не требуется больших капиталовложений, а его доступность и практически неограниченные запасы делают природный мел весьма привлекательным сырьем. Применение природного мела в промышленности зависит от его степени чистоты, марки, состава и процентного содержания примесей, а также его дисперсности. Природный мел широко применяется в бумажной, резинотехнической, стекольной, пищевой промышленности, при производстве пластмасс, лакокрасочной продукции, производстве строительных материалов.

Мел является одним из первых исследованных сорбентов [1]. В Южном федеральном университете проведены исследования по извлечению тяжелых металлов, в частности цинка и свинца, из почв. В качестве сорбентов были использованы мел, глауконит, навоз крупного рогатого скота, а также их смеси. Наилучший результат в первый же год применения показало комплексное сорбент-удобрение, содержащее мел и навоз [2].

Кроме того мел является одним из раскислителей почв. Площадь почв с избыточной кислотностью в России составляет свыше 52 млн. га, в том числе в Центрально-Черноземном районе около 5 млн. га, из которых 500 тыс. га – в Белгородской области. Эффективность применения минеральных удобрений на таких почвах снижается примерно на 30% [3]. Повышение плодородия почв можно достичь внесением удобрений и известкованием почв. Наиболее используемыми средствами для раскисления почв в настоящее время являются известь и древесная зола, последнюю используют, как правило, на частном подворье. Однако данные вещества способны повысить рН почвы до 8 и даже 10 единиц. При таком значении рН часть важнейших микроэлементов, в частности фосфор, не способны усваиваться растениями, так как переходят в нерастворимую форму.

На предприятии ЗАО «Агропромышленный перерабатывающий комплекс «БелСельхозИнвест» переработка природного мела происходит по безотходной технологии. Завод по переработке мела подразделяется на следующие участки:

- 1) лаборатория определения влажности,
- 2) участок сушки мела,
- 3) установка для измельчения и сепарирования мела,
- 4) упаковочный участок.

В лаборатории мастер предварительно для каждой партии определяет влажность кускового природного мела, поступающего из карьера в с. Сажное. Влажность определяется по разнице массы навески до нагревания и после высушивания до полного прекращения потери массы.

Затем по шнековому транспортеру-элеватору мел поступает во вращающуюся печь, температура на входе которой достигает 600-650 °С. В качестве топлива используется природный газ. В зависимости от влажности исходного сырья, с помощью роторного преобразователя задается частота вращения барабана печи: чем больше влажность исходного мела, тем меньше оборотов делает печь и больше времени идет на просушку мела. Роторный преобразователь частоты является элементом энергосберегающей технологии, поскольку позволяет снизить затраты природного газа.

После печи частицы мела попадают в вихревые мельницы, они являются мельницами ударного действия с высокой окружной скоростью, изменяемой щелью измельчения, частотно регулируемым числом оборотов и несколькими уровнями измельчения. За счет ударного измельчения и трения достигается высокий эффект измельчения, на выходе получаем товарный продукт с высокой степенью дисперсности.

ЗАО АППК «БелСельхозИнвест» выпускает несколько марок мела: МТД-2, М-10 (10 микрон), М-20 (20 микрон), МСХ (мел сельскохозяйственный, кормовой для животных и птиц). Все марки торгового мела не содержат токсичных и тяжелых металлов, пестицидов, также не выявлено гамма- и бета-активности.

Гранулометрический анализ мела торговой марки МТД-2 проведен на лазерном дифракционном анализаторе размера частиц «Analysette 22 NanoТес» (рисунок 1). Распределение частиц по размерам носит бимодальный характер: первый максимум лежит в области 1,5мкм, второй в области 50 мкм.

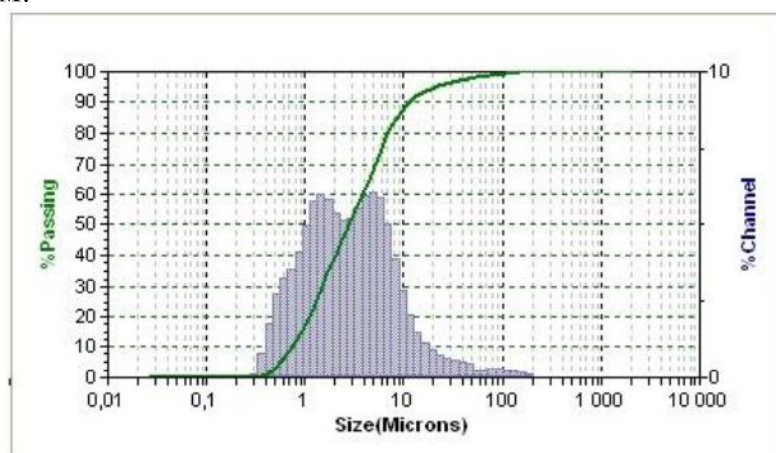


Рис. 1. Распределение частиц мела марки МТД-2 по размеру

Измерения удельной поверхности и пористости мела торговой марки МТД-2 проведены методом низкотемпературной адсорбции азота на поверхности и в порах при температуре кипения жидкого азота на анализаторе удельной площади поверхности TriStar II 3020. Исследования

включали два этапа: на первом идет активация сорбента, второй этап – непосредственно сама адсорбция. Активация необходима, в частности, для удаления с поверхности сорбента адсорбированной во время хранения влаги и углекислого газа. Во время активации пробу нагревали в вакууме. В эксперименте образцы подвергали нагреву в течение шести часов при температуре 105°C. Навеска чистого сухого образца находилась в пределах 0,2 – 0,5 г. Удельная поверхность образцов рассчитана по методу БЭТ (таблица 1).

Таблица 1 – Текстуальные характеристики образца «Мел МТД–2»

Масса образца, г	$S_{уд}^*$ м <sup>2</sup> /г	$S_{уд}^{**}$ м <sup>2</sup> /г	$V_{пор}^{***}$ см <sup>3</sup> /г	Средний размер пор, Å
0,7746	0,0535	0,0746	0,002531	1356,7435

\* Удельная поверхность по одноточечному методу БЭТ в точке P/P<sub>0</sub> = 0,286895569

\*\* Удельная поверхность по пятиточечному методу БЭТ, м<sup>2</sup>/г

\*\*\* При давлении P/P<sub>0</sub> = 0,982767144

Морфология поверхности образцов изучена методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе Quanta 200 3D (FEI, Голландия), оснащенный интегрированной системой Pegasus 2000 для микроанализа (рентгеновский детектор Sapphire со сверхультратонким окном – диапазоном элементов Be – U, разрешение по KαMn лучше 132 эВ), рис. 2. На микрофотографиях хорошо просматриваются как малые частицы с размером менее микрона, так и большие агрегаты размером до 20-30 мкм.

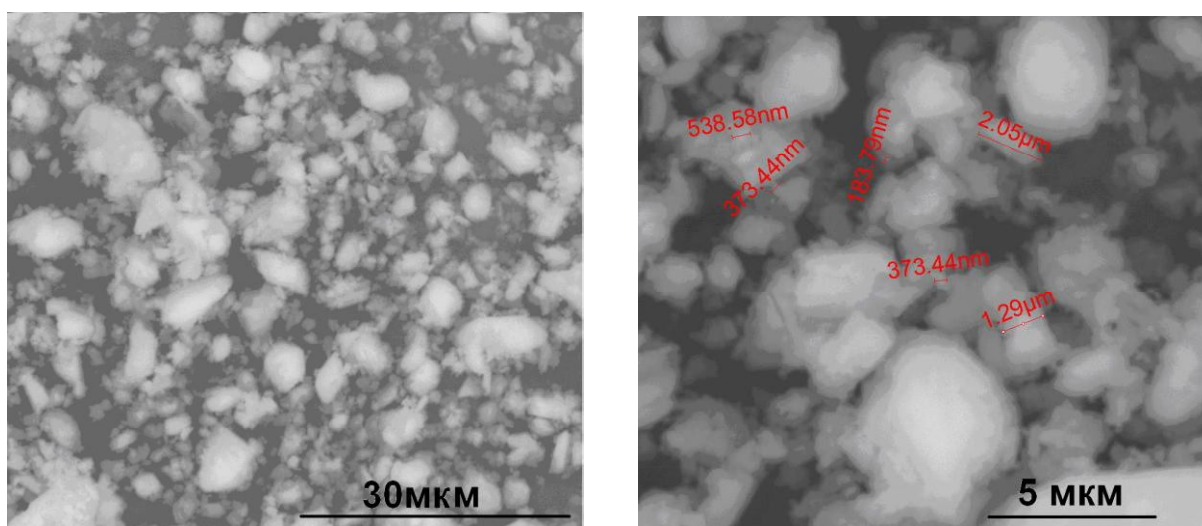


Рис. 2 . Микрофотографии СЭМ образца «Мел МТД–2»

Сорбционную активность мела определяли на модельных растворах. Исходная концентрация растворов солей тяжелых металлов (свинец, цинк, медь, ртуть, железо) составляла 0,5 мг/мл, радиоактивно-способных (стронций, цезий) – 1мкг/мл. Время экспозиции – 10 минут. Для сравнения также была проверена сорбционная активность медицинского активированного угля, являющимся универсальным адсорбентом. Для всех

типов катионов были рассчитаны коэффициенты активности сорбента – отношение адсорбционной способности образца по отношению к адсорбционной способности активированного угля.

Таблица 2 – Сорбционная способность мела и активированного угля

	$A_{\text{мел}}$	$A_{\text{уголь}}$	$K_{\text{эфф}}$
$\text{Pb}^{2+}$ , мг/г	5,16	3,00	1,72
$\text{Zn}^{2+}$ , мг/г	3,44	2,00	1,72
$\text{Cu}^{2+}$ , мг/г	10,58	7,73	1,37
$\text{Hg}^{2+}$ , мг/г	1,56	0,91	1,71
$\text{Fe}^{3+}$ , мг/г	3,13	1,82	1,72
$\text{Sr}^{2+}$ , мкг/г	3,8	2,2	1,72
$\text{Cs}^+$ , мкг/г	10,8	6,3	1,71

Природный мел проявляет сорбционную активность в отношении тяжелых металлов, его сорбционная способность примерно в 1,7 раза выше, чем у медицинского активированного угля. В связи с низкой ценой и огромными запасами он может быть использован в фильтрующих дамбах, насыпях, для производства сорбционно-активных комплексных удобрений.

«Мел природный технический тонкодисперсный» имеет санитарно-эпидемиологическое заключение № 31.БО.12.574.П.000007.01.10 от 14.01.2010г. Часть продукции поступает в продажу, а часть используется в собственном производстве, данную марку мела используют при изготовлении водно-дисперсионных красок, наливных полов, шпатлевок, штукатурок. Линии производства сухих строительных смесей и водно-дисперсионных фасадных, интерьерных и дорожных красок были запущены на предприятии сравнительно недавно, в 2008 году.

Мел для производства комбикормов торговой марки «МСХ» имеет заключение ветеринарной лаборатории 231 №0007907. Данная марка мела используется как в чистом виде для подкормки, так и в качестве минеральной добавки в комбикорм. В настоящее время разрабатывается линия по производству твердых гранулированных сорбционно-активных мелиорантов – материалов для долговременного улучшения свойств почвы. На основе исследований института «Белмеханообрчермет» [4], а также проведенного патентного поиска [5-8] разрабатывается технологическая линия получения гранулированного комплексного мелиоранта, который выступает и как сорбент, и как органическое удобрение. Основными составляющими сорбционно-активного мелиоранта являются мел, навоз и монтмориллонит-содержащие глины. Производство будет основано на сырьевой базе Белгородской области. Мел в данном мелиоранте выступает в качестве раскислителя почв и сорбента тяжелых металлов, навоз и птичий помет – в качестве органического удобрения, глинистые минералы – в качестве сорбента и связующей добавки.

*Исследование частично выполнено в рамках исследований по гранту ВКГ 045-2012, госконтракту 10367р/18339.*

## Литература

1. Стыскин Е.Л., Ициксон Л.Б., Брауде Е.В. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. Москва, 1986.
2. Манджиева С. С. Использование мелиорантов для предотвращения загрязнения растений цинком и свинцом [Электронный ресурс] / С.С. Манджиева, Т.М. Минкина, С.Н. Сушкова, О.Г. Назаренко, С.Ю. Бакоев, Е.М. Антоненко. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. электрон. периодич. изд./ Рос. науч.- исслед. ин-т проблем мелиорации.– Электрон. журн. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. №3(03). 16с.– Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=37&id=49>.
3. Пацукова И.Г. Обоснование наращивания объемов производства дробленого мела в регионе КМА // Вестник ОГУ. 2003. № 6. С.111-115.
4. Иванов Н.С., Мясников Н.Ф. Производство и потребление мела. Белгород: Изд-во «ПОЛИГРАФ-ИНТЕР», 2000.
5. Патент РФ 1781194. Мелиорант для раскисления почв / Шок И.А., Ильина Т.Н., Мясников Н.Ф. и др.; заявл. 23.04.90; опубл. 15.12.92, Бюл. №46.
6. Патент РФ 1813771. Мелиорант для раскисления почв / Шок И.А., Ильина Т.Н., Шакиров А.Ш. и др.; заявл. 31.07.91; опубл. 07.05.93, Бюл. №17.
7. Заявка на патент РФ 2002127836. Удобрение-мелиорант "Трепел" / Васильев Г.В., опубл. 20.04.2004.
8. Заявка на патент РФ 2004122499. Удобрение-мелиорант Трепел / Васильев Г.В., опубл. 27.01.2006.

## МИКРОПОРИСТЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ АДСОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

<sup>1</sup>Богданович Н. И., <sup>1</sup>Макаревич Н. ., <sup>1</sup>Соврасова Ю.С., <sup>2</sup>Добеле Г.В.

<sup>1</sup>Северный (арктический) федеральный университет,  
г. Архангельск, Российская Федерация  
[lesochim@narfu.ru](mailto:lesochim@narfu.ru) ([nikma@tut.by](mailto:nikma@tut.by))

<sup>2</sup>Латвийский государственный институт химии древесины,  
г. Рига, Латвия  
[ligno@edi.lv](mailto:ligno@edi.lv)

Методом термохимической активации опилок березы получены адсорбенты со смешанной микропористой и мезопористой структурой [1]. Адсорбенты получали путем пропитки опилок 3%-ной  $H_3PO_4$  с последующей термо- (при 400 °С) и химической (NaOH) обработкой. Отмытый после пиролиза (выше 600 °С) водой уголь высушивали при нормальных условиях. При температуре жидкого азота на Sorptometer KELVIN 1042 сняты изотермы адсорбции - десорбции  $N_2$  на бразцах угля, предварительно подвергнутых дегазации в токе гелия при температуре 100 °С в течение суток (рис.1), со следующими характеристиками: удельная поверхность по БЭТ – 4100  $m^2/g$ ; по Лэгмюру – 5900  $m^2/g$ ; суммарный объем пор – 2300  $mm^3/g$ ; объем микропор – 900  $mm^3/g$ .

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1. Способы получения сорбентов, их свойства и механизм действия

Алехина М.Б, Ахназарова С.Л., Иванова Е.Н., Конькова Т.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АКТИВАЦИИ ЦЕОЛИТОВ МЕТОДОМ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА .....	5
Байгозин Д.В., Калинин Л.М., Митилинеос А.Г., Кынин А.Т. ИЗУЧЕНИЕ КОНКУРЕНТНОГО СВЯЗЫВАНИЯ КАТИОНОВ МЕДИ (II) И СВИНЦА (II) НА ИОНООБМЕННЫХ СОРБЕНТАХ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ .....	8
Белецкая М.Г., Богданович Н.И. СИНТЕЗ УГЛЕРОДИСТЫХ АДСОРБЕНТОВ ИЗ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА И ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ИХ СВОЙСТВА .....	10
Beshkenadze I.A., Tsitsishvili V.G, Urotadze S.L, Gogaladze M., Zhorzholiani N.V. NATURAL ZEOLITES AND BIOMETAL-CONTAINING COMPOSITES .....	13
Богданов В.Н., Воронцова О.А., Везенцев А.И. ПРОИЗВОДСТВО МЕЛА В ЗАО АППК «БЕЛСЕЛЬХОЗИНВЕСТ» .....	17
Богданович Н. И., Макаревич Н. А., Соврасова Ю.С., Добеле Г.В. МИКРОПОРИСТЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ АДСОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ .....	22
Братчикова И.Г., Платонов Е.А., Ягодовский В.Д. АДСОРБЦИЯ ИЗОПРОПАНОЛА НА МЕДНЫХ, НИКЕЛЕВЫХ И КОБАЛЬТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ, ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМУ МОДИФИЦИРОВАНИЮ .....	26
Бубнова А.И., Богданович Н.И., Макаревич Н.А. ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТОВ ИЗ ХВОЙНЫХ ОПИЛОК С ПРЕДОБРАБОТКОЙ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ НА СТАДИИ ПРЕДПИРОЛИЗА .....	31
Власов А.И. ИНТЕГРИРОВАНИЕ ПО ПАРАМЕТРУ В СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКЕ. ИЗОТЕРМА АДСОРБЦИИ МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	36
Воропаева Н.Л. НАНОЧАСТИЦЫ И НАНОСТРУКТУРЫ В ВОДОРАСТВОРИМЫХ СМЕСЯХ НА ОСНОВЕ ОЛИГО- И ПОЛИСАХАРИДОВ .....	47
Габелиа Ц.С., Джапаридзе Л.К., Салуквадзе Э.Ш., Осипова Н.А., Уротадзе С.Л. СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМ АСКАНГЕЛЯ .....	54
Габрук Н.Г., Шутеева Т.А. ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ .....	57
Габрук Н.Г., Везенцев А.И., Олейникова И.И., Харитоновна М.Н., Ушакова Н.С. ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....	62