

УДК 551.114(0758)+553+666.32

РАЗРАБОТКА ЭНТЕРОСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ГЛИН БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ*

*А.И. Везенцев, С.Н. Дудина, А.А. Везенцев
г. Белгород*

Интенсивная урбанизация и развитие промышленности на современном этапе коррелируют с уровнем загрязнения природных сред экзотоксинами. Последние, проникая в организм животных ингаляционным или парентеральным путем, снижают резистентность, приводят к развитию различных по своей этиологии заболеваний, а в некоторых случаях – к смерти. Использование же человеком в пищу недоброкачественной продукции животноводства является причиной развития широкого ряда заболеваний.

В связи с этим на сегодняшний день довольно актуален поиск оптимальных методов, способных осуществлять общую детоксикацию организма животных с тем, чтобы, с одной стороны, нормализовать статус их здоровья, с другой – организовать разрыв порочной цепи перехода и кумуляции токсинов в системе «животное – продукция животноводства – человек».

Таковыми могут являться методы эфферентной терапии (от латинского *efferens* – выводить). Среди них всё большее применение находят плазмосорбция, плазмоферез, иммуносорбция, энтеросорбция и др. Подавляющее большинство методов эфферентной терапии основано на принципах взаимодействия с биологическими средами вне организма и являются экстракорпоральными. Однако существуют и интракорпоральные методы, то есть те, реализация которых осуществляется внутри организма. К ним можно отнести кишечный лаваж и энтеросорбцию. При всем значительном количестве методов эфферентной терапии выделяют энтеросорбцию, как наиболее физиологичный, не вызывающий осложнений и не требующий значительных материальных затрат, удобный в применении метод. Суть энтеросорбции заключается в пероральном введении ряда веществ – сорбентов, свойства которых направлены на удерживание на своей поверхности токсигенных компонентов химуса. Таким образом, энтеросорбция – эфферентный метод, основанный на связывании и выведении из организма через желудочно-кишечный тракт с лечебной или профилактической целью эндогенных и экзогенных веществ, надмолекулярных структур и клеток [1].

Для сорбента важны две характеристики: из какого вещества состоит и какова его структура. Вещество не должно быть агрессивным по отношению к среде, которую предстоит очистить, не должно быть самотоксикантом или приводить к их образованию в процессе химической реакции между сорбентом и выводимым веществом. Структура должна быть таковой, чтобы, с одной стороны, выводимые токсины «прилипали» к поверхности и прочно удерживались ею, а с другой – можно было бы «захватить» как можно большее количество вредного вещества.

Для энтеросорбента (а речь идет об энтеросорбентах, «очищающих» желудочно-кишечный тракт) важно, чтобы не нарушался процесс пищеварения, чтобы сорбент защищая слизистые внутренние оболочки, при этом не всасывался бы. Важно и еще одно обстоятельство: уникальная способность энтеросорбента поглощать из окружающей среды вещества не должна приводить к выведению из организма необходимых для жизнедеятельности веществ. И, наконец, структура энтеросорбента должна оставаться устойчивой во всех отделах пищеварительного тракта при значительно различающихся реакционных условиях в них. Здоровье зависит в основном: от питания (51%); от состояния окружающей нас среды (39%); от медицинских проблем (10%) [2].

* Работа поддержана грантом БелГУ № ВКГ 018-05

Потенциально опасными для здоровья являются медь, свинец, кадмий, никель, ртуть, цинк и другие тяжелые металлы. Медь относится ко второму классу опасности, отрицательно действует на дыхательную систему, на обмен веществ, является аллергеном. Свинец относится к первому классу опасности, поражает центральную нервную систему, почки, является канцерогеном. Проблемой остается выведение тяжелых металлов в ионной форме из человеческого организма [3].

На протяжении нескольких лет в Белгородском государственном университете проводится научно-исследовательская работа по разработке высокоэффективных энтеросорбентов на базе минерального сырья Белгородской области. Ранее было проведено определение пригодности глин, мергелей, мела и цеолитоносных пород Белгородской области для очистки природных вод от тяжелых металлов в ионной форме. Было опробовано 8 месторождений, на которых представлен весь комплекс пород, предполагаемых на обладание сорбционными свойствами. На лабораторно-технологических пробах определен химический и минералогический составы пород и их способность сорбировать тяжелые металлы – ионы свинца, ртути, железа, цезия и стронция [4].

Полученные результаты, а также данные рентгенофазового анализа позволили установить, что высокие адсорбционные свойства исследованных глин обусловлены наличием в их составе монтмориллонита и цеолита, представленного клиноптилолитом.

Анализ имеющегося материала показал, что наиболее перспективным месторождением для добычи сырья с целью изготовления сорбентов, позволяющих эффективно очищать воду, а также для производства высокоэффективных кормовых и пищевых добавок является месторождение Поляна [4].

Химический состав нативной глины представлен следующими оксидами, в масс. %: SiO_2 – 61,19...65,01; Al_2O_3 – 10,37...13,25; Fe_2O_3 – 4,48...5,72; FeO – 0,29...0,40; TiO_2 – 0,40...0,65; MgO – 1,83...2,10; CaO – 2,01...5,68; K_2O – 2,13...2,50; Na_2O – 0,40...0,53; п.п.п. – 9,09...12,06.

По данным химического и рентгеновского фазового анализа, фракция 0,001-0,01 мм состоит преимущественно из кварца и цеолита группы гейландит – клиноптилолит, а также иллита, монтмориллонита, каолинита, полевых шпатов, тридимита, кислого стекла и опала.

Фракция меньше 0,001 мм представлена монтмориллонитом, кварцем и в меньшей степени цеолитом и гидрослюдами, а также тридимит-опаловой составляющей. Наличие монтмориллонита подтверждено сдвигом максимумов отражений $d_{001}=14,73$ и $15,4\text{Å}$ к 17Å при насыщении ориентированных препаратов глицерином (рис. 1).

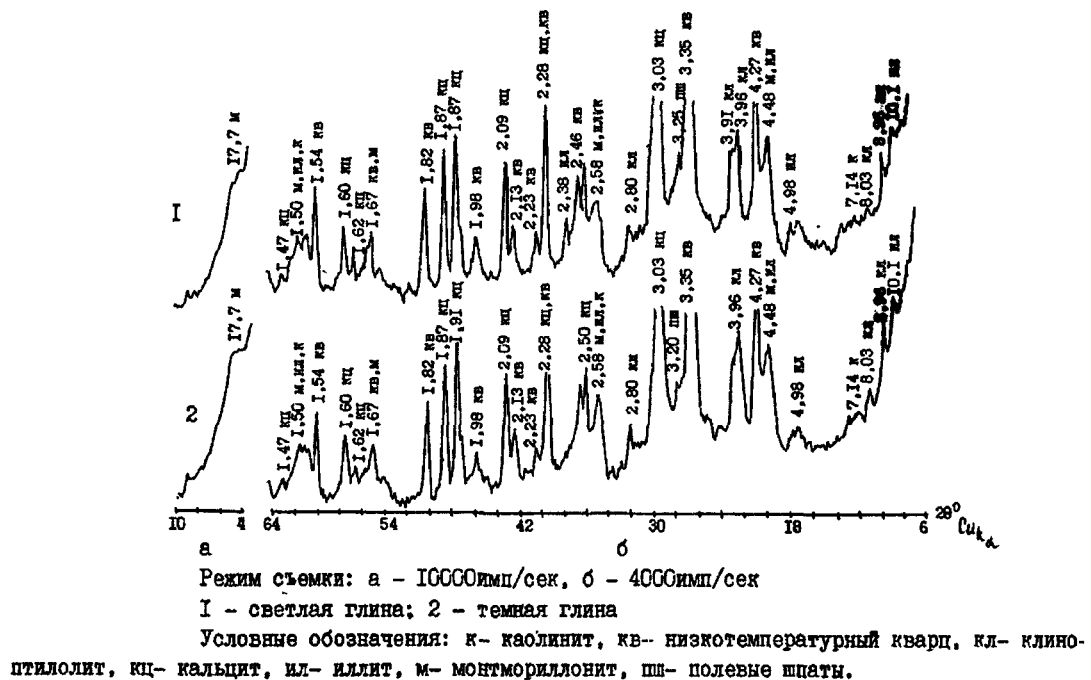


Рис. 1. Рентгеновские порошковые дифрактограммы глины ГИШ-2'95

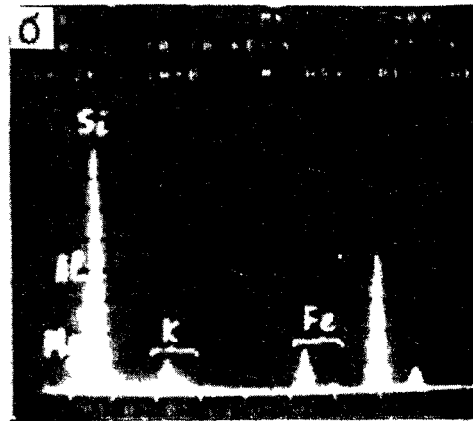
Аналитический электронномикроскопический анализ включал в себя светлопольные исследования суспензий в сочетании с микродифракцией электронов в трансмиссионном электронном микроскопе JEM=100С и энергодисперсионный анализ (KEVEX=5100). По данным электронномикроскопического и электроннографического изучения показано, что образец глины ГИШ-2 представлен смесью монтмориллонита, слюды, кварца и каолинита.

Монтмориллонит или смектит (рис. 2 и 3) с параметром $b=9,03 \text{ \AA}$, характеризуется в электронограммах от текстур слегка модулированным по интенсивности фоном диффузного рассеяния на 1 эллипсе, и размытыми рефлексами 20L и 13L на 2 эллипсе. На энергодисперсионном спектре (рис. 2б), смектита зафиксированы следующие элементы (по мере убывания): кремний, алюминий, железо, калий, магний.

а) электронная микрофотография



б) энергодисперсионный спектр



в) микродифракционная картина

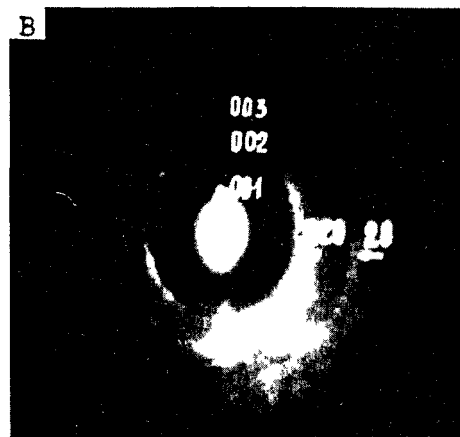


Рис. 2. Смектит из глины ГИШ-2

а) электронная микрофотография



б) микродифракционная картина

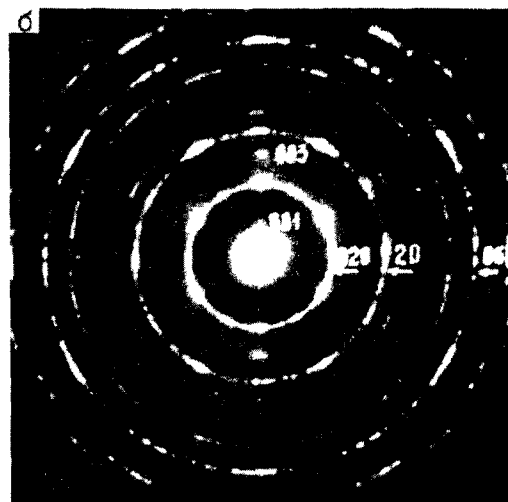


Рис 3 Монтмориллонит из глины ГИШ-2

При десятиминутной сорбции ионов перечисленных тяжелых металлов сорбционная емкость указанной глины превышает таковую активированного угля, являющегося классическим сорбентом, в 3,1-10,8 раза. О сорбционных свойствах образцов судили по изменению концентрации ионов тяжелых металлов в модельных растворах [4, 5, 6].

Приведенные результаты позволили установить перспективность использования указанной глины в качестве сорбента ионов тяжелых металлов. Так как препарат планируется использовать в качестве энтеросорбента, необходимо выяснить, будет ли происходить сорбция жизненно-важных веществ, таких как витамины, параллельно с процессом сорбции ионов тяжелых металлов. Без учета приведенного предположения использование сорбентов невозможно.

В работе использованы образцы нативной и обогащенной глины. Обогащение проводили путем отделения грубой фракции двадцатиминутным отстаиванием суспензии после тщательного взмучивания и отбором десятисантиметрового верхнего слоя из емкости высотой 40 см. Полученную фракцию высушивали при $t^\circ = 100-140$ °С. Такая процедура обогащения позволила повысить содержание монтмориллонита в образце от 40-43% в нативной форме до 70-86% в обогащенной. Определение массовой доли монтмориллонита в образцах проводили согласно методике, описанной в [7].

Способность глин месторождения Поляна к сорбции аскорбиновой кислоты (АК) определяли по изменению концентрации ее в модельном растворе. Концентрацию АК определяли методом прямого йодометрического титрования [8]. Для анализа приготовлен модельный раствор АК концентрацией 16 мгэкв/мл в дистиллированной воде. Для титрования отбирали аликвотный объем модельного раствора равный 10 мл. Масса сорбента при этом составляла 1, 3 и 5 г. Время сорбции составляло соответственно 5, 15 и 60 мин, что обусловлено всасыванием аскорбиновой кислоты в желудочно-кишечном тракте в течение 30-60 минут. Для сравнения определена способность активированного угля сорбировать АК в тех же условиях.

Эффективность сорбента определяли по его способности поглощать АК выраженную в мгэкв/100 г сорбента. Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице.

Таблица

Сорбция аскорбиновой кислоты из модельного раствора, (мгэкв/100 г сорбента)

Продолжительность сорбции, мин	Глина нативная			Глина обогащенная			Уголь активированный		
	1 г	3 г	5 г	1 г	3 г	5 г	1 г	3 г	5 г
5	0,00	0,33	0,40	1,00	0,56	0,40	11,50	15,00	13,10
15	0,45	0,40	0,40	1,86	0,62	0,48	12,00	15,30	14,80
60	0,52	0,47	0,40	2,00	0,67	0,60	14,50	16,00	16,00

Согласно полученным результатам, установлено, что нативная и обогащенная глина не проявляют высокой сорбционной активности в отношении аскорбиновой кислоты. Так, сорбция аскорбиновой кислоты образцами глины даже при часовой экспозиции не превышает 18,75% (по массе) в сравнении с активированным углем, минимальная навеска которого сорбирует 71,87% аскорбиновой кислоты из модельного раствора уже при пятиминутной экспозиции. Установлено, что увеличение массы сорбента не приводит к увеличению удельной сорбции образца.

Таким образом, на основании экспериментальной работы установлено, что монтмориллонитовые глины практически не сорбируют аскорбиновую кислоту, что является еще одним фактором, позволяющим рекомендовать препараты, полученные на основе этих глин в качестве энтеросорбента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков, Н. А. Альтернативная медицина : немедикаментозные методы лечения / Н. А. Беляков. – Архангельск : Сев.-Зап. изд-во, 1994. – 462 с.
2. Шапошников, А. А. Изучение поглотительной способности некоторых соединений природного и синтетического происхождения / А. А. Шапошников, Н. Г. Габрук, А. Ю. Хорошевский // Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности. – М. : Клязьма, 2005. – С. 95.
3. Сало, Д. П. Высокодисперсные минералы в фармации и медицине / Д. П. Сало, Ф. Д. Овчаренко, Н. Н. Круглицкий. – Киев : Наук. думка, 1969. – 229 с.
4. Везенцев, А. И. Сорбционно-активные породы Белгородской области / А. И. Везенцев, М. А. Трубицын, А. А. Романцак // Горный журнал. – 2004. – № 1. – С. 51-52.
5. Везенцев, А. И. Сорбция ионов железа (III), меди (II), и свинца (II), обогащенными и модифицированными гидроалюмосиликатами / А. И. Везенцев, Е. В. Баранникова // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья : материалы всерос. науч. конф. с междунар. участием, Белгород, 11-14 окт. 2004 г. – Белгород, 2004. – С. 33-37.
6. Илющенко, В. П. Изучение сорбционных свойств отдельных фракций глины на примере их взаимодействия с токсичными элементами / В. П. Илющенко, А. И. Везенцев, Е. А. Липунова // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья : материалы всерос. науч. конф. с междунар. участием, Белгород, 11-14 окт. 2004 г. – Белгород, 2004. – С. 67-70.
7. ГОСТ 28177-89. Глины формовочные бентонитовые. Общие технические условия=Moulding bentonite clays. General specifications. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 39 с.
8. Крешков, А. П. Основы аналитической химии : учеб. пособие для вузов : в 3 т. / А. П. Крешков. – М. : Химия, 1976. – Т. 2: Теоретические основы. Количественный анализ. – 480 с. : табл.