

*А.М. Нуралы<sup>1,4</sup>, С.Х. Акназаров<sup>1,4</sup>, М.А. Бийсенбаев<sup>1</sup>,  
О.Ю. Головченко<sup>1,4</sup>, М.А. Нуралиев<sup>2</sup>, С.А. Панов<sup>3</sup>, М.Маликова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Научный производственно-технический центр «Жалын»,  
г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Медицинский центр «Тимал», г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Военный клинический госпиталь Министерства обороны  
Республики Казахстан, г. Алматы

<sup>4</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
г. Алматы, Казахстан

---

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

---

**Аннотация.** При использовании гемосорбента со слоистым течением используется полная активная площадь углеродного монолита органического происхождения, при этом резко уменьшается травма форменных элементов крови, отсутствует зольность. В статье описан способ получения гемосорбента из растительного сырья, определена адсорбционная способность, показана морфологическая структура образцов. Проведен сравнительный анализ образцов с аналогами, сбор информации, подбор методов исследования, анализы, обработка результатов.

**Ключевые слова:** адсорбция, карбонизация, деминерализация, сорбент, токсины, адсорбционная способность, морфологическая структура, гемосорбция, детоксикация.

• • •

**Түйіндеме.** Қабатталған ағымы бар гемосорбентті қолдану барысында табиғи заттардың негізінде дайындалған кеміртекті монолиттің барлық белсенді аймағы қатысып, қанның пішінді элементтері зақымдалмай, күлдену болмайды. Ғылыми мақалада есімдік материалдарынан гемосорбент алу әдісі сипатталып, адсорбциялық қабілетті анықталған, үлгілердің морфологиялық құрылымы керсетілген. Белгілі үлгілермен салыстырмалы талдау жүргізілді. Авторлар ақпарат жинағын, зерттеу әдістерін іріктеуді, нәтижелерді талдауды, еңдеуді жүзеге асырды.

**Түйінді сөздер:** адсорбциялау, карбонизациялау, деминерализациялау, сорбент, токсиндер, адсорбциялық қабілеттілік, морфологиялық құрылыс, гемосорбциялау, детоксикациялау.

• • •

**Abstract.** When using a layered hemosorbent, the total active area of the carbon monolith of organic origin is used, the injury of the blood cells decreases,

the ash content is absent. The scientific article describes a method for obtaining hemosorbent from plant materials, determined the adsorption capacity, shows the morphological structure of the samples. A comparative analysis of samples with analogues. The authors carried out the collection of information, selection of research methods, analysis, processing of results.

**Key words:** adsorbtion, carbonization, demineralization, sorbent, toxic substances, adsorption capacity, morphological structure, hemosorbtion, detoxication.

**Введение.** Проблема переработки цветковых оболочек зерновых культур в настоящее время является актуальной проблемой. При переработке зерновых культур, таких как рис, в промежуточных процессах образуются побочные продукты – лузга, мучка, правильное использование которых в народном хозяйстве имеет важное значение. При каждом урожае несколько тонн лузги утилизируют в отвал, в результате чего дополнительно появляется экологическая нагрузка. Разработка сорбентов из растительного сырья решает следующие основные проблемы: утилизацию отходов производства и получение сорбентов с сорбционными свойствами по отношению к токсическим веществам. Лузга или шелуха риса является ценнейшим вторичным продуктом для получения сорбентов [1].

Зерно риса находится в оболочке, которая в научной терминологии называется цветковой чешуёй, а в легкой промышленности – шелухой. Во время урожая зерно с полей доставляется на крупозаводы, там оно очищается от цветковой чешуи (солома остается на поле). Очищенное зерно риса имеет жёлтый цвет, а для получения известного потребителю белого цвета рис шлифуют, удаляя верхний слой, который называется мучкой. В результате процесса получения крупы белого шлифованного риса образуются 3 вида клетчатки: цветковая чешуя (лузга, шелуха), солома и отруби (мучка). При получении крупы риса на предприятии количество клетчатки составляет до 30% от массы сухого зерна [2].

В современном мире разные аспекты здоровья человека и животных не могут рассматриваться отдельно от экологической ситуации в пределах конкретного региона. Негативное воздействие на окружающую среду, низкое качество продуктов питания, кормов и питьевой воды, безусловно, наносят вред здоровью человека и животных, в связи с этим необходима нейтрализация отрицательного воздействия этих факторов на биологические объекты. Безусловно, стратегический путь - это решение проблем полной очистки промышленных выбросов в атмосферу, гидросферу, литосферу [3]. Однако, дан-

ный путь дорогостоящий, требующий крупных финансовых вложений и времени, так как затраты на очистку выбросов и переработку отходов во многих случаях сопоставимы с затратами на создание основного производства. Одним из действенных способов, обеспечивающим эффективное решение задачи нейтрализации негативного воздействия на окружающую среду, является разработка средств и методов детоксикации организма человека и животных, создание новых сорбционных материалов с возможностью противостояния экологическим катастрофам [4].

Основным преимуществом натуральных сорбентов на основе растительного сырья является возможность их длительного применения. Сорбенты на основе растительного сырья высокоэффективны при хронических интоксикациях, обладают прокинетическим эффектом, сорбируют желчные кислоты и угнетают всасывание холестерина в кишечнике [5]. Сегодня сорбенты активно применяются в различных областях медицины [6], в частности, для детоксикации органов пищеварения и крови. Для удаления из крови гидрофобных молекул, прочно связывающихся с альбумином плазмы крови, а также токсинов белковой природы и других высокомолекулярных токсичных веществ разрабатываются гемосорбенты - массообменники, наполненные химическими соединениями.

Гемосорбция - способ удаления из организма токсичных веществ среднемолекулярной массы при перфузии крови через колонку, заполненную селективным или неселективным сорбентом. Сорбент, преимущественно углеродистый, контактируя непосредственно с кровью, адсорбирует и абсорбирует токсичные вещества (креатинин, билирубин, барбитураты и т.п.), в результате полностью очищается кровь больного. С помощью селективных сорбентов можно избирательно сорбировать конкретные токсичные вещества. Изменяя пористую структуру и в какой-то мере химию поверхности углеродных гемосорбентов можно добиться направленного воздействия на лечебную функцию углеродного гемосорбента. Главное достоинство гемосорбции – это быстрое достижение поставленных целей. Благодаря этому удается спасти пациентов от недугов, которые являются прямой угрозой жизни. Например, перитонит или острый панкреатит.

**Материалы и методы исследований.** Цель исследования: измерение и сравнение адсорбционной способности карбонизированной рисовой шелухи с аналогичными сорбентами, полученными из растительного сырья.

Объектами исследования являлась карбонизированная рисовая шелуха, а для сравнения использовали данные о шелухе гречихи и лузги подсолнечника [7]. Процесс карбонизации образцов энтеросор-

бента на основе растительной клетчатки проводился в изотермических условиях [8,9]. Модифицирование образцов проводили во вращающемся реакторе в инертной среде при температуре 300-900°C; скорости подачи аргона 50 см<sup>3</sup>/мин, времени контакта 30-60 мин. [Патент 26708 Республика Казахстан, МПК А61К 33/44. Энтеросорбент «Инго-2» растительного происхождения].

Реактор изготовлен из жаропрочной хромистой стали. Он оборудован нагревателем и механизмом вращения. Температура в реакторе поддерживалась с точностью  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Загрузка до 500 г катализатора. Объём реакционной камеры – 3000 см<sup>3</sup>. Время зауглераживания было постоянным. Скорость подачи газовой смеси 50 мл в мин. Время контакта 60 мин. Зауглераживание проводилось при температурах 650-750°C с интервалом в 25 град. В качестве источника углерода использовали пропан [Патент на полезную модель 2348, МПК А61К 33/44. Энтеросорбент]. Электрическая печь разогревается с помощью термоконтролера и поддерживает необходимую температуру во вращающемся реакторе. Через систему подачи газа с заданной скоростью подается углеводород. Увлекаемые при этом пары углеводорода вносятся газом-носителем в реактор [10,11].

Процесс деминерализации карбонизованного и активированного сорбента из рисовой шелухи проводился в стеклянной ёмкости. Ёмкость оснащена спиралевидным электронагревателем (снизу). Нагреватель подключён к источнику тока. Сверху ёмкость оснащена обратным холодильником для избежания утечки паров соляной кислоты. Сорбент помещается в ёмкость и заливается смесью концентрированной азотной кислоты (65%) и дистиллированной воды (соотношение 65:35). Причём соотношение твёрдой фазы к жидкой должно быть 1:2. После кипячения смесь оставляют на ночь для более полной деминерализации. После этого путём декантации сливают отработанную азотную кислоту, деминерализованный сорбент переносят в другую ёмкость и путём кипячения промывают несколько раз для установления нейтральной среды. Для образцов карбонизованной рисовой шелухи (КРШ) измеряют адсорбционную активность по индикатору - метиленовому голубому в миллиграммах на 1г продукта (нормативный документ ГОСТ 4453-74). Для определения адсорбционной активности использовали краситель - метиленовый голубой, моделирующий токсиканты. Методика заключается в измерении оптической плотности полученного раствора метиленового голубого на фотоэлектроколориметре при синем светофильтре с длиной волны - 400 нм. В качестве контрольного раствора применяют дистиллированную воду. (таблица 1).

**Таблица 1 – Числовые значения адсорбционной активности сорбентов, получаемых из растительного сырья**

| Образец* | Адсорбционная активность по метиленовому голубому мг/л |
|----------|--|
| 1        | 300.2  |
| 2        | 140  |
| 3        | 284.7  |
| 4        | 274.8  |
| 5        | 105.0  |
| 6        | 97.4   |

\*1. Лузга подсолнечника, подвергнутая кислотнo-щелoчной обработке

2. Деминерализованная КРШ

3. Шелуха гречихи, подвергнутая кислотнo-щелoчной обработке

4. Уголь активированный медицинский марки БАУ

5. Лузга подсолнечника без обработки

6. Шелуха гречихи без обработки

Так же, для образцов КРШ проводили изучение морфологической структуры методом электронного микроскопического исследования (ЭМИ).

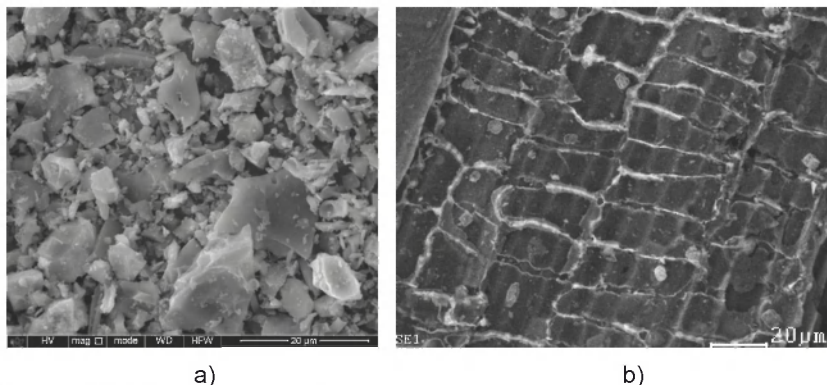


Рисунок 1 – Электронно-микроскопический снимок образца исходного сырья гемосорбента (а) и модифицированной массы гемосорбента ( б)

**Результаты исследования.** На рисунке 1 показан электронно-микроскопический снимок образцов исходного сырья (КРШ) и модифицированной массы гемосорбента. Важное преимущество сорбента на основе КРШ – высокая сорбционная способность при отравлении организма токсическими веществами. Это происходит за счет уникального механизма сорбции. В процессе изготовления сор-

бента предусмотрены определенные этапы, позволяющие формировать развитую пористую структуру, состоящую из мезо- и микропор. Измерение размера пор для образцов показало значение – 15 нм (таблица 2), т.е. в структуре преобладает наличие мезопор (рисунок 1, b). Благодаря наличию мезопор, сорбент, попадая в организм человека, может связывать вещества на молекулярном уровне, не меняя при этом их химические свойства. Он активно собирает на своей поверхности соли тяжелых металлов, газообразные вещества, алкалоиды, токсины, гликозиды и другие вещества [12, 13].

**Таблица 2 – Описание пор в структуре углеродных сорбентов**

| Виды         | Размер       | Механизм действия и сорбируемые вещества  |
|--------------|--------------|---|
| Субмикропоры | До 0,4 нм    | Субмикропоры и микропоры адсорбируют вещества небольшого размера. Характерен главным образом механизм объемного заполнения.   |
| Микропоры    | 0,4 -1,5нм   | Сорбируемые вещества: низкомолекулярные азотсодержащие соединения, CO <sub>2</sub> , аммиак, тяжелые металлы, газообразные вещества, пестициды, алкалоиды, нитраты и т.д.   |
| Мезопоры     | 2-100 нм     | В этой области свойства микропор постепенно пропадают, свойства мезопор начинают проявляться. Механизм адсорбции в мезопорах протекает следующим образом: происходит последовательное образование адсорбционных слоев, т.е. полимолекулярная адсорбция, которая завершается заполнением пор по механизму капиллярной конденсации и служит транспортным каналом, подводящим молекулы поглощаемых веществ к адсорбционному пространству гранул сорбента. Сорбируемые вещества: аэрозоли, бытовая химия, аллергены, токсические метаболиты, вирусы, холестерин, билирубин, радионуклиды и т.д. |
| Макропоры    | Более 100 нм | Белки, жиры, кислоты, нуклеиновые кислоты, калий, железо, соли магния, триптофан, важные для организма аминокислоты и т.д.  |

Наличие же микропор показывает то, что сорбент поглощает вещества с низкой молекулярной массой (низкомолекулярные азотсодержащие и т.д.).

Существующие на рынке другие сорбенты имеют в основном в своей структуре макропоры – т.е. эти сорбенты способны поглощать вещества с высокой молекулярной массой, которой обладают как токсины, так и полезные вещества (белки, нуклеиновые кислоты, ферменты и т.д.) [14-16].

**Обсуждение результатов.** Проведённые исследования показали, что с помощью рисовой шелухи можно получать и разрабатывать наноструктурированные углеродные сорбенты, которые возможно применять в качестве энтеросорбирующих препаратов и гемосорбентов. Полученный карбонизацией рисовой шелухи сорбент, состоит из слоёв углеродных атомов, которые собраны в гексагональные структуры. Но, если в графите слои ориентированы строго параллельно друг другу, то в наноструктурированном углеродном сорбенте на порядок меньше: слоистые сегменты смещены относительно друг друга (рисунок 1,б). Между такими разнообразно ориентированными слоями есть свободное пространство — микро- и мезопоры, размер которых может быть от 0,5 до 7 нанометра. На стенках микро- и мезопор и удерживаются молекулы различных токсичных веществ с низкой и средней молекулярной массой. Кроме того, в ходе исследования было выявлено что, процесс получения наноструктурированного энтеросорбирующего препарата не имеет отходов, т.е. в производственном масштабе возможно безотходное производство. Установлено, что в отличии от сорбентов с высокой адсорбционной активностью, которые поглощают как полезные, так и токсичные вещества, деминерализованная КРШ обладает средним значением адсорбционной способности. Среднее значение позволяет избирательно сорбировать только токсичные вещества. Исходя из полученных данных ЭМИ следует что, сорбент на основе КРШ обладает порами, которые способны сорбировать токсичные вещества и не сорбировать вещества полезные для организма [17-18].

Применение энтеросорбирующего препарата на основе карбонизованной рисовой шелухи в медицине, в данное время особенно актуально. Это связано с тем что, ежедневно в окружающую среду попадают различные отравляющие и токсические вещества, в продукты массового употребления добавляют синтетические ароматизаторы, красители и т.д. Поэтому наш организм получает огромное количество ненужных, а порой и вредных веществ. При пищевых отравлениях используют энтеросорбенты, кроме того, их применяют для очистки организма [16]. Благодаря наличию в структуре мезопор сорбент на основе КРШ обладает отличительными свойствами сорбции: он поглощает только токсичные вещества: выхлопы бытовой химии, аэрозолей, аллергены, токсические метаболиты, вирусы, тяжелые металлы, радионуклиды и т.д. Дополнительная сорбция токсических продуктов воспаления и нарушенного пищеварения может существенно уменьшить проявления эндотоксикоза и, соответственно, клинических проявлений интоксикации и токсикоза, диареи. Энтеросорбент на основе КРШ, связывает токсические вещества в просвете кишечника, прерывает процессы их резорбции, рециркуляции в организме и тем самым оказывает положительный клинический эффект [19-21]. Положительный клинический

эффект, обусловлен предотвращением или ослаблением клинических проявлений эндотоксикоза, в том числе симптомов интоксикации и токсикоза, способностью энтеросорбента поддерживать нормальный микробиоценоз кишечника, что ведет к улучшению пищеварения в тонком кишечнике. В отличие от других видов терапии метод энтеросорбции, с применением энтеросорбента на основе карбонизованной рисовой шелухи, способен адсорбировать в пищеварительном канале различные токсические вещества эндо- и экзогенного происхождения, не вступая с ними в химическую реакцию [22].

Для определения эффективности элиминации токсинов углеродными блоками ламинарного типа были проведены эксперименты по гемосорбции этанола из донорской крови в условиях *in vitro*. Для эксперимента была выбрана чистая донорская кровь объемом 450 мл ( $n = 10$ ) в которую введено 5 мл 33% этилового спирта. Прокачки крови осуществлялась с помощью прибора «искусственная почка» со скоростью 140 мл/мин. Фотография проведения эксперимента гемоперфузии показана на рисунке 2.

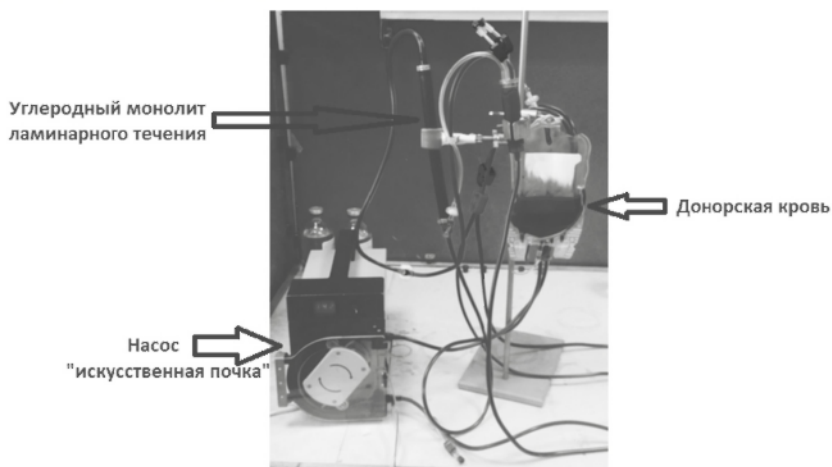


Рисунок 2 - Элиминация этанола из донорской крови

В эксперименте оценивали эффективность трех видов гемосорбентов ламинарного течения:

Образцами были 3 колонки гемосорбента:

№ 1 - активированный: приготовлен по отработанной рецептуре и активирован  $\text{CO}_2$  в муфельной печи при  $950^\circ\text{C}$  в течение 1,5 час.;

№ 2 - стандартный: приготовлен по отработанной рецептуре;

№ 3 - приготовлен по отработанной рецептуре с 10% раствором NaOH и нагревом до  $100^\circ\text{C}$  в сушильном шкафу (дважды);



В результате было выявлено, что сорбция по Гемосорбенту № 1 составляла – 44%, по Гемосорбенту № 2 составляла – 9%, сорбция по Гемосорбенту № 3 – 50%.

Сопротивления при прохождении крови через монолит не наблюдалось. В ходе эксперимента наблюдения показали следующие характеристики: в отличие от Эксперимента №1 при поступлении крови на монолит, кровь рассекается по всей поверхности монолита на все сотовые каналы (рисунок 2). Наблюдалось наличие воды в картридже (при изготовлении углеродный монолит промывали водой, наличие воды в картридже может вызвать гемолиз крови (разрушение эритроцитов крови с выделением в окружающую среду гемоглобина). Внизу картриджа заметны выделения крови внутри. По сорбции этанола высокую сорбционную способность показал образец №3 – Гемосорбент.

Проведенная экспериментальная часть исследовательской работы по изучению эффективности гемосорбентов нового поколения подтверждает ожидаемые результаты и открывает новые возможности в клиническом применении методов экстракорпоральной детоксикации в целом и гемосорбции, в частности.

**Выводы.** Энтеросорбент, полученный на основе КРШ, связывает токсические вещества в просвете кишечника, тем самым предотвращает или ослабляет клинические проявления эндотоксикоза, в том числе симптомов интоксикации и токсикоза, поддерживает нормальный микробиоценоз кишечника, что ведет к улучшению пищеварения в тонком кишечнике. Применение энтеросорбента на основе КРШ способно адсорбировать в пищеварительном канале различные токсические вещества эндо- и экзогенного происхождения, не вступая с ними в химическую реакцию. В отличие от других сорбентов, которые в процессе сорбции задерживают наряду с молекулами токсинов и молекулы полезных веществ в своих порах, энтеросорбент на основе КРШ избирательно и точно плотно окружает молекулы только токсических веществ, склеивая их и выводя из организма.

Применявшиеся до последнего времени гранулированные гемосорбенты частично травмируют форменные элементы крови, что создает предпосылки для тромбообразования при нарушении целостности мембран эритроцитов. Кроме того, при соударении гранул может образовываться «скрытая пыль», которая за счет своего химического состава может служить причиной различного рода реакций. Предлагаемый энтеросорбент при очистке крови минимизирует разрушение форменных элементов за счет ламинарного течения крови по гемосорбенту, что повышает его эффективность по сравнению с другими гемосорбентами. В дополнение к этому необходимо отметить, что КПД гранулированных сорбентов относительно невелик из-за небольшой

(15-20%) активной поверхности сорбента, тогда как при использовании мезапористых углеродных сорбентов с ламинарным течением можно с высокой точностью посчитать активную поверхность, что позволит индивидуализировать подход к каждому пациенту и своевременно внести коррективы в скорость потока, время ГС, что в конечном итоге скажется на эффективности самой процедуры.

### Список литературы

1 *Ивлева А.Р., Канарский А.В., Казаков Я.В., // Окулова Е.О., // Вестник Казан. технол. унив. – 2014.-№ 23.-С. 208-211.*

2 *Холмова М.А., Терентьев К.Ю., Казаков Я.В., Новожилов Е.В., Синицына О.А., Рожкова А.М.,// Вестник технол. ун-та. – 2015 - №5. – С.101-104.*

3 *Гаврилов А.С. Технология получения таблеток активированного угля / А.С. Гаврилов, Е.В. Гусельникова, А.Ю. Петров // Хим.-фарм. журн.-2004.-Т. 38, № 1.- С. 41-44.*

4 *Николаев В. Г. и др. Энтеросорбция: Состояние вопроса и перспективы на будущее // Вестник проблем биологии и медицины. – 2007. – № 4. – С. 7-17.*

5 *Палий Н.Г., Резниченко И.Г. Применение детоксиканта энтеросгель для лечения заболеваний органов желудочно-кишечного тракта // Новости медицины и фармации. – 2004. – №9 (149). – С. 8.*

6 *Палий И. Г., Резниченко И.Г. Современный взгляд на проблему энтеросорбции: выбор оптимального препарата. Новости медицины и фармации. – 2007.-11:- С.217.*

7 *Нуралиев М.А., Баяшев Б.Б., Досымбетова М.И., Аблайханова Н.Т., Павлюков А.Б. Биохимические изменения в системе мочевого выделения на фоне применения биологически активной добавки «Фитосорб-Алтын жебе». Известия национальной академии наук РК, – №6. – 2017. – С. 59-64.*

8 *Ратникова Л., Пермитина М., Попилов А. Эффективность энтеросорбентов при острых кишечных инфекциях // Врач. – 2007. – №7. – С. 11-15.*

9 *Ямансарова Э.Т., Громыко Н.В., Абдуллин М.И., Куковинец О.С., Зворыгина О.Б., // Вестник Башкирского университета. – 2015. – Т. 20. – №4. – С. 1209-1211.*

10 *Николаев В.Г., Гурина Н.И. Сорбционные материалы и механизмы действия // Научно-практический on-line журнал «Клиническая эфферентология». – 2010. – №4. – С. 121.*

11 *Geusau A., Schmaldienst S., Derfler K. et al. Severe 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) intoxication: kinetics and trials to enhance elimination in two patients // Arch. Toxicol. – 2002. – Vol.76, – №5-6. – P.316-325.*

12 *Ватутина О.В., Лучшев В.И., Бурова С.В. Влияние энтеросорбента Фильтрум на уровень специфической эндотоксемии у*

больных шигеллезом Флекснера. // В кн.: Материалы XIV Конгресса «Человек и лекарство». - М., - 2007. - С. 536.

13 *Бийсенбаев М.А., Нуралиев М.А., Нуралы А.М., Мутушев А.Ж., Павлюков А.В.* Применение карбонизованной рисовой шелухи при изготовлении углеродного монолита для гемосорбции. Colloquium journal - 617, Польша. 74-80 с.

14 *Шамов Б.А., Маланичева Т.Г.* Эффективность энтеросорбции в коррекции синдрома эндоксинемии при атопическом дерматите у детей. // Лечащий врач. - М., - 2010. - № 8. - С. 5-6.

15 *Новокшенов А. А. и др.* Роль энтеросорбентов в составе комплексной терапии острых кишечных инфекций у детей // Практика педиатра. - 2008. - № 5. - С. 20-26.

16 *Мутушев А.Ж., Акназаров С.Х., Головченко О.Ю., Тулейбаева А.С.* Nanostructured carbon material for enterosorbption. Постер CARBON-2021

17 *Учайкин В. Ф., Новокшенов А. А., Соколова Н. В.* Энтеросорбция эффективный метод этиопатогенетической терапии острых кишечных инфекций // Дет. инфекции. - 2005.- № 3.- С. 39-43.

18 *Ющук Н. Д., Розенблюм А.Ю.* Синдром поражения желудочно-кишечного тракта при инфекционных болезнях. В кн.: Инфекционные болезни: национальное руководство/под ред. Н.Д. Ющука. Ю. Я. Венгерова.-М.: ГЭОТАР-Медия, - 2006. - С. 276-282.

19 *Нуралы А.М., Бийсенбаев М.А., Бексейтова К.С., Акназаров С.К., Есимсиитова З.Б.* Изучение токсического действия на организм животных энтеросорбирующих пищевых волокон из карбонизованной рисовой шелухи.// Новости науки Казахстана, 2018.- №3.- С.66

20 *Dominy N.J., Davoust E., Minekus M.* Adaptive function of soil consumption: an in vitro study modeling the human stomach and small intestine // J. Exp. Biol. - 2004. - Vol.207, Pt.2. - P. 319-324.

21 *Власов А.И., Елсуков К.А., Панфилов Ю.В.* Методы микроскопии. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - С.280

22 *Броварова О.В.* Получение и исследование свойств сорбционных материалов на основе растительных биополимеров. Дис. ... канд. хим. наук.- Архангельск, 2004.- С.20.

**Нуралы Ә.М.** - PhD докторант

**Акназаров С.Х.** - доктор химических наук, профессор

**Бийсенбаев М.А.** - кандидат химических наук

**Нуралиев М.А.** - директор медицинского центра «Тимал»

**Панов С.А.** - кандидат медицинских наук, анестезиолог – реаниматолог

**Головченко О.Ю.** - кандидат химических наук, доцент