

Есимсиитова З.Б.,  
Аблайханова Н.Т.,  
Тусупбекова Г.А.,  
Тулеуханов С.Т.,  
Абылайханова Н.Т.,  
Алияскарова У.,  
Абдикаримова Ы.Н.,  
Манкибаева С.А.

Казахский национальный  
университет имени аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы

**Изучение  
морфофизиологических  
свойств нанозентеросорбента  
«Инго-2» для очищения  
организма животных  
при отравлении кадмием**

Esimsiitova Z.B.,  
Ablaykhanova N.T.,  
Tusupbekova G.A.,  
Tuleukhanov S.T.,  
Ablaykhanova N.T.,  
Aliaskarova U.,  
Abdikarimova J.N.,  
Mankibaeva S.A.

Al-Farabi Kazakh National University,  
Kazakhstan, Almaty

**The Study Morfofiziologicheskie  
properties neinteresanta “Ingo-2”  
to cleanse the Body of Animals in  
case of poisoning by cadmium**

Есимсиитова З.Б.,  
Аблайханова Н.Т.,  
Тусупбекова Г.А.,  
Төлеуханов С.Т.,  
Абылайханова Н.Т.,  
Алияскарова У.,  
Абдикаримова Ы.Н.,  
Манкибаева С.А.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық  
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**Кадмиймен уландырылған  
жануарлардың ағзасын  
тазартуда қолданылған  
«Инго-2»  
нанозентеросорбентінің  
морфофизиологиялық  
қасиеттерін зерттеу**

© 2016 Al-Farabi Kazakh National University

Одной из главных причин влияния окружающей среды на организм человека является воздействие огромного количества токсических веществ. Токсины воздействуют на людей через вдыхаемый воздух, потребляемую пищу и воду, и через кожу. В работе показано токсическое действие кадмия в организме животных, который вызывает желудочно-кишечные кровотечения, интоксикацию печени, почечную недостаточность и нарушения кровяного давления. Для нормализации нарушенных обменных процессов в организме животных, вызванных экотоксикантами антропогенного характера, нами предложено эффективное средство нанозентеросорбент «Инго-2», снижающее негативные последствия действия экотоксикантов на организм животных. Энттеросорбция практически не имеет противопоказаний, не требует специального оборудования, применима в любых условиях. В связи с этим нами было проведено исследование по определению эффектов влияния энттеросорбента «Инго-2» на морфофизиологические, гистологические и гематологические показатели белых беспородных крыс, получавших ее с пищей и водой в условиях лабораторного эксперимента. По данным проведенных исследований показано, что энттеросорбенту «Инго-2» характерны: безопасность при применении в течение длительного времени, высокая сорбционная способность по отношению к радионуклидам тяжелых металлов, токсинов и т.д., не оказывает местно-раздражающего действия на желудочно-кишечный тракт и другие органы, не вызывает патологических, необратимых морфологических изменений структуры и состава тканей, эффективен при лечении токсических отравлений.

**Ключевые слова:** гематология, кадмий, морфология, нанозентеросорбент «Инго-2», промышленные отходы, химические загрязнители, тяжелые металлы, энттеросорбция, экологический кризис, экология человека.

Currently a significant portion of human disease linked with environmental degradation. One of the main reasons for the influence of the environment on the human body is exposure to the huge number of toxic substances. Toxins affect humans through inhalation of air, consumption of food and water, and through the skin. It is shown deistvie toxic cadmium in animals that causes gastrointestinal bleeding, liver toxicity, renal failure and disorders of blood pressure. To normalize the disturbed metabolic processes in the organism of animals caused by toxicants of human nature, we have proposed an effective means of reducing the negative effects of toxicants on animals and is neinteresant “Ingo-2”. Enterosorption has virtually no contraindications, does not require special equipment, applicable in any conditions. In this regard we undertook a study to determine the effects of enterosorbent “Ingo-2” at the morphological, histological and hematological indices of albino rats receiving her food and water in conditions of laboratory experiment. According to studies it is shown that the enterosorbent “Ingo -2” characteristic: safety when used for a long time, high sorption capacity towards radionuclides, heavy metals, toxins, etc. has no local irritative action on the gastrointestinal tract and other organs, does not cause pathological, irreversible morphological changes in the structure and composition of the tissue, effective in the treatment of toxic poisonings.

**Key words:** cadmium, chemical pollutants, enterosorption, ecological crisis, hematology, human ecology, heavy metals, industrial waste, morphology, neinteresant “Ingo-2”.

Қазіргі заманда адамдардың көптеген ауруларының себебі нашар экологиялық жағдай болып табылады. Оның негізгі себептерінің бірі қоршаған ортадағы көптеген токсикалық заттардың адам ағзасына әсерінен. Қоршаған ортаның токсикалық заттары ағзаға ауа арқылы, қолданылатын тағамдар мен сулар, сонымен қатар тері арқылы енеді. Бұл мақалада кадмийдің токсикалық әсері кезінде жануарлар ағзасында, атап айтқанда асқазанішек жолдарынан қан кетулерін, бауырдың интоксикациясын, бүйрек жетіспеушілігін және қан қысымының бұзылыстарын тудыратындығы зерттелген. Антропогенді сипаттағы экотоксиканттардың әсерінен жануарлар ағзасында бұзылған зат алмасуларды қалпына келтіруде және жануарлар ағзасына экотоксиканттардың қолайсыз әсерлерін төмендетудегі тиімді зат ретінде «Инго-2» нанозентеросорбентін ұсынамыз. Энттеросорбентті қолдануға ешқандай қарсы көрсетілімдер жоқ және пайдалануда мамандырылған құрылғыны қажет етпейтін әрі кез келген жағдайда қолдану мүмкіншілігіне ие. Осыған орай «Инго-2» энттеросорбенттің әкегеуқұйрықтардың морфофизиологиялық, гистологиялық және гематологиялық көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша «Инго-2» энттеросорбентке тән мынандай сипаттар: ұзақ уақыт бойы қолдануда қауіпсіздігі, ауыр металлдардың радионуклидтерін және токсиканттарды сорбциялаудағы қабілеттерінің жоғарлығы, асқорыту жолын және басқа да мүшелерді тітіркендірмейтінгі, ұлпа құрылымы мен құрамында ешқандай қайтымсыз морфологиялық өзгерістер мен патологиялық процестер тудырмайтындығы байқалды.

**Түйін сөздер:** адамэкологиясы, гематология, «Инго-2» нанозентеросорбенті, кадмий, морфология, химиялық улағыштар, энттеросорбция, экологиялық дағдарыс.

**ИЗУЧЕНИЕ МОРФО-  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ НАНОЭНТЕ-  
РОСОРБЕНТА «ИНГО-2»  
ДЛЯ ОЧИЩЕНИЯ  
ОРГАНИЗМА  
ЖИВОТНЫХ  
ПРИ ОТРАВЛЕНИИ  
КАДМИЕМ**

**Введение**

Для восстановления и защиты организма человека широко применяются энтеросорбенты, способные поглощать, обезвреживать и выводить из организма токсические соединения [1]. Однако, очень мало работ посвящено изучению вопроса комплексного действия энтеросорбентов в целом на организм человека и животного морфологического, патофизиологического, цитологического и гематологического характера изменения [2, 3]. Сегодня активно развивается отдельная область медицины – энтеросорбция, и интерес к ней растёт, окружающая среда сильно загрязнена, а продукты питания мы часто потребляем несвежие и ненатуральные – вредных и ненужных веществ в наш организм поступает достаточно. В основном энтеросорбция используется в тех случаях, когда в организме накапливается избыточное количество метаболитов [4].

При этом следует четко представлять, что детоксикация не всегда обусловлена сорбционными свойствами препарата. неотъемлемым свойством истинных энтеросорбентов является отсутствие избирательности по отношению к различным токсическим метаболитам, точнее, индивидуальная избирательность выражается в возможности связывать такие метаболиты эндо- и экзогенного происхождения лишь определенной молекулярной массы, что зависит от размера пор или длины волокон энтеросорбента. Структура и происхождение токсических метаболитов на эффективность истинного энтеросорбента практически не влияют [5]. Во время процесса адсорбции молекулы веществ, например, токсинов, прикрепляются к поверхности адсорбента, которым и является «Инго-2». Поскольку лекарственное средство «Инго-2» не переваривается в организме, он проходит через весь желудочно-кишечный тракт, выводя прикрепившиеся к нему токсины. Не следует путать процесс абсорбции с адсорбцией. Абсорбция происходит, когда вещество проникает в ткань, как вода в губку. Активированный уголь «Инго-2» не может извлекать из тканей организма вещества, которые уже абсорбировались; он поглощает вещества, которые все еще находятся в кишечнике и желудке. Лекарственное средство «Инго-2» называется активированным углем, потому

что является пористым веществом, что значительно увеличивает его удельную поверхность и адсорбционную способность. В отличие от известных аналогов, «Инго-2» получается из вещества растительного происхождения (шелухи риса) путем соответствующего процесса карбонизации, активации предназначенного для увеличения адсорбционной способности [6]. Активированный уголь применяется человеком при всевозможных нарушениях нормального пищеварительного процесса. Существует целый ряд заболеваний желудочно-кишечного тракта, при которых рекомендуется применение активированного угля: диарея различной этиологии происхождения; метеоризм; кишечные колики; интоксикация организма, вызванная употреблением некачественной пищи либо же лекарственными препаратами, солями тяжелых металлов или алкоголем [7].

В настоящее время в медицинской деятельности Республики Казахстан отсутствуют энтеросорбирующие препараты (активные угли), полученные на основе растительного сырья. В связи с существующей проблемой в последнее время резко возрос интерес к медицинским сорбентам как к действенному средству вспомогательной терапии. Обеспечивая эффективную детоксикацию организма, медицинские сорбенты значительно улучшают качество жизни, ощутимо продлевают ее у почечных и септических больных, к тому же их масштабное применение сулит весомое снижение лечебных расходов. Основные требования, предъявляемые к энтеросорбирующим препаратам: вещество должно быть неагрессивным к внутренней среде организма человека; должны образовывать прочную связь с токсином; структура вещества должна позволять «захватить» как можно большее количество токсинов; не должны всасываться и нарушать процесс пищеварения; не должны приводить к выведению из организма необходимых для жизнедеятельности веществ [8, 9].

Модификация растительного сырья в особых режимах для получения энтеросорбирующих препаратов нового поколения позволяет получить безопасный и эффективный препарат на основе сырья выросшего в условиях местного региона, что значительно важно для качества употребляемой продукции. Сырье местного происхождения, выросшее в естественных условиях местного региона, содержит больше микроэлементов и минералов, чем их зарубежные аналоги. Самой природой заложена приспособленность нашего организма к местным плодам,

растениям, овощам и т.д. Импортное сырье, доставляемое с разных стран, во время транспортировки претерпевает различные химические воздействия, что соответственно отрицательно сказывается на получаемом продукте. Так, к примеру, по данным журнала Forbes, всего лишь 30 лет назад Финляндия была поражена одним из самых высоких уровней смертности – от сердечной недостаточности [10]. В результате страна предприняла решительные меры. И главный упор был сделан на ограничение ввоза и употребление иностранных продуктов питания, в т.ч. и медикаментов. Благодаря чему Финляндия достигла хороших результатов по оздоровлению нации.

Однако следует отметить, что сколько-нибудь целенаправленных и систематических исследований, посвященных изучению возможностей применения наноэнтеросорбента «Инго-2» как нового материала медико-биологического назначения, ранее проведено не было.

*Цель работы:* изучение особенностей механизмов действия наноэнтеросорбента «Инго-2» на гематологические, биохимические и морфологические показатели организма животных на фоне отравления кадмием.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования были 30 белых беспородных лабораторных крыс трехмесячного возраста с массой 200-220 грамм. Животные содержались в виварных условиях. Эксперименты проводились согласно календарному плану в лаборатории экологической физиологии и хронобиологии при НИИ проблем биологии и биотехнологии Казахского национального университета имени аль-Фараби. Животные, отобранные для опыта, отвечали всем требованиям, предъявляемым к постановке эксперимента (Good Laboratory питомника). Крысы были разделены на 3 группы в 2 и 3 группе по 12 животных, а в контрольной 6 штук. 1 группа – интактная группа №1 (6 крыс); 2 группа – опытная группа №2 – отравление свинцом в дозе 25 мг/кг (12 крыс); 3 группа – опытная группа №4 – отравление в течение 30 дней свинцом в дозе 25 мг/кг + наноэнтеросорбент «ИНГО-2» в дозе 1 г/кг (12 крыс).

Для определения гематологических показателей крови (количество гемоглобина, эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов, а так же СОЭ и скорость свертывания крови) использовался автоматический гематологический анализатор

Abacus Junior Vet производства DIATRON (Австрия). Гистологическая обработка материала проводилась традиционным методом микроскопической техники приготовления тонких срезов (Волкова, Елецкий, 1982).

### Результаты исследования

Исследование гематологических и биохимических показателей крови у животных при отравлении их кадмием на фоне применения сорбентов показало, что при введении кадмия крысам *peros* понизилось содержание эритроцитов и среднего объема эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците, а также средней концентрации гемоглобина

в эритроцитарной массе. Видимо, в патогенезе кадмий индуцированных гематологических изменений лежит снижение антиоксидантной защиты эритроцитов.

В ходе исследования было установлено, что содержание белка в сыворотке у крыс, получавших соединения кадмия, составляет  $59,7 \pm 0,2$  г/л, т.е. меньше, чем в контрольной группе в 1,1 раз ( $P < 0,001$ ). Количество альбуминов в сыворотке крови при поступлении кадмия – 1,1 раз и составляет  $31,6 \pm 1,3$  г/л и  $35,5 \pm 0,4$  г/л соответственно ( $P < 0,01$ ), а уровень глобулинов в тоже время увеличивается при поступлении кадмия в 1,5 раза и составляет  $31,1 \pm 0,7$  г/л и  $34,1 \pm 0,7$  г/л соответственно (таблица 1).

**Таблица 1** – Содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови при отравлении кадмием и после коррекции его наноэнтросорбентом «Инго-2»

Показатель	Белок общий, мг/л	Альбумины, мг/л	Глобулины, мг/л
I первая контрольная группа – 6 крыс	$65,67 \pm 0,17$	$31,12 \pm 1,3$	$31,1 \pm 0,7$
II вторая группа (отравление кадмием) – 12 крыс	$59,7 \pm 0,2^*$	$35,5 \pm 0,4^*$	$34,1 \pm 0,7^*$
III третья группа отравление кадмием + наноэнтросорбент «Инго 2» – 12 крыс	$43,29 \pm 1,60$	$18,84 \pm 0,52^*$	$24,45 \pm 1,45^*$

Примечание: \* -  $P \leq 0,001$

За счет увеличения количества глобулина и уменьшения альбумина в сыворотке крови уменьшается и коэффициент А/Г. Если в контрольной группе он составил 1,70, то во 1-ой группе он равен 1,02 и в 2-ой группе – 1,04. При поступлении в организм крыс соединений кадмия уровень белка в сыворотке крови уменьшается в 1,1 раза, альбумина – в 1,1 раза, а количество глобулина увеличивается в 1,5 раза соответственно.

Проведенные нами исследования по определению показателей безазотистых органических компонентов показали, что в сыворотке крови крыс, получавших соединения кадмия – в 1,32 раза и составил  $14,7 \pm 0,14$  ммоль/л ( $P < 0,001$ ). Наблюдается уменьшение количества глюкозы в сыворотке крови крыс при поступлении в организм кадмия и составило: в 2-ой группе –  $4,49 \pm 0,13$  ммоль/л т.е. произошло уменьшение в 1,28 раз ( $P < 0,001$ ), в 1,15 раз ( $P < 0,01$ ) и в 1,02 раза ( $P < 0,01$ ) соответственно.

При поступлении в организм крыс соединений кадмия происходит увеличение

активности ферментов сыворотки крови: щелочной фосфатазы в 2,86 раз, АсАТ – в 1,56 раз, АлАТ – в 1,98 раз и составляет  $3,09 \pm 0,04$  ммоль/л,  $1,76 \pm 0,09$  ммоль/л,  $1,09 \pm 0,08$  ммоль/л соответственно ( $P < 0,001$ ) (таблица 2). При этом коэффициент де-Ритиса также уменьшился и равнялся 1,61.

Причиной или следствием различных патологических состояний является нарушение нормального функционирования ферментных процессов. При поступлении в организм крыс ионов кадмия активность щелочной фосфатазы вызывает лизис эритроцитов с дальнейшим накоплением в кровяном русле гемма, который за счет своей липофильности поступает в периферические ткани, минуя рецептор – опосредованные пути. Являясь мощным прооксидантом, гем активирует процессы свободнорадикального окисления с последующим повреждением биомолекул и развитием оксидативного стресса. Защиту от прооксидантного действия гема осуществляет щелочная фосфатаза – микросомальный фер-



мент, катализирующий первую скорость, лимитирующий реакцию дегградации гема с образованием билирубина, монооксида углерода и железа.

Продукты щелочной фосфатазной реакции являются биологически активными соединениями и участвуют в защитных реакциях при оксидативном стрессе.

Так, билирубин проявляет антиоксидантные свойства, СО является важной регуляторной молекулой, а железо стимулирует активацию

экспрессии гена ферритина, в результате чего происходит связывание  $Fe^{2+}$ .

В ходе анализа полученных данных в опытных группах животных, получавших с рационом соединения кадмия, наблюдается увеличение показателей ферментов, показывающие на патологические изменения в организме. При использовании наноэнтеросорбента «Инго-2» в качестве детоксиканта происходит нормализация содержания формулы крови и биохимических показателей.

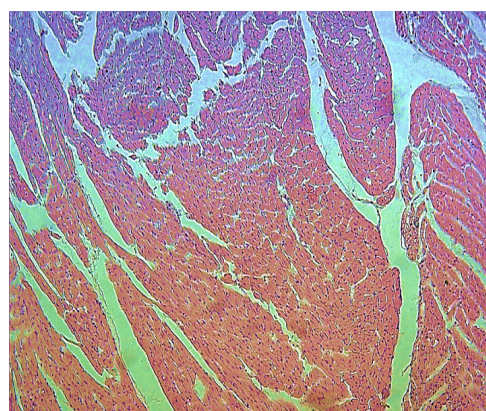
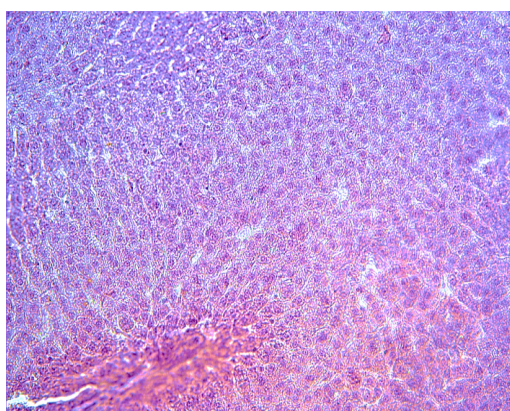
**Таблица 2** – Содержание ферментов в сыворотке крови при отравлении кадмием и после коррекции его наноэнтеросорбентом «Инго-2»

Показатель	Группа животных		
	I первая контрольная группа – 12 крыс	II третья группа (отравление кадмием) – 12 крыс	III третья группа отравление кадмием + наноэнтеросорбент «Инго 2») – 12 крыс
АСТ мкмоль/л	1,26±0,03	1,76±0,09*	1,51±0,01*
АЛТ мкмоль/л	0,14±0,01	1,09±0,08*	0,19±0,01*
Щелочная фосфатаза мкмоль/л	2,612±0,085	3,09±0,04*	2,981±0,106*

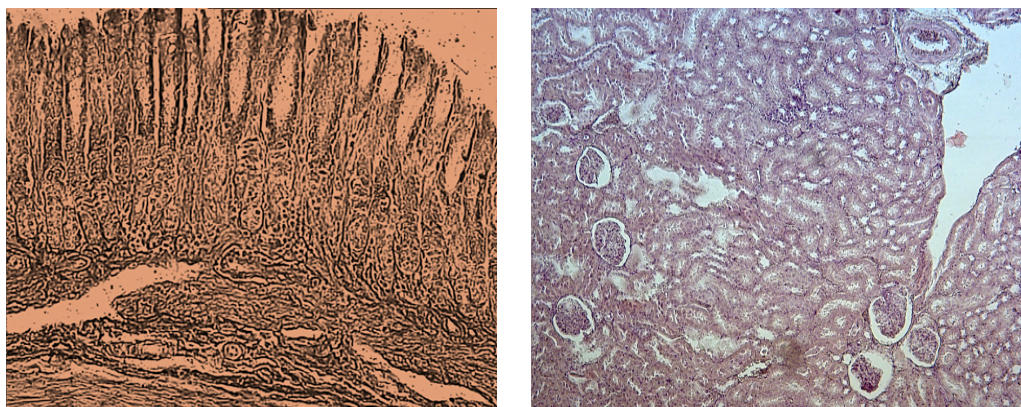
Примечание: \*-  $P \leq 0,001$

Изучение гистологических и морфологических показателей внутренних органов у животных при отравлении их кадмием на фоне применения сорбентов показало, что при поступлении токсических веществ в организм с пищей органами-мишенями являются, прежде всего, органы пищеварительной системы. Часть токсических веществ аккумулируется в орга-

низме, особенно в органах с высоким уровнем метаболизма, особенно в печени, а часть выводится наружу через почки и кожу. Соответствующие реакции при этом наблюдаются в клетках и тканях печени, желудка, почек и др. органах. Отравление животных кадмием в дозе 1,5 мг/кг корма приводило к нарушению структуры паренхиматозных органов.



А  
Рисунок 1 – А) Гидролическая дистрофии с микрофокусом некроза;  
Б) Межмышечный отек сердца  
Окраска гематоксилин-эозин. Ув.х 200. Полутонкий срез



А  
**Рисунок 2** – А) Слущивание клеток поверхностного эпителия желудка;  
 Б) Умеренная зернистая дистрофия  
 Окраска гематоксилин-эозин. Ув.х 200. Полутолкий срез

При изучении гистологических препаратов в печени наблюдается вакуольная, очаговая, жировая дистрофия, регенерация единичных гепатоцитов участками некробиоза и некроза клеток печени, балочное строение в дольках нарушалось, синусоиды расширены за счет отека. Видны небольшие участки разрушений, размытость, дистрофия клеток. В сердце признаки очагового межучточного полиэкссудативного миокардита с преимущественной лимфоцитарной инфильтрацией. В сердце определялись признаки очагового миокардита с инфильтрацией из лимфоцитов, гистиоцитов, единичных лейкоцитов и эозинофильных масс, межмышечный отек (рисунок 1).

Гистологическое исследование желудка крыс при отравлении кадмием показало морфологические деструктивные перестройки в виде слущивания клеток поверхностного эпителия и частичное нарушение клеточных желез. При изучении слизистой оболочки желудка было обнаружено, что в отдельных местах часть гиперемирована, набухшая, в состоянии катарального воспаления с наличием точечных кровоизлияний и некротических явлений (рисунок 2).

В почках умеренная зернистая дистрофия с десквамацией верхушек эпителия, в клубочках нарушение строения базальных мембран в виде утолщения, эозинофильные массы в просветах капсул, периваскулярные кровоизлияния в паренхиме (рисунок 2).

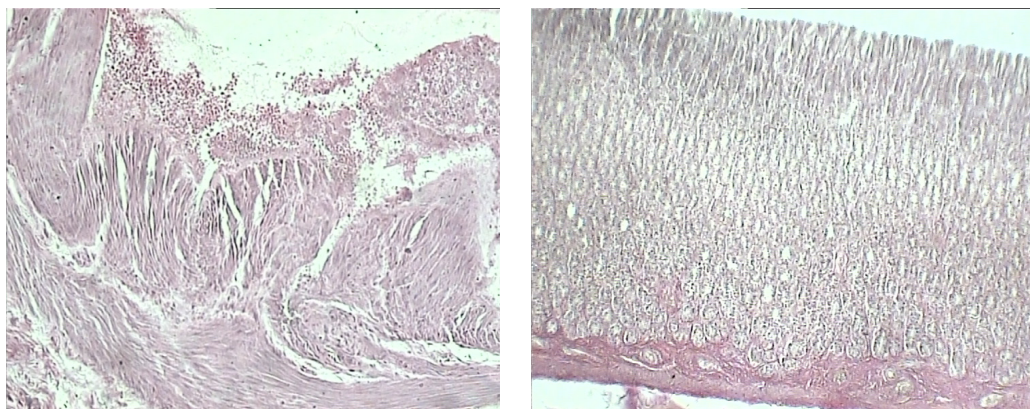
В пищеводе крыс после отравления кадмием отмечены значительные морфологические изменения на уровне верхней, средней и нижней третей: выявлено увеличение и нарушение целостности капилляров в собственной пластин-

ке слизистой оболочки в верхней, в средней и в нижней трети стенки пищевода. А также увеличение лимфатических сосудов в подслизистой оболочке в верхней, в средней трети и в нижней трети стенки пищевода, что свидетельствует об активации микроциркуляции во всех трёх третях пищевода (рисунок 3).

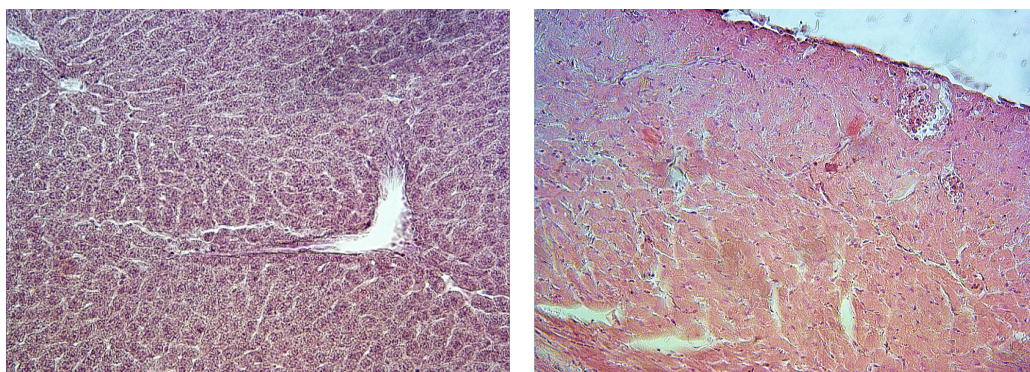
В результате гистологического изучения органов экспериментальных крыс после отравления кадмием+наноэнтеросорбент «Инго-2» было видно, что морфологические исследования действия энтеросорбента на желудок крыс не выявило сильных патоморфологических изменений в структуре этого органа. На фоне полнокровия видна десквамация покровного эпителия, некробиотические изменения в париетальных, щеечных и главных клетках фундальных желез. По истечении эксперимента после приема энтеросорбента желудок крысы выглядел полностью во восстановленным (рисунок 3).

При отравлении животных кадмием на фоне использования наноэнтеросорбента «Инго-2» в печени наблюдались единичные некробиозы, активно была видна регенерации клеток. Однако эти изменения носили компенсаторно-приспособительный характер, были обратимы и исчезали через несколько дней. Структура органа сохранена, ядро гепатоцитов имеет округлую форму, слегка набухшее, цитоплазма гомогенная розового цвета. Соединительная ткань органа слабо развита и имеется лишь по ходу кровеносных сосудов, поэтому в печени крыс не выявляется дольчатое строение. Выраженный интерстициальный отек с полнокровием центральных вен (рисунок 4).





**Рисунок 3** – А) Увеличение капилляров в собственной пластинке слизистой оболочки пищевода; Б) Десквамация покровного эпителия желудка  
Окраска гематоксилин-эозин. Ув.х 200. Полутонкий срез



**Рисунок 4** – А) Наблюдались единичные некробиозы, регенерация клеток;  
Б) Инфильтрация и отек стромы миокарда. Окраска гематоксилин-эозин.  
Ув.х 200. Полутонкий срез

Гистологическая картина в сердечной мышце характеризовалась диффузным паренхиматозным миокардитом смешанного типа. Отмечались лизис или некроз групп мышечных волокон, инфильтрация и отек стромы миокарда. Стенки мелких и средних сосудов незначительно утолщены. Поперечнополосатые исчерченности мышечных волокон по отдельным полям зрения не дифференцируются. Отдельные группы мышечных волокон с контрактурными изменениями (рисунок 4).

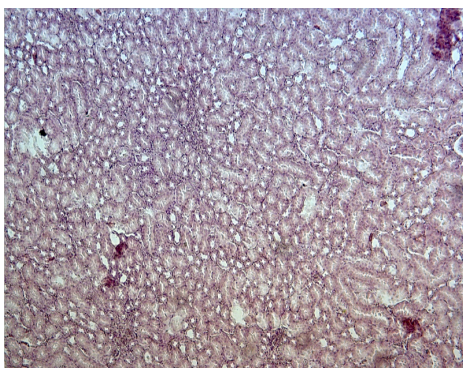
Морфологическое изучение почек пятой группы показало, что особых деструктивных отклонений не выявлено, сосудистые клубочки и извитые канальцы, выстилающие цилиндрические эпителиальные клетки с розовой цитоплазмой и округлым ядром. Ядра в канальцах располагаются на одном уровне, но в некоторых

частях замечены изменения. Клубочки представлены сосудистыми капиллярами. Эндотелиальные клетки слегка уплощенные, их границы местами нечеткие, базальная мембрана тонкая. Эпителий канальцев мозгового слоя однослойный кубический. Сосуды различного калибра большей частью находятся в спавшемся состоянии (рисунок 5).

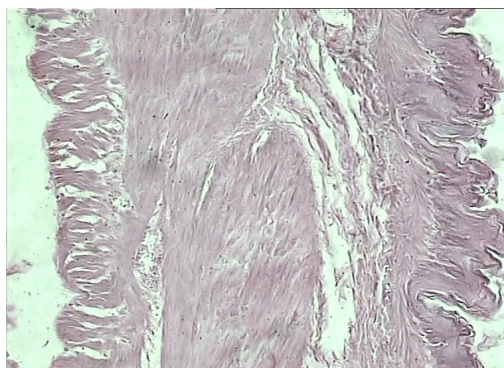
Морфологическое изучение препаратов этой группы показало, что в регионарных лимфатических узлах пищевода крысы после отравления кадмием + наноэнтеросорбент «Инго-2» имеется уменьшение коркового вещества в лимфатических узлах во внутреннем яремном, в каудальном средостенном и в каудальном желудочном, что является морфологической предпосылкой увеличения пропускной способности лимфатического узла для периферической

лимфы, что способствует уменьшению отека дренируемой области (рисунок 5). Наблюдаются в покровной выстилке слизистой оболочки пищевода железы кардиального, фундального, пищеводного и кишечного типов. Кардиальные

железы выстланы эпителиальными слизеобразующими клетками с базально-ориентированными ядрами. Степень их развития варьирует. Фундальные железы расположены в виде островков.



А



Б

**Рисунок 5** – А) Эндотелиальные клетки слегка уплощенные;  
Б) Кардиальные железы выстланы эпителиальными слизеобразующими клетками. Окраска гематоксилин-эозин. Ув.х 200. Полутонкий срез

Следовательно, в результате изучения внутренних органов крыс после приема наноэнтеросорбента «Инго-2» было выявлено, что слизистая оболочка эпителия пищевода менее подвержена, не отмечалось необратимых деструктивных изменений в пищеводе крыс. Морфологические изменения носили компенсаторно-приспособительный характер и были полностью обратимы. В печени и почках наблюдалось восстановление и регенерации клеток, частичные деструктивные изменения. В легких были обнаружены менее выраженные морфологические изменения.

### Заключение

Полученный нами наноэнтеросорбент «Инго-2» является эффективным энтеросорбентом кадмия с «мягким» действием для регулярного и длительного профилактического применения. Препарат оказывает адсорбирующее и дезинтоксикационное действие, играет существенную роль в биофилактике загрязнения среды обитания человека тяжелыми металлами. Наноэнтеросорбент «Инго-2» имеет свойства впитывать в себя избыток билирубина, холестерина и липидных комплексов, метаболитов азотистого обмена, веществ «средней молекулярной массы», положительно влияют на показатели крови при хронической интоксикации.

При поступлении в организм крыс соединений кадмия происходит увеличение активности щелочной фосфатазы в 2,86 раз, что вызывает лизис эритроцитов с дальнейшим накоплением в кровяном русле гемма, который за счет своей липофильности поступает в периферические ткани, минуя рецептор-опосредованные пути.

Применение наноэнтеросорбента «Инго-2» вызывает статистически достоверное ( $P \leq 0,001$ ) возрастание уровня лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина и гематокрита. На фоне статистически достоверного ( $P \leq 0,001$ ) снижения уровня полиморфноядерных нейтрофилов отмечено нарастание лимфоцитов. Наноэнтеросорбент «Инго-2» вызывает возрастание общего числа лимфоцитов, эозинофилов и базофилов. При коррекции наноэнтеросорбентом «Инго-2» к 30 дню в сыворотке опытных крыс в 4-ой группе концентрация общего белка (60,1 г/л) была наибольшей, чем у аналогов 2 и 3 групп на 5,9%, что указывает на оптимизацию белкового обмена в организме животных.

У животных опытных групп отмечено повышение уровней аминотрансфераз (АЛТ, АСТ), уже на 30 день после начала эксперимента отмечены корригирующие эффекты наноэнтеросорбента «Инго-2». Энтеросорбция с применением наноэнтеросорбента «Инго-2» снижает степень выраженности нежелательных эффектов.



Экспериментальное воздействие кадмия вызвало в организме крыс заметные отклонения от нормы в виде анемии и деструктивных изменений внутренних органов животных, ожирением паренхиматозных клеток печени, структура почек характеризуется некробиотическими изменениями в эпителии почечных канальцев и зернистым перерождением кардиомиоцитов сердца.

Таким образом, отравление животных кадмием относят к гепатотоксическим веществам, которые обычно вызывают в организме животных при отравлениях явления печеночной недостаточности, морфологическим субстратом которой служат жировая дистрофия и некроз гепатоцитов. При применении энтеросорбента «Инго-2» заметно снизило

негативное влияние кадмия на морфологические изменения внутренних органов животных. Энтеросорбенты в качестве очистителя организма от токсикантов положительно влияют на показатели крови при хронической интоксикации. А также энтеросорбент «Инго-2» не вызывает в исследованных органах крыс особых изменений деструктивного характера. Незначительные изменения в гистоструктуре полностью обратимы и носят компенсаторно-приспособительный характер. В просвете желудочно-кишечного тракта он связывает и выводит из организма поступающие из вне и образующиеся внутри токсические вещества различной природы, в том числе тяжелых металлов.

### Литература

- 1 Эрстенок А.М. Биохимические механизмы повреждения эритроцитов при экспериментальной интоксикации кадмием // Медицина труда и промышленная экология. 2015. – №7. – С. 30–36.
- 2 Рыбьянова Ж.С., Дерхо М.А., Середа Т.И. Влияние кадмия на белковый спектр крови мышей в постинтоксикационный период / Материалы VII межд. науч.-практ. конф. – Орел: ОрелГАУ, 2014. – С. 104-109.
- 3 Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных // Токсикология. – 2014. – №4. – С. 50-54.
- 4 Шорин С.С., Тусупбекова Г.А. Экологические проблемы здоровья населения урбанизированных территорий // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2015. – №2 – С. 490-496.
- 5 Otterbein L.E., Choi A.M. Heme oxygenase: colors of defense against cellular stress // Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. – 2014. – Vol. 279. – № 6. – P. 1029-1037.
- 6 Середа Т.И. Продуктивность кур-несушек и активность ферментов крови // Экспериментальная биология. – 2015. – № 2. – С 72-76.
- 7 Bakirov R E , Shorin S S, Tusupbekova G A (2014) Clinical and functional state of the respiratory system in chemical production workers [European Researcher] 5: 2090-2094.
- 8 Ablakhanova N, Tulekhanov S, Yessimsitova Z, Bazarbayeva Zh (2014) The histological study of the effect of nanosorbent “Ingo-2” on the esophagus and stomach of white rats [Journal of Biotechnology]:185S: 37-125.
- 9 Mohammad D. Camel’s Milk Protects Against Cadmium Chloride-Induced Hypochromic Microcytic Anemia and Oxidative Stress in Red Blood Cells of White Albino Rats // American Journal of Pharmacology and Toxicology. – 2009. – Vol. 4. – № 4. – P. 136-143.
- 10 Jin T, Nordberg A., Freeh W. Cadmium biomonitoring and renal dysfunction among a population environmentally exposed to cadmium from smelting in China (Chi-naCad) //Biometals. – 2002. – Vol. 15. – P. 397-410.

### References

- 1 Arseniuk A M (2015) Biochemical mechanisms of damage of erythrocytes in experimental cadmium intoxication [Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya]: 7: 30-36 c. (In Russian).
- 2 Rybakova J C (2014) Influence of cadmium on the protein spectrum of blood of mice in a period [Materiialyi VII mezhd. nauch.-ppakt. konf. – Opel: OpelGAU]:104-109. (In Russian).
- 3 Oberlis D (2014) The Biological role of macro – and microelements in humans and animals [Toksikologiya]: 4: 50-54 (In Russian).
- 4 Shorin S S, Tusupbekova G A (2015) Ecological problems of population health of urbanized territories [Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya] 2: 490-496 (In Russian)
- 5 Otterbein L E, Choi A M (2014) Heme oxygenase: colors of defense against cellular stress [Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol] 6:1029-1037.

- 6 Sereda T I (2015) Productivity of laying hens and the activity of enzymes of blood [Eksperimentalnaya biologiya] 2: 72-76 (In Russian).
- 7 Bakirov R E , Shorin S S, Tusupbekova G A (2014) Clinical and functional state of the respiratory system in chemical production workers [European Researcher] 5: 2090-2094.
- 8 Ablaihanova N, Tuleukhanov S, Yessimsiitova Z, Bazarbayeva Zh (2014) The histological study of the effect of nanosorbent “Ingo-2” on the esophagus and stomach of white rats [Journal of Biotechnology]:185S: 37-125.
- 9 Mohammad D (2015) Camel’s Milk Protects Against Cadmium Chloride-Induced Hypochromic Microcytic Anemia and Oxidative Stress in Red Blood Cells of White Albino Rats [American Journal of Pharmacology and Toxicology] 4:136-143.
- 10 Jin T, Nordberg A, Freeh W (2015) Cadmium biomonitoring and renal dysfunction among a population environmentally exposed to cadmium from smelting in China (Chi-naCad) [Biometals] 15: 397-410.