

Введение Как рассматривалось нами ранее, повышенное содержание микроэлементов в среде обитания сопровождается увеличением их концентрации в органах и тканях, особенно более чувствительного детского организма. Опасность постоянного поступления микроэлементов из внешней среды вызвана длительным периодом полувыведения из организма (5 и более лет, если поглощение преобладает над выведением) с последующим токсическим действием на весь организм в целом, поэтому ведется поиск энтеросорбентов, способствующих элиминации микроэлементов [1-6].

Исследованные нами ранее шесть существующих на потребительском рынке типов биополимерных энтеросорбентов-пектина, альгинатов, хитозана, микрокристаллической целлюлозы, хитина в предложенной модельной среде показали наиболее высокую эффективность в отношении хитина (энтеросорбент Микотон) и хитозана (энтеросорбент Хитозан) [4]. Но данные биополимерные энтеросорбенты обладают и достаточно высокой стоимостью, что ограничивает их применение при обязательном курсовом использовании. Нами ставилась задача разработка способа получения и комбинации биополимерных энтеросорбентов с минеральными с качественно новыми свойствами и меньшей стоимостью по сравнению с биополимерными моносорбентами. Результаты исследования Использование биополимерных энтеросорбентов предпочтительно, поскольку они считаются наиболее безопасными и обладающими высокой биологической активностью и совместимостью с тканями человека. Основной целью создания комбинированных препаратов является повышение эффективности действия (за счет синергизма свойств энтеросорбентов с различными механизмами сорбции), получения новых свойств, а также уменьшение стоимости курса приема [7]. В настоящее время на потребительском рынке представлены лишь несколько комбинированных биополимерных энтеросорбентов. На потребительском рынке представлены лишь несколько аналогичных комбинированных биополимерных энтеросорбентов. Наиболее часто встречаются «Карбопект» (комбинация активированного угля, пектина яблочного и Микрокристаллической целлюлозы), «Карбохит» (комбинация пектина, хитозана и активированного угля). Из минеральных энтеросорбентов значительную частоту назначений, высокую эффективность и минимальные побочные эффекты применения имеют неорганические энтеросорбенты на основе высокодисперсного кремнезема (Полисорб), и медицинской глины (Смекта) [8]. Комбинации энтеросорбентов получали путем смешивания предварительно подготовленных растворов минерального энтеросорбента и одного из биополимеров, показавшего наибольшую эффективность (Хитозан, Микотон), взятых в объемах однократного применения, рекомендуемых производителем. Таким образом, расчетные навески материалов для комбинации распределились в следующей пропорции: «Полисорб МП» (1 г), «Смекта» (3 г), «Хитозан» (0,45 г), «Микотон» (0,5 г). Затем,

смешивая коллоиды минеральных сорбентов и биополимеров, были получены 6 вариантов растворов: 1-«Полисорб» + «Микотон», 2 -«Смекта» + «Микотон», 3 - «Полисорб МП» + «Микотон» + «Хитозан», 4 -«Полисорб МП» + «Хитозан», 5 - «Смекта» + «Микотон» + «Хитозан», 6- «Смекта» + «Хитозан». Для оценки сорбционной емкости того или иного комбинированного биополимера целесообразно применять специальные растворы, моделирующие сложный состав внутренних биологических жидкостей организма. Традиционно в качестве модельных растворов для определения сорбционной ёмкости используют водные растворы, которые не учитывают сложный состав различных жидкостей организма человека [9]. В качестве основы для растворов, интегрирующих сложный состав жидкостей в живом организме и максимально моделирующих условия его внутренней среды, предложена молочная сыворотка. Нами использовалась подсырная творожная сыворотка, которая представляла собой сложную многокомпонентную матрицу, состоящую из воды, с растворенными в ней минералами и органической фракции (белки, углеводы, жиры и витамины). Это обстоятельство, а также доступность и дешевизна, сделали молочную сыворотку идеальной основой подбираемых комбинаций. Навески комбинаций энтеросорбентов помещались в мерные колбы и заливались растворами металлов заданной концентрации, постоянно встряхивались на шуттель-аппарате в течение 1 часа, отстаивались в течение суток и отфильтровывались через беззольный фильтр «синяя лента». Полученные комбинации энтеросорбентов перемалывались в ступке и взвешивались. Получившийся продукт представлял собой однородный порошок без инородных включений. По полученным данным построены изотермы Ленгмюра, которые показаны на рис.1-4. Рис. 1 - Сорбционная емкость комбинаций энтеросорбентов по отношению к Cu Рис. 2 - Сорбционная емкость комбинаций энтеросорбентов по отношению к Cd Для полученных изотерм Ленгмюра при оценке сорбционной емкости в отношении кадмия и цинка на низких концентрациях характерно линейное нарастание сорбции, но при достаточно высоких концентрациях количество адсорбированного вещества не изменяется с повышением концентрации, кривая сходит на «плато» и становится почти параллельной оси абсцисс, что соответствует насыщению поверхности сорбента молекулами адсорбируемого вещества. Рис. 3 - Сорбционная емкость комбинаций энтеросорбентов по отношению к Zn Рис. 4 - Сорбционная емкость комбинаций энтеросорбентов по отношению к Fe Комбинации «Смекта+Микотон» и «Смекта+Микотон+Хитозан» продемонстрировали невысокую эффективность по отношению ко всем исследуемым микроэлементам. Следует отметить, что вопреки ожиданиям, сорбционная ёмкость комбинации «Смекта+Микотон+Хитозан» оказалась ниже, чем у смеси «Смекта+Микотон». Такой эффект объясняется активным взаимодействием Микотона и Хитозана друг с другом в присутствии октаэдрического смектита, с образованием на месте

контакта частиц этих сорбентов полимолекулярного слоя, инертного по отношению к микроэлементам. Лучший сорбционный эффект получен на комбинациях: «Смекта+Хитозан» и «Полисорб+Микотон», ход изотерм максимально приближен к линейному, во всем диапазоне анализируемых концентраций микроэлементов. Однако сорбционная емкость комбинации «Смекта+Хитозан» оказалась выше, вероятно пористая, листовидная структура октаэдрического смектита обеспечивает однородность смеси, распределяя хитозан равномерно по всему объему созданной комбинации, тем самым увеличивая сорбционную поверхность и условия сорбции. Таким образом, найден способ получения и наиболее эффективная комбинация биополимерного и минерального энтеросорбентов (Смекты и Хитозана) по отношению к типичным токсичным и эссенциальным микроэлементам. Полученная комбинация продемонстрировала высокую эффективность сорбции, большую, чем у моносорбентов. Полученная комбинация имеет меньшую стоимость (почти в три раза), чем входящий в ее состав наиболее дорогой биополимерный энтеросорбент Хитозан. Работа выполнена в рамках государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров и субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.