

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

УДК546.3:66.081.3

Доцент Л.Э. Глаголева, профессор Н.С. Родионова,
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра сервисных технологий, тел.
(473) 255-37-72
профессор О.С. Корнеева, доцент Г.П. Шуваева
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра микробиологии и биохимии,
тел. (473) 255-55-57

Исследование процесса сорбции металлов растительными сорбентами

Представлены исследования по изучению закономерностей сорбции ионов Cd^{2+} и Cu^{2+} растительными полисахаридными комплексами из семян шиповника и расторопши

The paper presents a study on the patterns of sorption of Cd^{2+} and Cu^{2+} complexes of plant polysaccharide from the seeds of wild rose and thistle.

Ключевые слова: растительные сорбенты, сорбция, пищевые волокна, сорбционная активность.

Одним из условий выздоровления и поддержания здоровья является своевременное выведение из организма накопившихся вредных веществ.

Токсическое действие кадмия связано с блокадой сульфгидрильных групп белков, кроме того, он ингибирует активность ферментов, содержащих цинк, кобальт, селен. Известна способность кадмия нарушать обмен железа и кальция в организме. Все это может привести к широкому спектру заболеваний: гипертонической болезни, анемии, ишемической болезни сердца, почечной недостаточности и др.

Разнообразные проявления хронической медной интоксикации изучены детально в связи с дозозависимым токсическим действием меди на кровеносную систему и лёгкие [3].

Цель исследований - выбрать эффективные сорбенты ионов Cd^{2+} и Cu^{2+} растительного происхождения.

Растительный комплекс из расторопши относится к группе гепатопротекторов, оказывающих защитное и восстанавливающее действие на печень. Расторопша содержит клетчатку (до 40 %), которая оказывает стимулирующее воздействие на работу

желудочно-кишечного тракта, уникальный флавоноидный комплекс – силимарин (2,7 %), способный изменять мембраны клеток печени и предотвращать попадание опасных ядов внутрь клетки, белки (15 %), жиры (3,5 %), а также витамины А, К, Д, Е и витамины группы В.

Растительный комплекс из плодов шиповника содержит большое количество аскорбиновой кислоты, каротиноиды, пропектины, флавоноиды. Оказывает противосклеротическое действие, уменьшает проницаемость кровеносных сосудов, защищает слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта от механических, химических раздражителей, патогенной и гнилостной микрофлоры, канцерогенных веществ. Обладает противовоспалительным и противопаразитарным действием. В своем составе содержит: белки – 3,4 %, жиры – 0,7 %, углеводы – 43,8 %, пищевые волокна – 23,2 %, витамины, макро- и микроэлементы.

Обширные терапевтические свойства и уникальный химический состав предопределили использование растительных комплексов из расторопши и шиповника в качестве сорбентов.

Процесс сорбции проводили до достижения равновесной концентрации ионов Cd^{2+} и Cu^{2+} , которую определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на аппарате КВАНТ «АФА» с предварительной минерализацией образцов по ГОСТ 26929 – 94 «Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов».

Эксперименты проводили на модельных (водных) растворах с концентрацией ионов Cd^{2+} и Cu^{2+} – 1 мкг/см³ при введении растительных сорбентов. Исследования сорбции ионов Cd^{2+} и Cu^{2+} проводили в статических условиях после предварительного набухания сорбента в течение 1 ч при температуре 293 К.

Значительное количество ВМС в растворе диссоциируют с образованием высокомолекулярных ионов, они называются полиэлектролитами. В зависимости от природы полимерных групп полиэлектролиты могут быть катионными, анионными и амфотерными. Последние содержат в своем составе одновременно кислотные и основные группы. В зависимости от pH среды они диссоциируют как кислоты или как основания, т.е. как в кислой, так и в щелочной среде молекулы ВМС обладают нескомпенсированным зарядом разного знака. Регулируя pH раствора, можно добиться перевода ВМС в изоэлектрическое состояние. Небольшое количество электролита

подавляет ионизацию ионогенных групп и приводит к тому, что форма макромолекул приближается к наиболее статистически вероятным конформациям. При больших концентрациях электролитов происходит высаливание вследствие уменьшения растворимости полимера – макромолекулы образуют плотные клубки. Действие ионов на полиэлектролиты изменяется в том порядке, в котором они стоят в лиотропном ряду.

Молекулы высокомолекулярного электролита обладают всеми свойствами обычных электролитов и в том числе способностью подавлять ионизацию. Увеличение концентрации самого высокомолекулярного электролита в растворе будет действовать так же, как если бы в систему вводили индифферентный электролит. Можно сделать вывод, что pH и введение электролитов влияет на заряд и форму молекул высокомолекулярных электролитов, а также на свойства раствора, которые зависят от формы растворенных макромолекул, – вязкость, осмотическое давление, объем студня набухшего высокомолекулярного вещества и процессы сорбции [1].

Получены экспериментальные зависимости, характеризующие изменение концентрации ионов Cd^{2+} и Cu^{2+} от pH среды при введении в раствор растительных высокомолекулярных соединений (рис.1-2).

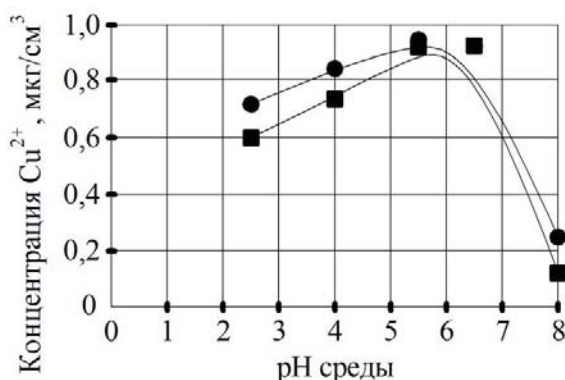


Рис. 1. Зависимость изменения концентрации ионов Cu^{2+} от pH среды при введении в раствор растительных комплексов из семян шиповника и расторопши: (●) – мука из семян шиповника; (■) – мука из семян расторопши

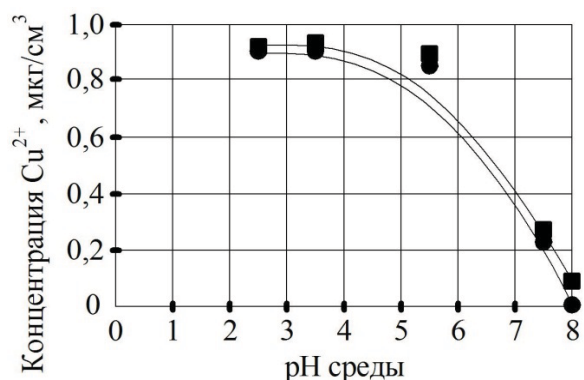


Рис. 2. Зависимость изменения концентрации ионов Cd^{2+} от pH среды при введении в раствор растительных комплексов из семян шиповника и расторопши: (●) – мука из семян шиповника; (■) – мука из семян расторопши

Были построены ряды активности сорбентов (по убыванию). Минимальные значения Cd^{2+} и Cu^{2+} получены в щелочной среде. Ряд активности растительных сорбентов для

ионов Cu^{2+} : семена расторопши (0,15 мкг/см³) ≤ шиповника (0,2 мкг/см³).

Ряд активности растительных сорбентов для ионов Cd^{2+} : семена шиповника (0,01 мкг/см³) ≤ семена расторопши (0,08 мкг/см³).

Высокую сорбционную способность можно объяснить тем, что в состав растительных сорбентов входят пищевые волокна, в том числе полисахариды. Обладая высокоразвитой поверхностью, полисахариды способны сорбировать значительное количество Cd^{2+} и Cu^{2+} . Сорбционные процессы, протекающие в статических условиях вне зависимости от природы взаимодействия между сорбентом и сорбируемым веществом, определяются диффузией, обуславливающей проникновение сорбируемого вещества вглубь структуры сорбента. Поэтому одним из важных факторов, оказывающих влияние на процесс сорбции, является продолжительность контакта фаз.

Из полученных экспериментальных данных следует, что время достижения сорбционного равновесия в исследуемых системах составляет 40-50 мин.

Известно, что сорбция из раствора твердым сорбентом описывается в общем виде уравнением массопередачи [2]:

$$\Delta m / \Delta \tau = K(C_n - C_p),$$

откуда

$$K = \Delta m / (\Delta \tau \cdot \Delta C),$$

где Δm – количество вещества (сорбата), сорбированного за период времени $\Delta \tau$; K – коэффициент массопередачи (имеет размерность линейной скорости и зависит от гидродинамических условий обтекания частицы раствором), C_n и C_p – начальная и равновесная концентрации сорбата в исследуемом растворе.

Для количественной оценки значений коэффициентов массопередачи были построены зависимости $\Delta m / \Delta \tau = f(\Delta C)$.

Коэффициенты в уравнении аппроксимации составили:

$$K_{\text{Cd}(2+)} = 2,11 \cdot 10^{-5},$$

$$K_{\text{Cu}(2+)} = 2,53 \cdot 10^{-5}.$$

Массовую долю Cd^{2+} , Cu^{2+} сорбированных композицией растительных комплексов из отобранных сорбентов ω_i , мас. %, рассчитывали по формуле

$$\omega_i = \frac{m_i}{m_j} \cdot 100,$$

где m_i , m_j – масса сорбированных и введенных в раствор Cd^{2+} и Cu^{2+} , г.

Проведенные исследования подтвердили наличие сорбционной активности выбранных растительных сорбентов в отношении ионов Cd^{2+} и Cu^{2+} . Наибольшее количество связанных ионов металлов составляет для ионов Cd^{2+} – 95,0, для Cu^{2+} – 78,0 %.

Экспериментально установленные значения удельной сорбционной емкости позволяют сделать вывод об эффективности использования их в технологии производства продуктов с сорбционными свойствами при эфферентной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии [Текст] / С. С. Воюцкий. – М. : Химия, 1976. – 512 с.
2. Сорбция тяжелых металлов высшими грибами и хитином разного происхождения в опытах *in vitro* [Текст] / М. Е. Маркова, В. Ф. Урьяш, Е. А. Степанова, А. Е. Груздева, Н. В. Гришатова, В. Т. Демарин, А. Н. Туманова // Вестник Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. – 2008. – № 6. – С. 118-124.
3. Тихонов, М. Н. Металлоаллергены: общая характеристика и оценка неблагоприятного воздействия на здоровье работающих [Текст] / М. Н. Тихонов, В. Н. Цыган // Современная медицина. – 2004. – № 2. – С. 23-76.