

фльтрації сигналів в умовах відсутності апріорних даних. Причому помилки фільтрації в даному випадку мінімальні для всіх видів детермінованих функцій, що дозволяє застосовувати його для описання більш складних з точки зору статистики закономірностей стохастических функцій.

Библиографические ссылки

1. Грант, П. М. Адаптивные фильтры [Текст]: пер. с англ. / П. М. Грант [и др.]; под ред. К.Ф.Н. Коузана и П. М. Гранта. – М.: Мир, 1988. – 392 с.
2. Деревянко, И. И. Идентификация и классификация сварных соединений по результатам магнитометрических измерений. Применение адаптивной фильтрации [Текст] / И. И. Деревянко // Тез. докл. Междунар. форума студентов, аспирантов и молодых ученых / редкол.: Е. М. Сулима: – Д.: ДНУ, 2013. – С. 319–320.
3. Малайчук, В. П. Математическая дефектоскопия [Текст]: монография / В.П. Малайчук, А.В. Мозговой. – Д.: Систем. технологии, 2005. – 180 с.

Надійшла до редколегії 29.05.2015

УДК 534.321.9+534.512.1

А. С. Жильцова, О. В. Саевич, Ф. А. Чмиленко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ НА ПОВЕДЕНИЕ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ СИСТЕМЫ АЛЬБУМИН–КРАСИТЕЛЬ

Рассмотрено влияние ультразвукового поля на конформационные изменения молекул сывороточного альбумина в водных растворах. Показано, что ультразвуковая обработка растворов альбумина позволяет повысить степень связывания альбумина с бромкрезоловым зеленым в водных растворах.

Ключевые слова: кровь, ультразвук, альбумин, бромкрезоловый зеленый.

Розглянуто вплив ультразвукового поля на конформаційні зміни молекул сироваткового альбуміну у водних розчинах. Показано, що ультразвукова обробка розчинів альбуміну дозволяє підвищити ступінь зв'язування альбуміну з барвником (бромкрезоловим зеленим) у водних розчинах.

Ключові слова: ультразвук, альбумін, бромкрезоловий зелений.

The effect of ultrasonic field on the conformational serum albumin molecules changes in aqueous solutions was studied. It was shown that ultrasonic treatment of albumin solutions let increase the binding degree between albumin and the dye in aqueous solutions.

Key words: ultrasound, albumin, bromocresol green.

Введение. Общеизвестно, что ежегодно возрастает воздействие физических полей различной природы на организм человека, при этом наблюдаются патологические изменения в его системах. Одной из критических систем организма, наиболее определяющих эффект такого воздействия, является кровь, особенно ее основная транспортная составляющая – альбумин. Способность молекулы альбумина изменять конформацию под действием физических полей, в частности ультразвукового, позволила предположить, что определенная модификация его молекулы может повысить степень связывания системы белок–краситель. В химическом и клинико-биохимическом анализах широко применяется спектрофотометрическая методика, основанная на связывании альбумина с бромкрезоловым

красителем. Следует отметить, что первоначальное связывание идет за счет электростатического взаимодействия сульфогрупп красителя с положительно заряженными аминокислотными остатками в молекуле белка и зависит от его концентрации, химического состава и конформации молекулы [4;5;7;14;15].

Постановка задачи. Известно, что ультразвуковая активация – один из современных способов ускорения протекания химических реакций. При воздействии ультразвуковых волн с интенсивностью выше 1 Вт/см^2 на водные растворы в последних возникают различные нелинейные эффекты. Наиболее важными для интенсификации химических процессов являются акустические течения и кавитация. Акустические течения возникают вследствие поглощения средой переносимой звуковой волной количества движения, при этом наблюдается перемешивание среды, таким образом, акустические течения способствуют интенсификации химических процессов [12]. Ультразвуковые (УЗ) колебания обеспечивают сверхтонкое диспергирование (не реализуемое другими способами), увеличивая межфазную поверхность реагирующих компонентов, что также, возможно, влияет на ускорение химических реакций.

Целью нашего исследования было изучение влияния воздействия УЗ поля на водные растворы белка и его поведение в системе альбумин–бромкрезоловый зеленый.

Методы и способы исследования. Объектом исследования служили водные системы сывороточного альбумина человека (САЧ) в интервале концентраций $1,85 \cdot 10^{-6} - 1,29 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Краситель – бромкрезоловый зеленый водорастворимый (используется при стандартной методике количественного определения альбумина в крови), ч.д.а., С(БКЗ) – $1,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Значения $\text{pH} = 4,2 - 4,5$ поддерживали при помощи ацетатного буферного раствора.

Спектры поглощения регистрировались на спектрофотометре Specord M-40 (Германия) в диапазоне длин волн $200 - 650 \text{ нм}$. УЗ обработку исследуемых растворов проводили УЗ диспергатором УЗДН-1М с частотой 22 кГц . Интенсивность УЗ воздействия выбирали согласно работе [13].

Содержание альбумина определяли биуретановым методом [6]. Сразу после УЗ обработки растворов альбумина определяли содержание модифицированной формы белка методом переосаждения в системе трихлоруксусная кислота–этанол по методике [2]. Содержание модифицированной формы рассчитывали в процентах от общего содержания альбумина.

Результаты и их обсуждение. Ниже представлена зависимость изменения оптической плотности водных растворов альбумина ($\lambda = 280 \text{ нм}$) от времени воздействия физического поля (Рис. 1). Как видно, максимумы спектра поглощения раствора альбумина уменьшаются в зависимости от времени действия ультразвука. Известно, что при УЗ воздействии происходит изменение структуры воды и белковых молекул. Кавитация инициирует распад молекул воды на свободные радикалы, в частности ОН, что приводит к перестройкам воды у поверхности белка с последующим изменением их гидрофильности, которую обуславливают полярные группы (COO^- , NH_3^+). Отщепление иона H^+ при активации молекулы воды приводит к образованию сильного электрического поля вокруг функциональных групп белковой молекулы [1;3]. Одна из основных функциональных групп белковой молекулы, обеспечивающая максимум спектра поглощения альбумина, – триптофан – весьма чувствительна к полярности окружения [8;11]. По-видимому, уменьшение оптической плотности раствора альбумина, наблюдаемое при УЗ обработке белкового раствора, обусловлено как изменением окружения хромофорных групп альбумина, так и «разворачиванием» клубка молекулы биополимера. Аналогичные эффекты наблюдались для растворов альбумина всех концентраций.

Следует отметить, что с увеличением времени УЗ воздействия происходит более глубокая модификация молекул альбумина в растворе. Длительное облучение

приводит к денатурации молекул биополимера [1;3;10;11]. Нами были подобраны параметры УЗ воздействия, которые оказывали бы «мягкое» действие и обеспечивали последовательную модификацию белковой молекулы без ее разрушения.

Определяли изменение концентрации нативного альбумина в его растворах после УЗ воздействия. На Рис. 2 представлены данные изменения концентрации нативного альбумина от времени облучения УЗ полем. После 25 мин УЗ воздействия концентрация нативного альбумина резко уменьшилась. При этом в интервале времени 0–25 мин общая концентрация альбумина не изменилась, в растворе произошла модификация белковых молекул.

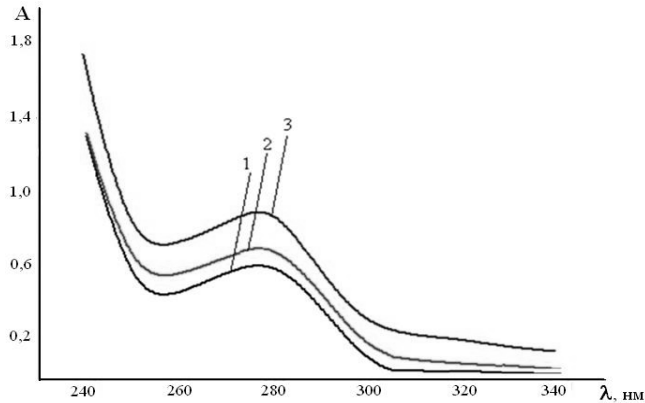


Рис. 1. Спектры поглощения раствора САЧ ($1,29 \cdot 10^{-5}$ моль/л) при различном времени УЗ обработки: 1 – 30 мин; 2 – 25 мин; 3 – без обработки

При воздействии ультразвука свыше 25 мин наблюдалась деструкция молекул белка. Поэтому в дальнейших исследованиях выбрано время УЗ воздействия в интервале 15 – 20 мин, при котором наблюдается максимальная степень модификации молекул альбумина.

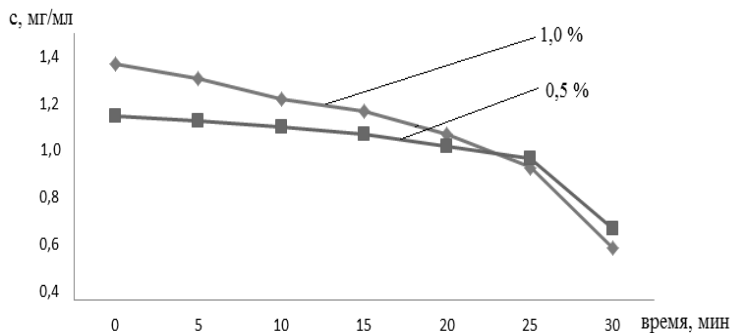


Рис. 2. График влияния времени УЗ обработки на изменение концентрации нативного альбумина

Исследовали изменение максимумов спектров поглощения комплекса альбумин–краситель от времени УЗ обработки растворов альбумина ($1,29 \cdot 10^{-5}$ моль/л). Для сравнения приведены данные для системы альбумин–краситель с необлученным белком (таблица).

В результате УЗ воздействия в молекулах альбуминов возможно уменьшение внутренних водородных связей между пептидными карбоксилами и фенильными группами тирозиновых остатков, а также карбоксильными группами и другими

аминокислотными остатками, что может дестабилизировать спиральные участки в белковой молекуле [1; 9; 11]. В результате происходит изменение модификации молекул белка, что приводит к разделению доменов молекулы альбумина (с раскрытием междоменных областей для связывания) и увеличению связывания красителя с карбоксильными группами. Уровень модификационной конформации белковых молекул предопределяет как общую поверхность сорбции, так и возможности связывания белок–краситель. Как видно из приведенных данных, повышение оптической плотности системы альбумин–краситель при предварительной УЗ обработке альбумина в течение 15 мин увеличивает степень связывания модифицированного ультразвуком белка с красителем. Оптимальные параметры УЗ воздействия такие: время – 15 мин, частота – 22 кГц, интенсивность – 3,9 Вт/см².

Зависимость величины оптической плотности системы альбумин–краситель от степени модификации молекул альбумина

Время ультразвуковой обработки растворов альбумина, мин	Степень модификации молекул альбумина, %	Оптическая плотность комплекса альбумин–краситель
0	-	0,92
5	4,6	0,95
10	11,0	1,04
15	14,8	1,18
20	22,0	1,09
25	32,1	0,89
30	57,0	0,61

Выводы. Изучено влияние воздействия УЗ поля на водные растворы альбумина. Доказано, что УЗ обработка приводит к модификации молекул белка, а степень модификации зависит от параметров воздействия физического поля: при обработке растворов альбумина свыше 25 мин начинается необратимая денатурация молекул белка.

Показано, что УЗ обработка растворов альбумина позволяет повысить степень связывания альбумина с БКЗ в водных растворах. Подобраны оптимальные параметры УЗ обработки для данного процесса: частота – 22 кГц, интенсивность – 3,9 Вт/см², время – 15 мин.

Библиографические ссылки

1. **Акопян, В. Б.** Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами [Текст] / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов. – М.: МГТУ им. Н. Баумана, 2005. – 224 с.
2. **Багдасарьян, С. Н.** Количественный метод оценки конформационных изменений альбумина сыворотки крови [Текст] / С. Н. Багдасарьян, Г. В. Троицкий, А. Я. Вершинин // Укр. биохим. журн. – 1979. – № 4. – С. 439 – 442.
3. **Доценко, О. И.** Механохимические процессы в водных растворах альбумина [Текст] / О. И. Доценко, Д. В. Пронько // Пробл. екології та охорони природи техноген. регіону. – 2008. – Вип. 8. – С. 281 – 290.
4. **Загребельный, С. Н.** Количественные методы определения белка [Текст]: обзорная информация ВНИИ СЭНТИ / С. Н. Загребельный, В. И. Пупкова. – М.: Медицина, 1986. – 64 с.
5. **Карягина, И. Ю.** Экспресс-метод количественного определения белка в моче [Текст] / И. Ю. Карягина, В. В. Слепышева, А. В. Козлов // Клин. лаб. диагностика. – 1996. – № 6. – С. 27 – 28.
6. **Северин, С. Е.** Практикум по биохимии [Текст]: учеб. пособие / под ред. С. Е. Северина, Г.А. Соловьевой. – М.: Изд-во. МГУ, 1989. – 509 с.
7. **Селиванов, Е. В.** Красители в биологии и медицине [Текст]: справочник / Е. В. Селиванов. – Барнаул: Азбука, 2003. – 40 с.

8. Структурообразование в белковых системах [Текст] /З. Д. Туловская, В. Н. Измайлова, И. Г. Алексеева, Л. И. Жигалова // Вестн. МГУ. – 1973. – № 5 – С. 580 – 585.
9. **Троицкий, Г. В.** Конформационные переходы сывороточного альбумина [Текст] / Г. В. Троицкий, Г. Ю. Ажицкий // Биохимия. – 1971. – Т. 36, № 5. – С. 915 – 919.
10. **Хадарцев, А. А.** Новые медицинские технологии на основе взаимодействия физических полей и излучений с биологическими объектами [Текст] / А. А. Хадарцев // Вестн. новых мед. технологий. – 1999. – № 1. – С. 7–15.
11. **Чернявский, Е. А.** Модификация белков плазмы крови под действием ультразвуковой кавитации [Текст] / Е. А. Чернявский, И. Э. Адзериho, В. М. Шкуматов // 9-я науч. шк.-конф. по орган. химии: тез. докл. – М., 2006. – С. 399.
12. **Чмиленко, Ф. А.** Ультразвук в аналитической химии. Теория и практика [Текст]: [монография] / Ф. А. Чмиленко, А. Н. Бакланов. – Д.: Изд-во Днепропетр. ун-та, 2001. – 264 с.
13. **Чмиленко, Ф. А.** Химический анализ крови [Текст] / Ф. А. Чмиленко, О. В. Саевич // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. «Хімія». – 2012. – Т.20, № 3/1. – С. 47 – 57.
14. **Шишкин, С. С.** Использование связывания красителей для количественного определения содержания белка в растворах (обзор) [Текст] / С. С. Шишкин // Вопр. мед. химии. – 1982. – Т. 28, № 5. – С. 134 – 141.
15. **Gustafsson, J. E. C.** Automated serum albumin determination of plasma albumin by the bromocresol green dye-binding method [Text] / J. E. C. Gustafsson // Clin. Chem. – 1978. – Vol. 24. – P. 369 –373.

Надійшла до редколегії 28.05.2015

УДК 629.764

В. В. Капцова, В. В. Авдєєв

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

КОНТУР КОРЕКЦІЇ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ КУТОВОГО ПОЛОЖЕННЯ СУПУТНИКА

Із застосуванням методу аналітичного конструювання регуляторів встановлені залежності коефіцієнтів закону регулювання, точності і запасу стійкості від коефіцієнтів критерію, який характеризує якість перехідного процесу стабілізації кутового положення супутника.

Ключові слова: супутник, обертальний рух, стабілізація.

С применением метода аналитического конструирования регуляторов установлены зависимости коэффициентов закона регулирования, точности и запаса устойчивости от коэффициентов критерия, который характеризует качество переходного процесса стабилизации углового положения спутника.

Ключевые слова: спутник, вращательное движение, стабилизация.

By using the method for an analytical regulator construction the dependences of a control law coefficients, accuracy and stability factor on coefficients in criteria of a transient process quality during stabilization of a space vehicle angle position are established.

Key words: space vehicle, rotatory motion, stabilization.

Вступ. Дослідження процесів керування орієнтацією супутника фахівці проводять починаючи з 60-х років минулого сторіччя. У зв'язку з ускладненням задач і появою нових технологій вони тривають і в теперішній час. Це обумовлено тим, що ці процеси мають суттєві відмінності у порівнянні з літаками, ракетами та об'єктами на Землі. Перш за все це необхідність економії енергетичних ресур-