

Полученные экспериментальные сведения о связи химической структуры спартеина со спектральными свойствами (ИК и КР спектры) могут быть использованы при разработке научных основ спектрального экспресс-метода контроля алкалоидности (количественная и качественная оценка) различных природных и техногенных продуктов.

Литература

1. Wink, M. Quinolizidine alkaloids: biochemistry, metabolism and function in plants and cell suspension cultures / M.Wink // *Planta Medica*. – 1987. - Vol.53, Issue 6. - P.509-514.
2. Павич А.А. Теоретические исследования структуры и стабильности конформеров молекулы спартеина / А.А. Павич, С.М. Арабей // Сборник статей Межд. научной конференции "Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем", Минск, Беларусь, – 2012. – Ч.1. – С.65-68.
3. Павич А.А. Перспективы разработки спектрального метода анализа алкалоидов люпина в природных и техногенных продуктах / А.А. Павич, С.М. Арабей, В.А. Чернявский // *Агропанорама*. – 2011. – №4. – С.33-37.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСОВ НЕКОТОРЫХ ИНТЕРКАЛЯТОРОВ С ДНК

Вардеванян Ц.О., Антонян А.П., Саакян В.Г.

Ереванский государственный университет, Факультет Биологии, Кафедра Биофизики, Ереван, Армения

Изучение особенностей связывания лигандов, содержащих группу ароматических колец с ДНК, имеют практическую важность, поскольку многие из этих соединений проявляют ярко выраженную биологическую активность [1-3]. В последнее время различные лиганды, в том числе бромистый этидий (БЭ), метиленовый синий (МС), все чаще применяются также в качестве биосенсоров, активных редокс молекул, для обнаружения повреждений в ДНК. Эти лиганды являются подходящими сенсорами для обнаружения ДНК в различных образцах, в которых она присутствует в наномолярных концентрациях [2,3].

Важно отметить, что лиганды могут связываться с ДНК несколькими способами, один или несколько из которых могут скрываться под ос-

новным. В частности, БЭ с двухцепочечной ДНК связывается тремя способами – интеркаляционным, полуинтеркаляционным и электростатическим [1], из которых полуинтеркаляционный зачастую скрывается под интеркаляционным и не всегда выявляется с помощью анализа экспериментальных данных. Для прямого экспериментального выявления полуинтеркаляционного способа были получены дифференциальные спектры поглощения комплексов БЭ-ДНК, из которых выявляется, что при низких концентрациях ДНК – $C_{\text{ДНК}} \ll C_{\text{БЭ}}$, при $\lambda=480$ нм наблюдаются отрицательные, а при 540 нм – положительные пики. Это обусловлено тем, что при связывании с ДНК общая концентрация свободных молекул лиганда уменьшается. По мере увеличения концентрации ДНК, абсолютные значения отрицательных и положительных пиков при $\lambda=480$ нм и $\lambda=540$ нм соответственно возрастают. В спектрах комплексов БЭ-ДНК проявляется также изобестическая точка при 510 нм, что присуща спектрам абсолютного поглощения этой системы [4]. Мы полагаем, что максимумы при 540 нм в спектрах разностного поглощения соответствуют молекулам БЭ, связанным с ДНК интеркаляционным способом, поскольку этот способ является основным. Подтверждением этого может служить и тот факт, что абсолютные значения изменения поглощений пиков одного и того же спектра не одинаковы: при $\lambda=480$ нм изменение больше, чем при $\lambda=540$ нм. Этот факт обусловлен тем, что возрастание абсолютных значений отрицательных пиков спектров разностного поглощения при $\lambda=480$ нм отражает связывание БЭ с ДНК всеми способами - интеркаляционным, а также полуинтеркаляционным и электростатическим (см. [1]). При этом, существование полуинтеркаляционного способа, наряду с интеркаляционным, является результатом образования реальной изобестической точки [4].

Нами получены также спектры разностного поглощения комплексов метиленового синего (МС) с ДНК. В спектрах разностного поглощения комплексов МС-ДНК также обнаруживаются отрицательные (при $\lambda=660$ нм) и положительные пики (при $\lambda=690$ нм), абсолютные значения которых, по мере увеличения концентрации ДНК, также возрастают. Из полученных спектров выявляется, что абсолютные значения пиков при 660 нм и 690 нм по величине мало отличаются друг от друга. Мы полагаем, что в случае МС небольшая разница абсолютных значений отрицательных и положительных пиков обусловлена двумя способами связывания [5]. Для удостоверения этого факта нами приведенные выше спектры были проанализированы с помощью предложенной в работе [4] математической модели. Результаты анализа подтверждают, что в дифференци-

альных спектрах поглощения комплексов МС-ДНК, в противоположность комплексам БЭ-ДНК, реальная изобестическая точка не образуется.

Нами исследовано также связывание другого интеркалятора – акридинового оранжевого (АО) с ДНК и выявлено, что, при низких концентрациях последней, в дифференциальных спектрах поглощения комплексов образуются только отрицательные пики при $\lambda=490$ нм, абсолютное значение которых возрастает с увеличением концентрации ДНК. При дальнейшем увеличении ее концентрации, в спектрах начинают появляться положительные пики при $\lambda\approx 505$ нм, абсолютные значения которых с увеличением концентрации ДНК возрастают. Увеличение абсолютных значений отрицательных пиков при 490 нм является результатом того, что концентрация свободных молекул АО уменьшается по мере комплексообразования с ДНК, по сравнению с контролем. Однако, при дальнейшем увеличении концентрации ДНК наблюдается обратное явление – абсолютные значения отрицательных пиков начинают уменьшаться, а положительных пиков при ~ 505 нм увеличиваться. Еще одной особенностью дифференциальных спектров поглощения комплексов АО-ДНК является то, что изобестическая или псевдоизобестическая точка не образуется. Эти спектральные особенности комплексов АО-ДНК можно объяснить, исходя из того, что в случае этого лиганда имеет место два способа связывания, один из которых – интеркаляционный. Этот способ становится основным при больших концентрациях ДНК, этому способу соответствуют пики при $\lambda\approx 505$ нм и гиперхромный эффект. Аналогичный эффект обнаружен и в случае БЭ. Другой способ по всей вероятности соответствует внешнему способу связывания этого лиганда с ДНК. Наиболее вероятным является электростатический способ, поскольку АО в растворах находится в катионной форме, как БЭ и МС.

Таким образом, полученные данные указывают, что в дифференциальных спектрах комплексов БЭ-ДНК при $\lambda=510$ нм образуется физически реальная изобестическая точка, в случае комплексов МС-ДНК образуется псевдоизобестическая точка при $\lambda=670$ нм, в случае комплексов АО-ДНК такая точка не образуется. Полученные данные указывают на то, что изобестическая или псевдоизобестическая точка в спектрах комплексов ДНК с интеркаляторами образуется вследствие полуинтеркаляционного способа связывания последних.

Литература

1. Vardevanyan P.O., Antonyan A.P., Parsadanyan M.A., Davtyan H.G., Karapetyan A.T. The Binding of ethidium bromide with DNA: Interac-

- tion with single- and double-stranded structures // Exp. and Mol. Medicine, – 2003. – V. 35, – N6. – P. 527–533.
2. Lin X., Ni Yo., Kokot S. An electrochemical DNA-sensor developed with the use of Methylene Blue as a redox indicator for the detection of DNA damage induced by endocrine-disrupting compounds // Analitica Chemica Acta, – 2015. – V. 867. – P. 29–37.
 3. Jung Yu.K., Park Hy.G. Colorimetric detection of clinical DNA samples using an intercalator-conjugated polydiacetylene sensor // Biosensors and Bioelectronic, – 2015. – V. 72. – P. 127–132.
 4. Вардеванян П.О., Элбакян В.Л., Шагинян М.А., Минасянц М.В., Парсаданян М.А., Саакян Н.С. Определение изобестической точки спектров поглощения комплексов ДНК с бромистым этидием // Журнал прикладной спектроскопии, – 2014. – т. 81, – № 6. – с. 970–973.
 5. Vardevanyan P.O., Antonyan A.P., Parsadanyan M.A., Shahinyan M.A., Hambardzumyan L.A., Mechanisms for binding between methylene blue and DNA. // J. Appl. Spectrosc., – 2013. – V. 80, – № 4. – P. 595–599.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА ЧЕЛОВЕКА

Вардеванян П.О., Парсаданян М.А., Шагинян М.А., Микаелян М.С.

*Ереванский государственный университет, Факультет Биологии,
Кафедра Биофизики, Ереван, Армения*

В настоящее время электромагнитные волны крайне высоких частот (ЭМИ КВЧ) составляют фон окружающей среды и интенсивно воздействуют на живой материал, влияние которых обнаруживается на различных уровнях организации биологических систем – организменном, тканевом, клеточном и субклеточном [1]. Одной из мишеней воздействия этого фактора является кровь и влияние ЭМИ КВЧ приводит к изменениям различных ее параметров [2]. Показано, что ЭМИ КВЧ влияет на биологические системы в основном опосредовано, через воду, поскольку в указанном выше диапазоне ЭМВ некоторые частоты являются резонансными для воды [3,4].

Для выяснения влияния электромагнитного излучения миллиметрового диапазона (ММ ЭМВ) на биосистемы нами проведены исследования