

УДК 577.322.9; 577.322.3; 57.043; 535-14

## ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛАЗЕРА НА СВОЙСТВА БЫЧЬЕГО СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА *in vitro*

© 2023 г. Д.А. Серов\*, Е.И. Нагаев\*, А.И. Кулешова\*, В.Е. Реут\*\*, М.Е. Асташев\*.\*#

\*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, ул. Вавилова, 38, Москва, 119991, Россия

\*\*Белорусский государственный университет, просп. Независимости, 4, Минск, 220030, Беларусь

#E-mail: astashev@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.10.2022 г.

После доработки 09.11.2022 г.

Принята к публикации 16.11.2022 г.

Исследовано влияние хирургического лазера на физико-химические свойства молекул бычьего сыровоточного альбумина. После воздействия лазерного излучения увеличивается оптическая плотность белковых растворов, уменьшается интенсивность флуоресценции, на спектре комбинационного рассеяния наблюдается существенное уменьшение интенсивности полосы  $\alpha$ -спиралей, коэффициент преломления растворов существенно не изменился. При этом повреждение полипептидной цепи белка не наблюдалось, напротив, наблюдалась интенсивная агрегация. Таким образом, при действии излучения хирургического лазера в растворе альбумина преобладают процессы частичной денатурации и агрегации, в меньшей степени повреждаются ароматические аминокислотные остатки, при этом не наблюдается фрагментация молекул альбумина.

*Ключевые слова:* лазерное излучение, оптический пробой, пространственная структура белка.

DOI: 10.31857/S0006302923030079, EDN: FQPRSL

Сегодня лазерная хирургия используется крайне широко, с помощью лазерной техники выполняются оперативные вмешательства в различные ткани и части тела (дерма, костная ткань, мышечная ткань, жировая ткань, сухожилия, почти все внутренние органы, глаза и т.п.) [1]. Разные ткани имеют различные оптические (коэффициент отражения, коэффициент преломления, спектральные характеристики, глубина проникновения излучения) и теплофизические (теплопроводность, теплоемкость) свойства [2]. Поэтому для каждой ткани и задачи внутри ткани необходимо подбирать длину волны лазерного излучения, длительность воздействия, частоту следования импульсов, плотность потока энергии и т.п. [3]. При лазерной хирургии разрушение происходит непосредственно в процессе воздействия лазерного излучения на ткань [4]. Обычно используются лазеры, плотность мощности излучения которых достаточна для удаления, разрушения или термического некроза клеток и тканей [5]. В настоящее время лазеры на основе активной среды Nd:YAG являются наиболее распространенными [6]. Популярность объясняется тем,

*Сокращение:* БСА – бычий сыровоточный альбумин.

что при длине волны Nd:YAG-лазера 1064 нм большинство тканей имеют низкий коэффициент поглощения [7]. Из-за этого эффективная глубина проникновения такого излучения в ткань довольно велика, это обеспечивает хороший гемостаз и коагуляцию [8]. При этом при воздействии на ткань хирургических лазеров наблюдается развитие нелинейных процессов. Одним из наиболее часто регистрируемых нелинейных процессов является оптический пробой, быстропротекающий необратимый процесс превращения среды из прозрачной в сильно поглощающую под действием интенсивного излучения [9]. Оптический пробой происходит при превышении некоторых пороговых значений плотности энергии лазерного излучения [10]. Известно, что в присутствии наноразмерных примесей вероятность оптического пробоя слабопоглощающих сред увеличивается на несколько порядков [11]. Молекулы белков в силу своего размера также являются наноразмерными объектами. Сегодня неизвестно, могут ли молекулы белков, приводить к увеличению вероятности пробоя в фосфатном буфере. Также мало что известно об изменениях, которые могут происходить в молекулах белков при оптическом пробое.