

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Тхан Тайка
«Физико-химические свойства и антиокислительная активность
каротиноидов и хлорофиллов из морских водорослей», представленную на
соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности
02.00.04 – физическая химия

Морские водоросли – это уникальное сырье, способное в короткие сроки формировать большую биомассу, синтезировать химические соединения, выполняющие определенные физиологические функции, и разнообразные биологически активные вещества, образование которых обусловлено эволюцией и борьбой за существование в условиях естественно сложившихся экологических систем. Водоросли обладают способностью извлекать из морской воды и аккумулировать многие элементы. По содержанию некоторых химических элементов водоросли значительно превосходят наземные растения. Большая привлекательность водорослей макрофитов как сырья для пищевой, медицинской и химической промышленности связана с тем, что сухая масса, например, бурых водорослей содержит 10-15% протеина, до 70% углеводов, а также витамины А, С, Д, В1, В2, Е. и др.

Исходя из вышесказанного, исследование Тхан Тайка, посвященное сравнительному анализу различных способов извлечения биологически активных соединений из морских водорослей и других морепродуктов, сохранения их свойств в зависимости от условий и продолжительности хранения, а также возможности использования радиационно-химических методов для стабилизации концентрации каротиноидов и хлорофиллов в сухом сырье или приготовленных из него экстрактов является **актуальным** как с точки зрения радиохимии, так и с точки зрения приоритетных направлений биохимии, биотехнологии и фармакологии.

Для достижения **цели** - исследования радиационной стабильности экстрактов биологически активных веществ из культивируемых макроводорослей *Jemo* и *Jenit* (Государство Мьянма) и микроводорослей *Cylindrotheka Closterium* (НИИБЮМ, РАН), облучённых в сухом виде, а также определения условий радиационной стерилизации исходного сырья аквакультур и изучения механизма радиационно-химических превращений хлорофилловых и каротиноидных фракций в спиртовых и ацетоновых экстрактах макроводорослей *Jemo*, *Jenit* и микроводорослей *Cylindrotheka Closterium* – были поставлены взаимосвязанные **задачи**.

Для решения указанных задач автор получил спиртовые и ацетоновые экстракты биологически активных соединений из культивируемых макроводорослей *Laminaria Japonica Jemo*, *Jenit* и микроводорослей *Cylindrotheka Closterium*; определил спектральные характеристики каротиноидной и хлорофилловой фракций в спиртовых и водно-спиртовых, ацетоновых и водно-ацетоновых экстрактах и их изменения в зависимости от времени хранения; оценил возможность и условия радиационной стерилизации культивируемых водорослей на основании результатов сравнения спектров оптического поглощения спиртовых экстрактов из водорослей, облученных в сухом виде, и спектров экстрактов из необлученных образцов; провел спектрофотометрические исследования механизма окислительно-восстановительных реакций биологически активных соединений в составе спиртовых и ацетоновых экстрактов водорослей в зависимости от условий облучения: в присутствии и в отсутствие кислорода воздуха (насыщение Ar) и насыщение N₂O; сравнил радиационно-химические превращения каротиноидных и хлорофилловых фракций в спиртовых и водно-спиртовых, ацетоновых и водно - ацетоновых экстрактах микро- и макроводорослей в зависимости от условий гамма-облучения и времени хранения облученных образцов; исследовал радиационно-химические превращения фукоксантина, выделенного методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) из микроводорослей *Cylindrotheka*

Closterium, при разных условиях гамма - облучения ^{60}Co ; провел сравнения спектральных характеристик поглощения и люминесценции спиртовых растворов каротиноидных ТСХ-фракции, выделенных из экстрактов водорослей *Jemo* и *Jenit*, с оптическими свойствами растворов монокристаллического фукоксантина. Следует отметить, что в качестве органических компонентов автор использовал растворители разной природы: полярный, протолитический - этанол и неполярный, апротонный – ацетон.

Решение поставленных задач имеет **практическое значение** для решения прикладных задач в области химии растительного сырья, биотехнологии морекультур, фитотерапии, радиобиологии, а именно прогнозирования антиокислительной активности, протекторных свойств экстрактов и фармпрепаратов и совершенствования технологичных методов сохранения биосырья.

Степень достоверности полученных результатов обеспечена использованием комплекса современных независимых методов исследований, таких как тонкослойная хроматография, UV-VIS спектрофотометрия, стационарный радиолиз при использовании излучения гамма ^{60}Co РХМ- γ -20, воздействия потока ускоренных электронов ускорителя (УЭЛВ-10-10-С-70) для облучения образцов водорослей и экстрактов, воздействие потока ускоренных электронов ускорителя (УЭЛВ-10-10-С-70) для облучения образцов водорослей и экстрактов.

Наиболее существенные результаты, полученные автором для физической химии, заключаются в том, что спектры оптического поглощения спиртовых экстрактов микроводорослей *Cylindrotheca Closterium* и макроводорослей *Laminaria Japonica* и экстрактов из этих водорослей после облучения в сухом виде при дозах $\sim 19\div 22$ кГр показали их высокую радиационную стабильность и подтвердили возможность применения радиационной стерилизации культивируемых водорослей. Проведенные исследования радиационно-химических превращений каротиноидной и хлорофилловой фракций различных экстрактов водорослей *Laminaria*

japonica Jemo (D) и *Jenit* (M) и *Cylindrotheca Closterium*, показали различие механизма окислительно-восстановительных реакций в зависимости от дозы облучения, условий облучения, типа водорослей и природы растворителей. Результаты спектрофотометрических исследований влияния разбавления экстрактов на оптические характеристики растворов пигментов показали, что не существует линейной зависимости оптического поглощения от коэффициента разбавления, поскольку в концентрированных растворах часть каротиноидов находится в агрегированном состоянии, поэтому при радиоллизе агрегаты могут разрушаться, что приведет к увеличению содержания индивидуальных молекул, и, соответственно, к снижению выхода разложения пигментов. При радиоллизе в насыщенных оксидом азота (I) водно-спиртовых и водно-ацетоновых экстрактах водорослей усиливаются окислительные процессы за счет дополнительного образования радикалов ОН с высоким окислительным потенциалом. Радиационная стабильность в аэробных условиях каротиноидной фракции выше для водорослей в водно-спиртовых и в водно-ацетоновых растворах, что можно объяснить регенерацией каротиноидов, существующих в присутствии кислорода в виде оксокомплексов с частичным переносом заряда. Зависимость деструкции хлорофилловой и каротиноидной фракций в растворах от дозы облучения и концентрации пигментов имеет сложный характер, при некоторых условиях облучения - колебательный, особенно при малых дозах облучения, ~ 0.3 кГр.

Автореферат диссертации в достаточно полно отражает полученные автором результаты, которые опубликованы в 2 статьях в журналах, которые включены в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, и 4 публикациях в других научных изданиях. Результаты работы апробировались на научных конференциях различного уровня.

Построение диссертационной работы является классическим. Оно включает в себя литературный обзор, экспериментальную часть, обсуждение результатов. Однако, следует отметить перегруженность литературного

обзора информацией, которая не имеет прямого отношения к теме исследования.

Кроме указанного замечания, по диссертации имеется и ряд других.

- 1) В тексте диссертационной работы не рассматривается вопроса об антиокислительной активности каротиноидов и хлорофиллов из морских водорослей, хотя в названии термин фигурирует.
- 2) В работе встречаются устаревшие названия соединений (например, закись азота, стр. 30, 83, 91, 92; перекисные радикалы, стр. 48, 80; перекись водорода, стр. 81); опечатки (стр. 27, 54, 93, 114) и неудачные выражения (стр. 94); ошибки в химических формулах соединений (в табл. 2.1 на стр. 52 неверно указана формула моногидрата молибдата натрия).
- 3) Имеются вопросы и по экспериментальной части исследования. В каком соотношении: массовом или объемном взяты компоненты водно-органических смесей? Не указана марка силикагеля и параметры разделения компонентов в методе тонкослойной хроматографии.
- 4) Выводы о характере зависимостей оптического поглощения от коэффициента разбавления делаются по трем точкам, что является недостаточно корректным.
- 5) При интерпретации результатов экспериментальных данных хотелось бы пожелать автору в будущих исследованиях учитывать особенности поведения смешанных растворителей, например, способность системы вода - этанола образовывать сетку водородных связей, особенности поведения ацетона по отношению к сетке водородных связей воды.

Указанные выше замечания не снижают научной ценности и практической значимости работы.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание.

В целом, диссертация Тхан Тайка на тему: «Физико-химические свойства и антиокислительная активность каротиноидов и хлорофиллов из морских водорослей» является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует паспорту специальности 02.00.04 -

