
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.95

В.Д. Богданов, О.В. Сахарова, Т.Г. Сахарова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СУХОГО КОНЦЕНТРАТА ТРЕПАНГА БИОТЕСТИРОВАНИЕМ

*Представлены материалы исследований по определению относительной биологической ценности сухого концентрата трепанга, позволяющие в полной мере выявить влияние нового продукта на живую клетку тест-культуры *Tetrahymena pyriformis*.*

Установлено, что сухой концентрат трепанга по относительной биологической ценности не уступает казеину, является безопасным для тест-культуры, так как положительно влияет на показатели роста, жизнедеятельность и развитие живой клетки по поколениям инфузорий.

Ключевые слова: *относительная биологическая ценность, концентрат из трепанга, *Tetrahymena pyriformis*, динамика роста инфузорий.*

V.D. Bogdanov, O.V. Sakharova, T.G. Sakharova

SAFETY STUDIES AND BIOLOGICAL VALUE OF DRY CONCENTRATE HOLOTHUROIDEA BIO-TESTING

*The presented research materials to determine the relative bioavailability of dry concentrate holothuroidea, allowing to fully reveal the influence of the new product on the living cell test culture *Tetrahymena pyriformis*.*

The dried concentrate holothuroidea the relative biological value is not inferior to casein, is safe for the test culture as a positive effect on growth performance, vital functions and development of living cells on the generation of ciliates.

Key words: *relative biological value, concentrate holothuroidea, *Tetrahymena pyriformis*, the dynamics of the growth of protozoa.*

Актуальность темы исследований

В настоящее время в связи с значительным ухудшением здоровья населения и деградацией иммунных откликов организма на агрессивные вирусы и иммунодестабилизирующие заболевания, особенно остро стоит вопрос о создании механизмов, способных решать данную проблему. Сегодня существует множество препаратов медицинского назначения, позволяющих в той или иной степени стабилизировать или частично стимулировать иммунный статус человека, но, как правило, в основе таких препаратов находится чуждое для организма человека вещество, обладающее длительным периодом как усваивания, так и выведения [1, 2, 3, 4]. Поэтому современные технологии направлены на создание безопасных пищевых продуктов с повышенной биологической ценностью, а главное обладающих мультифункциональностью по отношению к иммунитету человека [5]. Общеизвестным фактом является то, что гидробионты обладают уникальным химическим составом, в основе которого лежат легко усвояемые белки и макро- и микро- элементы. Однако существуют особенно уникальные гидробионты, которые способны существенно улучшить иммунный статус человека, например трепанг.

Уникальное свойство трепанга – в нем никогда не находили возбудителей инфекций. Более того, вода вокруг места обитания животного также чистая – трепанг очищает воду, убивая бактерии. Трепангу свойственна быстрая регенерация тканей [6]. В наше время из трепанга готовят в основном вытяжку, обладающую иммуностимулирующим, антибактериальным, антиоксидантным, гепатопротекторным, регенерирующим, противогрибковым действием. Замечено также, что экстракт трепанга помогает в профилактике и лечении раковых заболеваний [7].

Однако следует заметить, что общеизвестным фактом является то, что при любой технологической обработке сырье при переходе в готовый продукт теряет порой значительное количество функциональных компонентов. Поэтому возникает вопрос о создании щадящей технологии переработки трепанга, позволяющей максимально сохранить его функциональные компоненты. Такой технологией может стать щадящее получение сухого концентрата из трепанга, который, по нашему мнению, будет обладать в большей степени мультифункциональными свойствами по сравнению с экстрактом, выделенным из него [8, 9].

Современные тенденции совершенствования ассортимента пищевых концентратов ориентированы на создание безопасной, сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции и продление сроков ее реализации. Поэтому исследование и разработка технологии пищевых концентратов из трепанга являются актуальными. Включение пищевых концентратов из трепанга в продукты питания поддержат иммунитет населения и обеспечат поступление в организм человека сбалансированного количества необходимых макро- и микроэлементов, незаменимых аминокислот. Микробная контаминация пищевых концентратов из трепанга зависит от количества и качества микрофлоры при методах обработки и его хранения. Поэтому пищевой концентрат может быть инфицирован споровыми и санитарно-показательными микроорганизмами, число и видовой состав которых зависит от технологии его получения. Технологические приемы при производстве трепанга и продуктов на его основе должны быть направлены на то, чтобы не допустить вторичную контаминацию продукта. Поэтому одним из требований к качеству пищевых концентратов из трепанга является их безопасность для здоровья человека, стабильность в процессе хранения и реализации [10, 11].

Для потребителя особое значение имеет безопасность продукта питания (БПП) и его относительная биологическая ценность (ОБЦ). Более достоверным методом определения БПП и ОБЦ продукта является метод исследования продукта на живой клетке инфузории *Tetrahymena rugiformis* класса Ciliata. Для определения безвредности (токсичности) и биологической ценности продуктов ранее использовали метод вивария на белых мышах, морских свинках и т.д. Все эти методы дорогостоящие и длительные. В последнее время все чаще используют современный и более удобный и дешевый метод определения БПП и ОБЦ на простейших, в частности на инфузории. *Tetrahymena rugiformis* как тест-объект признана всемирным научным сообществом и востребована из-за своих уникальных характеристик, которые обуславливают ее абсолютную рациональность как при использовании, так и при содержании, что очень важно для высокой достоверности полученных результатов.

Тест-культуры *Tetrahymena rugiformis* имеют двойной тип пищеварения (кислотный и щелочной), им требуются все незаменимые аминокислоты, расщепление пептидных связей происходит без предварительного гидролиза, есть адекватные высшим животным ферментные системы. Ядовитые вещества для человека и высших животных воздействуют и на тетрахимену. Угнетение подвижности, гибель единичных особей инфузории или их деформация свидетельствуют о токсичности данного продукта.

Целью работы являлось исследование безопасности и биологической ценности сухого концентрата трепанга путем использования в качестве тест-культуры инфузории *Tetrahymena rugiformis*.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служил пищевой сухой концентрат дальневосточного трепанга (СКТ), полученный по разработанной нами криотехнологии. В данной технологии применяют исключительно низкотемпературные режимы обработки сырья, что позволяет сохранить все полезные свойства, присущие натуральному трепангу, а использование в производстве целых неразделанных тушек голотурий делает его абсолютно безотходным. Химический состав СКТ приведен в таблице.

Химический состав полученного сухого концентрата трепанга The chemical composition of the resulting dry concentrate sea cucumber

Вода, %	Белки, %	Липиды, %	Минеральные вещества, %	Аминосахара, %	Гликозиды, мкг/г
9,3	63,9	5,1	18,4	2,1	9320

Безопасность и биологическую ценность (СКТ) исследовали, используя метод биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории тетрахимена пириформис [12].

Для исследования БПП готовились пробы № 1 (СКТ) и № 2 (контроль-казеин), для чего препараты вносили в пробирки с 2 мл стерильной воды и закрывали стерильными пробками. Культуру инфузории предварительно синхронизировали двое суток теплом и холодом, разводили водой в десять раз, а затем вносили по 0,05 мл в пробирки с пробами. Наличие роста и развития инфузории в исследуемых образцах контролировали в течение семи суток методом микроскопии. Угнетение подвижности, наличие гибели единичных особей, деформация клеточной стенки инфузории говорят о токсичности исследуемых проб. На четвертые сутки проводили количественный учет выросших особей в счетной камере Горяева.

Для исследования ОБЦ также готовились проба № 1 (СКТ) и № 2 (контроль-казеин).

Навески концентрата трепанга и казеина разводили водой для получения концентрации протеина 0,2 %. Подготовленные пробы по 2 мл вносили в стерильные пробирки. Синхронизировали культуру инфузорий теплом и холодом 48 ч и в одной стадии размножения, роста вносили по 0,05 мл в пробирки с пробами № 1 и № 2. Пробирки закрывали пробками и инкубировали при температуре 22 °С, встряхивая три раза в день. Наличие роста и развития инфузории в продукте (генерации) контролировали каждые сутки под микроскопом в 10 полях зрения. Динамику роста и развития простейших наблюдали в течение 7 сут, чтобы выявить положительное влияние исследуемых препаратов на живую клетку тест-культуры *Tetrahy-mena rutiformis*. Количество выросших особей считали под микроскопом в камере Горяева, фиксируя их формалином. Подсчет инфузорий вели в 10 квадратах камеры Горяева и выводили среднее арифметическое из трех подсчетов.

Результаты исследований и их обсуждение

На рис. 1 приведены результаты наблюдения за ростом, развитием, размножением инфузории на средах, содержащих концентрат трепанга и казеин.

Наблюдениями установлено отсутствие угнетения подвижности, наличия гибели единичных особей, деформации клеточных стенок инфузорий, что свидетельствует об отсутствии признаков токсичности исследуемых проб. Инфузория была активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось, что свидетельствует о биологической безопасности для здоровья человека полученного по криотехнологии СКТ.

Также следует отметить, что инфузория, культивируемая на трепанге, по размерным характеристикам превосходит инфузорию, выросшую на казеине (рис. 2), что в свою очередь

позволяет утверждать о лучшем усвоении питательных компонентов концентрата трепанга по сравнению с казеиновым протеином. Полученные данные не противоречат известным сведениям о том, что казеин – сложносоставной белок молока, попадая в желудок человека, образует сгусток, который переваривается длительное время и долгосрочно обеспечивает организм необходимыми аминокислотами. В то же время казеин не только медленно расщепляется по сравнению с сывороточными белками, он обладает свойством замедлять переваривание других видов белка, обладает меньшей биологической ценностью, подавляет аппетит и оказывает менее выраженное анаболическое действие [13, 14].

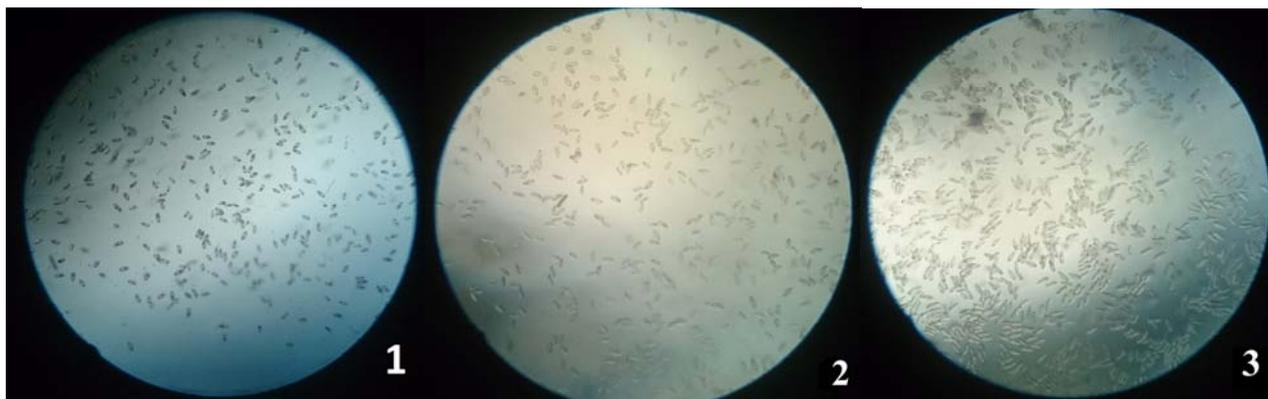


Рис. 1. Фото роста и развития *Tetrahymena pyriformis* в исследуемых образцах:
 1 – *Tetrahymena pyriformis* в контрольном образце – казеин – на четвертые сутки экспозиции;
 2 – *Tetrahymena pyriformis* в образце с трепангом на четвертые сутки экспозиции;
 3 – *Tetrahymena pyriformis* в образце с трепангом на седьмые сутки экспозиции
 Fig. 1. Photos growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in the samples:
 1 – *Tetrahymena pyriformis* in the control sample – casein – Research on the fourth day;
 2 – *Tetrahymena pyriformis* in a sample of sea cucumber on the fourth day of research;
 3 – *Tetrahymena pyriformis* in a sample of sea cucumber on the seventh day of research

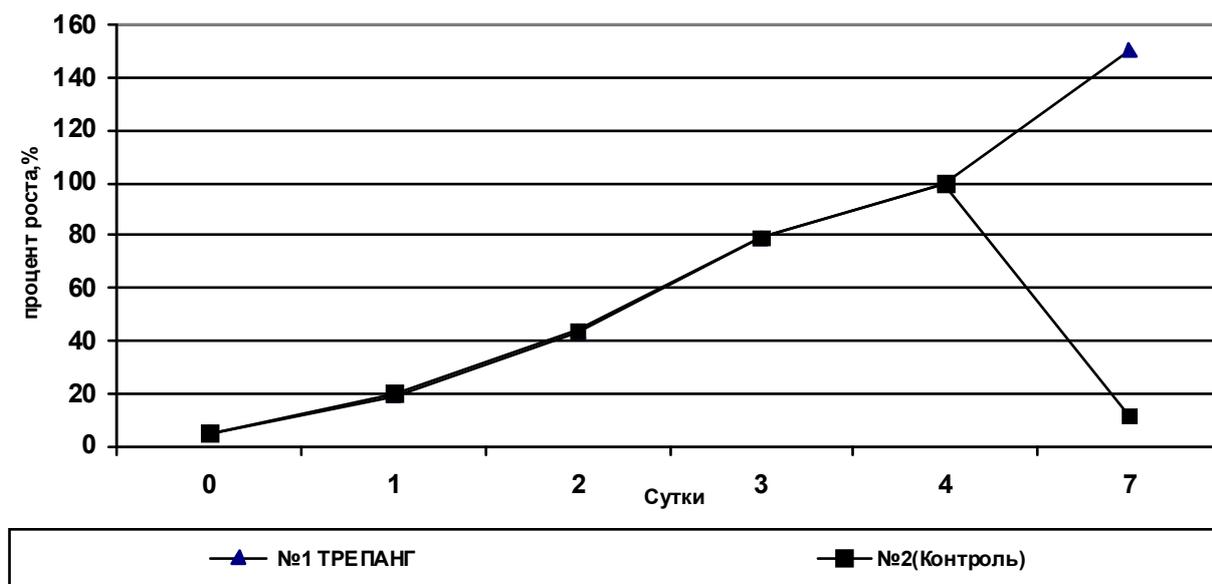


Рис. 2. Оценка роста *Tetrahymena pyriformis* в исследуемых образцах в течение 7 сут хранения
 Fig. 2. Increase population *Tetrahymena pyriformis* in the samples within 7 days of storage

Исходя из полученных данных о выраженном положительном действии сухого концентрата трепанга на простейшие, мы отступили от стандартной методики, которая ограничивает время исследований четырьмя сутками, и продлили экспозицию до семи суток. На седьмые сутки экспозиции установлено, что количество *Tetrahymena pyriformis* достигло 150 особей на одно поле зрения, в то время как количество особей в образце с казеином снизилось до 11,3 (см. рис. 2).

Полученные данные напрямую указывают, что созданный концентрат трепанга обладает превосходящими характеристиками эталонный белок. Также следует отметить, что простейшие на седьмые сутки экспозиции (см. рис. 1, 3) незначительно увеличились в размере по сравнению с исследованием этого же образца на четвертые сутки экспозиции (см. рис. 1, 2).

На рис. 2 приведены данные исследования ОБЦ сухого концентрата трепанга.

Данные проведенных исследований, представленные на рис. 2, показывают, что разработанный нами сухой концентрат трепанга по биологической ценности фактически не уступает контрольному образцу (казеину), что можно увидеть в практически идентичном количестве выросших особей для обоих исследуемых образцов. Количественная разница для исследуемого образца трепанга по отношению к эталонному образцу в течение всего времени экспозиции является несущественной (составляла от 0,3 до 1 шт. выросших инфузорий) и дает основание утверждать, что по разработанной технологии получается продукт, идентичный по ОБЦ эталонному белку.

Известно, чем выше биологическое качество продукта, тем лучше он усваивается и определяет более интенсивный рост инфузорий на питательных средах [15]. Исследуемые пробы концентрата трепанга обладают высокой биологической ценностью и, как показывает время генерации инфузории (смена поколений), благотворно воздействуют на жизнедеятельность и развитие живой клетки по поколениям. Вероятно, антибактериальные вещества, содержащиеся в сухом концентрате трепанга, сдерживают развитие, рост микромицетов, споровых, сапрофитов, болезнетворных бактерий и переводят их в состояние анабиоза, что и продляет время хранения пищевого концентрата.

Выводы

Пищевой сухой концентрат дальневосточного трепанга, полученный по криотехнологии, не проявляет признаков токсичности и является биологически безопасным для здоровья человека. Кроме того, оценка размерных характеристик инфузорий свидетельствует о лучшем усвоении питательных компонентов концентрата трепанга по сравнению с белком казеином.

Исследуемый нами сухой концентрат трепанга по биологической ценности фактически не уступает контрольному образцу (казеину), это значит, что разработанная нами криотехнология позволяет получить продукт, идентичный по ОБЦ эталонному белку.

Список литературы

1. Астафьев, О.М. Загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на заболеваемость гриппом и ОРЗ / О.М. Астафьев, Н.Л. Корчанова // Гиг. и сан. – 1989. – № 11. – С. 42–46.
2. Герасименко, Н.Ф. Здоровье населения как фактор обеспечения национальной безопасности России / Н.Ф. Герасименко // Российские мед. вести. – 1997. – № 3. – Т. 2. – С.5–14.
3. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/socmedic/lectures_stud/ru.
4. Онищенко, Г.Г. Эпидемиологическая обстановка в РФ и основные направления деятельности по ее стабилизации / Г.Г. Онищенко // Материалы к докладу на 8-м Всерос. съезде общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов. – М., 2002. – С. 17–19.

5. Амброзевич, Е.Г. Особенности европейских и азиатских подходов к ингредиентам для продуктов здорового питания / Е.Г. Амброзевич // Пищ. пром-сть. – 2005. – № 4. – С. 12–13.

6. Долматов, И.Ю. Регенерация у голотурий / И.Ю. Долматов, В.С. Машанов. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 208 с.

7. <http://life-spb.ru/others/trepang-use.htm>.

8. Гичев, Ю.Ю. Руководство по микронутриентологии. Роль и значение биологически активных добавок к пище / Ю.Ю. Гичев, Ю.П. Гичев. – М.: Триада-Х, 2006. – 264 с.

9. Гроховский, В.А. Научное обоснование и создание инновационных технологий изготовления продуктов из гидробионтов Арктического региона: дис. ... д-ра техн. наук / В.А. Гроховский. – Мурманск: МГТУ, 2012. – 732 с.

10. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) МР23.1. 1915-04.

11. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) МРТС – 1472с.

12. Игнатъев, А.Д. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории тетрахимена пириформис / А.Д. Игнатъев, М.К. Исаев, В.А. Долгов и др. // Вопр. питания. – 1980. – № 1. – С. 70–71.

13. Tang JE, Moore DR Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. J Appl Physiol. 2009 Sep;107(3):987-92. Epub 2009 Jul 9.

14. Burd NA, Yang Y, Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men. Br J Nutr. 2012 Jan 31:1-5.

15. Шульгин, Ю.П. Биологическая экспресс-оценка мышечной ткани гидробионтов с использованием *Tetrahymena pyriformis* / Ю.П. Шульгин, Ю.Г. Блинов, Л.В. Шульгина // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 136. – С. 294–303.

Сведения об авторах: Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;

Сахарова Ольга Валентиновна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: solo_78@bk.ru;

Сахарова Татьяна Григорьевна, доцент.