

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ АРИДНЫХ ЗОН ЮНЦ РАН
ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮНЦ РАН



**МАТЕРИАЛЫ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,
ПРИУРОЧЕННЫХ К 15-ЛЕТИЮ
ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК:**

**МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ФОРУМА
«ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ
НА ЮГЕ РОССИИ»**

**МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ОКЕАНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ:
СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»
ПАМЯТИ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Д.Г. МАТИШОВА**

**ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«АКВАКУЛЬТУРА:
МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ»**

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ, 13–16 ДЕКАБРЯ 2017 Г.

Редколлегия:

академик Г.Г. Матишов (главный редактор), академик В.А. Бабешко, академик Ю.Ю. Балег, академик И.А. Каляев, академик В.И. Колесников, академик В.И. Лысак, академик В.И. Минкин, академик И.А. Новаков, академик Ю.С. Сидоренко, чл.-корр. РАН А.М. Никаноров, д.г.н. С.В. Бердников, д.ф.-м.н. В.В. Калинин, д.и.н. Е.Ф. Кринко, д.б.н. Е.Н. Пономарёва, к.б.н. Н.И. Булышева, к.г.н. Е.Э. Кириллова, к.б.н. В.В. Стахеев, Р.Г. Михалюк

М34 **Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук:** Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки» (г. Ростов-на-Дону, 13–16 декабря 2017 г.) / [гл. ред. акад. Г.Г. Матишов]. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. – 548 с. – ISBN 978-5-4358-0165-1.

УДК 001(063)

Издание включает материалы Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России», Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова, Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки», проходивших в период с 13 по 16 декабря 2017 г. и приуроченных к 15-летию Южного научного центра РАН.

Представлены результаты, полученные ведущими учеными научных организаций Юга России, молодыми учеными, студентами и аспирантами при выполнении фундаментальных и прикладных исследований в приоритетных областях науки с целью обеспечения комплексного решения технологических, инженерных, экологических, геополитических, экономических, социальных, гуманитарных проблем в интересах устойчивого развития южных регионов Российской Федерации.

Материалы научных мероприятий рассчитаны на широкий круг читателей, представляют интерес для ученых, преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений и всех, кто интересуется достижениями современной науки.

Издание опубликовано при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций.

Отдельные результаты опубликованы в рамках популяризации результатов исследований по проекту «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.» (соглашение № 14.607.21.0163, уникальный идентификатор RFMEF160716X0163).

Руденко А.О., Карцова Л.А., Снарский С.И. Определение важнейших аминокислот в сложных объектах биологического происхождения методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с получением фенилтиогидантоинов аминокислот // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т. 10. Вып. 2. С. 223–230.

Руцкова Т.А., Артюков А.А., Купера Е.В. Некоторые аспекты комплексной переработки иглокожих // Вестник ДВО РАН. 2014. № 1. С. 174–183.

Способ комплексной переработки морских ежей: пат. 2432956 РФ / О.Н. Пожарицкая, И.Н. Уракова, А.Н. Шиков, В.Г. Макаров. № 2010128393/15, опубл. 10.11.2011. Бюл. № 31. 9 с.

Способ получения ферментативных белковых гидролизатов из морских гидробионтов для микробиологических и/или кормовых целей: пат. 2215425 РФ / В.Ю. Новиков, В.А. Мухин, А.А. Макин. № 2001115122/13, опубл. 10.11.2003. Бюл. № 31. 13 с.

Способ получения хитозан-нуклеинового гидролизата: пат. 2483110 РФ / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, Ю.М. Гафуров. № 2011146227/10, опубл. 27.05.2013. Бюл. № 15. 36 с.

Средство, обогащенное пептидами, аминокислотами и фосфолипидами: пат. 2481119 РФ / О.Н. Пожарицкая, И.Н. Уракова, А.Н. Шиков, М.Н. Макарова, и др. № 2012108497/15, опубл. 10.11.2011. Бюл. № 13. 9 с.

Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. No. 193. P. 265–275.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ В КОРМАХ ДЛЯ МОЛОДИ ТРЕПАНГА

А.М. Рогов, И.А. Кадникова, Н.М. Аминина

Тихоокеанский рыбохозяйственный научно-исследовательский центр (ТИНРО-Центр), г. Владивосток

Водоросли являются основным компонентом кормов для питания молоди трепанга, выращиваемой в заводских условиях. Для промышленного производства кормов необходимо использовать промысловый вид водорослей, обладающий широким ареалом произрастания, достаточными запасами, объемами для вылова, а также достаточно быстрым восстановлением запасов. Этим критериям отвечает водоросль сахарина японская.

Отсутствие или низкое содержание собственных пищеварительных ферментов на ранних стадиях развития трепанга затрудняет усвоение питательных веществ сахарины в кормах. Для решения этой проблемы перспективным направлением является использование в составе кормов для молоди трепанга ферментированных водорослей. С этой целью возможно применение готовых препаратов ферментных комплексов или пищеварительных ферментов морских животных, в частности иглокожих, показывающих, согласно литературным данным, высокую активность [Алексеева и др., 2003, Звягинцева и др., 2013, Рассказов, 2014].

Целью настоящей работы являлось изучение состава ферментированной сахарины для использования в составе комбикормов для молоди трепанга.

В качестве исходного материала для исследований использовали промысловую бурую водоросль сахарину японскую (*Saccharina japonica*), внутренности серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) и внутренности кукумари японской (*Cucumaria japonica*), а также пять ферментных препаратов (ЦеллоЛюкс-Ф, Вискофло, Оллзайм РТ, Оллзайм Вегпро, Оллзайм ВG).

При выполнении исследований по химическому составу водорослей использовали стандартные методы исследований [ГОСТ 26185-84]. В образцах водорослей определяли содержание воды, минеральных веществ, альгиновой кислоты. Общее содержание углеводов определяли антроновым методом [ГОСТ 26176]. Комплекс ферментов получали из мороженых внутренностей серого ежа и кукумари. Экстракция проводилась фосфатным буфером в течение 8 ч и при pH 5–8 [Рогов и др., 2014].

Предварительный анализ химического состава сахарины показал, что основным субстратом для действия ферментов являются углеводы, в первую очередь это альгиновая кислота и клетчатка. Условия обработки водорослей ферментными комплексами представлены на рисунке 1.



Рис. 1
Общая схема обработки сахарины ферментными комплексами иглокожих и промышленными ферментными препаратами

После ферментной обработки комплексом из внутренностей кукумарии основные изменения происходят в количественном составе углеводов. С увеличением pH в щелочную область возрастает степень гидролиза альгиновой кислоты, и ее количество уменьшается в 2,2 раза. Содержание легкогидролизуемых полисахаридов (ЛГП) в обработанных образцах увеличивается и находится на уровне 18,0–20,1 %. Одновременно происходит гидролиз клетчатки. Содержание клетчатки в обработанных образцах снижается до уровня 5,5–7,5 %.

Таблица 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ САХАРИНЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ФЕРМЕНТНЫМ КОМПЛЕКСОМ ИЗ ВНУТРЕННОСТЕЙ КУКУМАРИИ

Образец сахарины	ЛГП	Клетчатка	Альгиновая кислота
Необработанная	13,0	15,1	30,7
Обработка ферментным комплексом из внутренностей кукумарии при 30 °С			
при pH 5	18,7	6,7	19,1
при pH 6	18,4	7,0	19,7
при pH 7	18,0	7,5	14,6
при pH 8	20,1	5,5	13,8
Обработка при 45 °С			
при pH 5	14,0	5,8	29,1
при pH 6	18,4	8,1	23,9
при pH 7	14,0	5,9	24,9
при pH 8	17,5	4,5	22,8

При повышении температуры обработки до 45 °С во всех образцах сильнее идет гидролиз клетчатки, содержание которой снижается до 4,5 %, что ниже содержания клетчатки при обработке при 30 °С. Отмечается рост содержания ЛГП. Гидролиз основного компонента сахарины – альгиновой кислоты – проходит слабее, чем при 30 °С.

Проведенный анализ сахарины, обработанной ферментным комплексом из внутренностей серого морского ежа при 30 °С, показал, что в водоросли происходит деструкция полисахаридов и накопление ЛГП. С повышением рН до 8 в 2,3 раза уменьшается содержание альгиновой кислоты, клетчатки – в 2,5 раза. Максимальное содержание ЛГП выявлено в образце, обработанном при рН 8.

С увеличением температуры обработки до 45 °С гидролиз альгиновой кислоты усиливается, содержание уменьшается в 3,6 раза по сравнению с обработкой при температуре 30 °С. Количество ЛГП увеличивается до 22,8 % за счет перехода в эту категорию части альгиновой кислоты после ферментного гидролиза.

На основании проведенных исследований было установлено, что наиболее активное гидролитическое действие на полисахариды сахарины происходит при обработке рН 8. Обработку сахарины комплексом ферментов из внутренностей кукумарии рекомендуется проводить в следующих условиях: рН 8, гм 1 : 15, температура 30 °С, 24 ч. При использовании ферментного комплекса из внутренностей серого морского ежа обработку сахарины проводят при рН 8, гм 1 : 10, температура 45 °С, 24 ч.

Таблица 2
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ САХАРИНЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ
ФЕРМЕНТНЫМ КОМПЛЕКСОМ
ИЗ ВНУТРЕННОСТЕЙ СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА

Образец сахарины	ЛГП	Клетчатка	Альгиновая кислота
Необработанная	13,0	15,1	30,7
Обработка ферментным комплексом из внутренностей морского ежа при 30 °С			
при рН 5	17,0	7,4	16,0
при рН 6	17,1	6,7	15,5
при рН 7	18,1	7,5	13,1
при рН 8	20,5	5,4	12,9
Обработка при 45 °С			
при рН 5	14,0	8,9	20,2
при рН 6	20,3	7,8	19,3
при рН 7	20,0	12,3	15,0
при рН 8	22,8	8,7	8,6

Образец сахарины	Условия обработки	ЛГП	Клетчатка	Альгиновая кислота
<i>Необработанная</i>		5,7	17,4	35,5
Целлолюкс-F	рН 6; 55 °С	16,5	5,9	28,2
	рН 5; 60 °С	12,0	9,9	31,2
Вискофло	рН 6; 55 °С	10,0	12,1	31,8
	рН 6; 60 °С	14,4	10,7	28,0
Оллзайм ВG	рН 5; 40 °С	14,5	9,9	29,5
	рН 6; 55 °С	20,9	6,8	26,6
Оллзайм РТ	рН 5; 40 °С	8,5	14,5	33,3
	рН 6; 55 °С	18,9	4,5	26,5
Оллзайм ВегПро	рН 5; 40 °С	11,2	9,2	30,9
	рН 6; 55 °С	16,7	5,2	29,4

Целлолюкс-F и Вискофло МG одинаково влияют на содержание альгиновой кислоты и снижают ее количество с 35,5 % до 28,2 % и 28,0 % соответственно. При этом препарат Целлолюкс более активно воздействует на клетчатку в сахарине по сравнению с препаратом Вискофло, снижая её содержание с 17,4 % до 5,9 и 10,7 % соответственно. Закономерно увеличивается содержание ЛГП до 16,7 % и 14,4 % за счет перехода в эту категорию доли клетчатки и альгиновой кислоты после гидролиза.

Препараты группы Оллзайм также меняют соотношение углеводов, усиливая гидролиз альгиновой кислоты и клетчатки. При обработке сахарины в ней снижается содержание альгиновой кислоты до уровня 26,5–29,4 %, а клетчатки в 2,5–3,9 раз (до 4,5–6,8 %). Соответственно, увеличивается доля ЛГП до 16,7–20,9 %.

Таким образом, обработка водорослей ферментными препаратами способствует снижению в них количества альгиновой кислоты и клетчатки и, как следствие, увеличению ЛГП. Под действием комплекса ферментов активно протекает гидролиз высокомолекулярных полисахаридов, в результате снижается их вязкость при растворении кормов в воде, облегчая доступность корма молоди трепанга.

Полученные данные позволяют предположить, что использование обработанной сахарины в комбикормах для молоди трепанга будет более эффективно, чем натуральная водоросль.

Наиболее эффективно обработанные водоросли вводили в ранее разработанную рецептуру продукционного комбикорма [Кадникова и др., 2015].

Полученные комбикорма были переданы на биологические испытания для оценки кормовой эффективности. Контролем служил продукционный комбикорм на основе натуральной сахарины. Эффективность комбикормов оценивали по приросту массы тела особей (рис. 2).

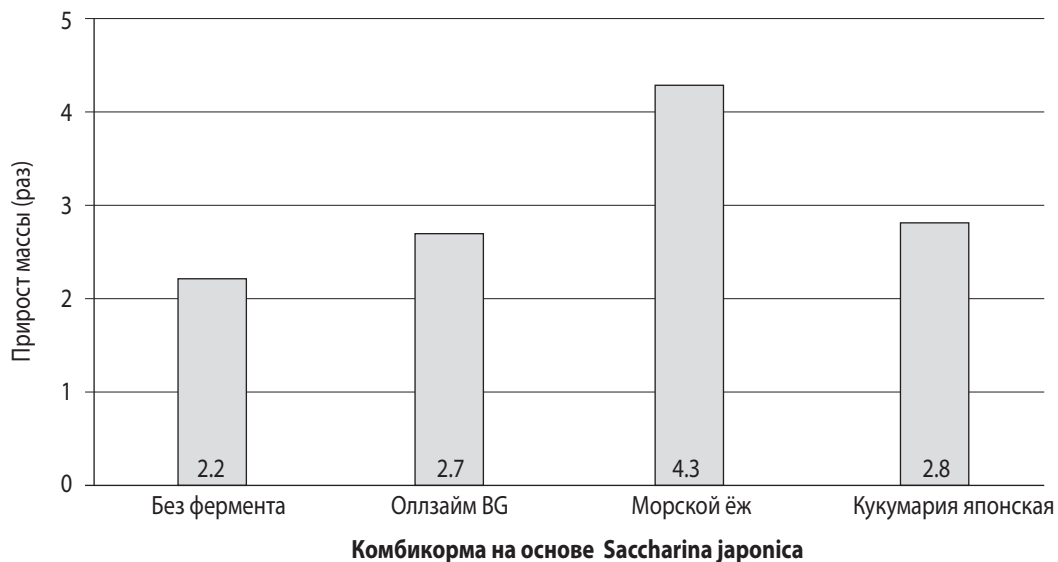


Рис. 2
Эффективность комбикормов на основе ферментированной сахарины

Биологические испытания показали, что прирост молоди трепанга при питании кормом на основе ферментированной сахарины выше, чем при использовании натуральной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеева З.Ю., Еникеев А.Х., Галынкин В.А. и др. Полиферментативный гидролиз полисахаридов водорослей *Laminaria saccharina* // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2009. № 6. С. 50–53.

ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. Введ. 01.01.93. М.: Стандартинформ, 2011. 10 с.

ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 01.01.85. М.: Изд-во стандартов, 1984. 53 с.

Звягинцева Т.Н., Кусайкин М.И., Ермаков С.П., Шевченко Н.М. Полисахариды бурых водорослей и ферменты морских организмов, катализирующие их превращения. Перспективы создания БАД и лекарств на основе полисахаридов и продуктов их трансформации // Исследования природных соединений в Тихоокеанском институте биоорганической химии им. Г.Б. Елякова. Владивосток: Дальнаука, 2013. 186 с.

Кадникова И.А., Аминина Н.М., Мокрецова Н.Д., Рогов А.М. Перспектива использования морских водорослей в биотехнологии кормов для марикультуры // Биотехнология: состояние и перспективы развития: мат-лы VII московского междунар. конгресса (г. Москва, 17–20 марта 2015 г.). М., 2015. С. 122–123.

Расказов В.А. Ферменты морских организмов и перспективы их использования в медицине и биотехнологии // Вестник ДВО РАН. 2014. № 1. С. 61–68.

Рогов А.М., Кадникова И.А., Аминина Н.М. Исследование влияния ферментативной обработки морских водорослей *Saccharina japonica* на ее химический состав // Химия и технология новых веществ и материалов: тез. докл. Всерос. молодеж. науч. конф. (г. Сыктывкар, 26–30 мая 2014 г.). С. 171–173.