

Ключевые слова:

корма, биотехнология, микроводоросли, макроводоросли, трепанг, прирост, кормовой коэффициент, промышленное выращивание

Keywords:

feed, biotechnology, microalgae, macroalgae, trepang, growth, feed ratio, industrial cultivation

Результаты производственной проверки технологии кормов из микро- и макроводорослей для промышленного выращивания трепанга

DOI

Доктор технических наук, старший научный сотрудник **И.А. Кадникова** – главный научный сотрудник лаборатории безопасности и морского растительного сырья; кандидат биологических наук, старший научный сотрудник **Н.М. Аминина** – заведующая лабораторией безопасности и морского растительного сырья; кандидат биологических наук **В.Д. Дзизюров** – руководитель группы Обособленного подразделения марикультуры на о. Попова; **И.Ю. Сухин** – начальник отдела планирования, организации и координации исследований в области аквакультуры – Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

@ irina.kadnikova@tinro-center.ru;
natalya.aminina@tinro-center.ru;
victor.dzizyurov@tinro-center.ru;
igor.sukhin@tinro-center.ru

THE RESULTS OF THE PRODUCTION VERIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF FEED FROM MICRO-AND MACROALGAE FOR THE INDUSTRIAL CULTIVATION OF TREPANG

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher **I.A. Kadnikova** – Chief Researcher of the Laboratory of Safety and Marine Plant Raw Materials; Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher **N.M. Aminina** – Head of the Laboratory of Safety and Marine Plant Raw Materials; Candidate of Biological Sciences **V.D. Dzizyurov** – head of the group of a separate division of mariculture on O. Popova; **I.Yu. Sukhin** – Head of the Department of Planning, Organization and Coordination of research in the field of aquaculture – Pacific Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (Pacific Branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok Pacific branch of the Russian Federal Institute of Fisheries and Oceanography, Vladivostok

Feed biotechnologies from micro- and macroalgae for trepang mariculture have been developed. The results of production tests confirmed their effectiveness in the industrial rearing of juvenile trepang. The use of feed gives an increase in the growth of juvenile trepang by 5.7 times with a decrease in the feed coefficient. Approbation of biotechnology has shown the feasibility of mass production of the developed feed for trepang mariculture.

Дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* (Selenka) – один из ценных объектов марикультуры, представляющий интерес для промышленности. В отличие от многих гидробионтов, эффективное получение молоди трепанга возможно только индустриальным способом в контролируемых (заводских) условиях.

Залогом успешного развития заводского культивирования беспозвоночных является наличие

доступных и эффективных кормов, отвечающих всем потребностям выращиваемой молоди. В настоящее время предприятия Дальнего Востока по разведению трепанга используют корма китайского производства.

Культивирование трепанга в заводских условиях – продолжительный процесс, занимающий несколько месяцев. За это время голотурии проходят несколько стадий – от микроскопи-

ческих личинок размером 400-500 мкм, до пигментированной жизнестойкой молоди с массой 0,3-0,5 г, готовой к расселению на донные плантации. На каждом этапе применяется соответствующий вид корма. На первом этапе, когда через 2 суток после оплодотворения икры личинки переходят на экзогенное питание, им требуется корм из микроводорослей. На втором этапе выращивания, от оседания личинки до момента появления 70-80% пигментированной молоди массой 30 мг, применяется стартовый корм из макроводорослей, а на третьем этапе – выращивании пигментированной молоди до массы 0,3 г и более – производственный корм, производимый также с использованием морских макрофитов [1].

В Тихоокеанском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») разработаны биотехнологии кормов из микро- и макроводорослей для всех этапов промышленного выращивания трепанга до стадии жизнестойкой молоди. В качестве живых кормов для личинок в искусственных условиях выращиваются культуры *Dunaliella salina*, *Chaetoceros muelleri*, *Phaeodactylum tricornutum*. Производство кормов для молоди трепанга основано на технологии ферментализации макрофитов [2; 3].

Для контроля стабильности качества кормов из микро- и макроводорослей и возможности их выпуска в обращение проведены производственные испытания, в ходе которых оценивалась эффективность кормов на разных стадиях выращивания трепанга – от личинок до жизнестойкой молоди.

Первая часть исследований, проводившихся на базе Обособленного подразделения аквакультуры «ТИНРО» на о. Попова (Приморский край), посвящена отработке режимов массового выращивания микроводорослей (рис. 1). Для обеспечения личинок трепанга живыми кормами, в течение всего периода планктонного развития разработан и успешно апробирован в заводских условиях режим многоциклического непрерывного выращивания микроводорослей с последовательным запуском циклов. Общий объем выращенной суспензии трех видов микроводорослей (*Dunaliella salina*, *Chaetoceros muelleri*, *Phaeodactylum tricornutum*) составил 200 тыс. л, что позволило обеспечить кормами личинок трепанга в течение всего периода выращивания до момента их оседания.

При культивировании в промышленных масштабах, процесс выращивания микроводорослей может занимать от 1 до 3 месяцев, в течение которого должна поддерживаться высокая чистота культуральной среды. В связи с этим был разработан и внедрен режим выращивания микроводорослей с использованием обеззараженной хлором морской воды, а также – метод концентрирования и хранения выращенных культур.

Вторая часть работ посвящена производственным испытаниям сухих кормовых смесей для выращивания молоди трепанга в заводских условиях. Для получения кормов использовали 2 вида промысловых макрофитов дальневосточного побережья: анфельцию тобучинскую *Ahnfeltia tobuchiensis*

Разработаны биотехнологии кормов из микро- и макроводорослей для марикультуры трепанга. Результаты производственных испытаний подтвердили их эффективность при промышленном выращивании молоди трепанга. Использование кормов дает увеличение прироста молоди трепанга в 5,7 раза при уменьшении кормового коэффициента. Апробация биотехнологии показала целесообразность массового производства разработанных кормов для марикультуры трепанга.

и зостеру морскую *Zostera marina*. Запасы этих макрофитов в прибрежье Приморья довольно значительны, что позволяет обеспечивать предприятия марикультуры кормами на основе местного сырья. Дополнительные компоненты сухих комбикормов также произведены преимущественно из местного сырья: мягкие ткани отходов от переработки моллюсков, рыбная и соевая мука, дрожжи, детрит, подорожник, метионин [4; 5].

Технологию изготовления сухих комбикормов апробировали в промышленных условиях на базе кормового цеха Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») (рис. 2)

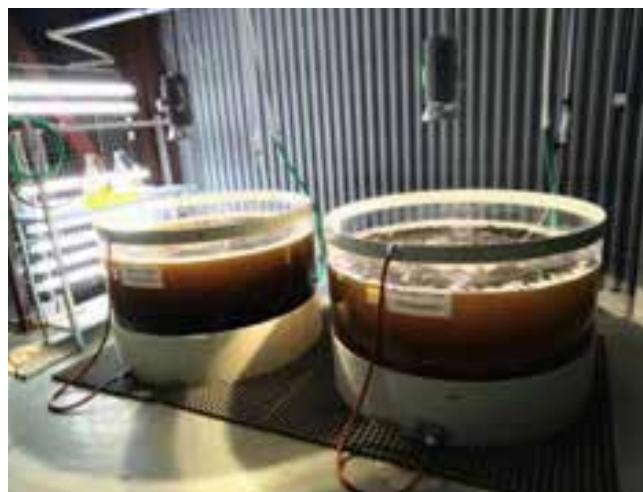


Рисунок 1. Живые корма из микроводорослей
Figure 1. Live food from microalgae

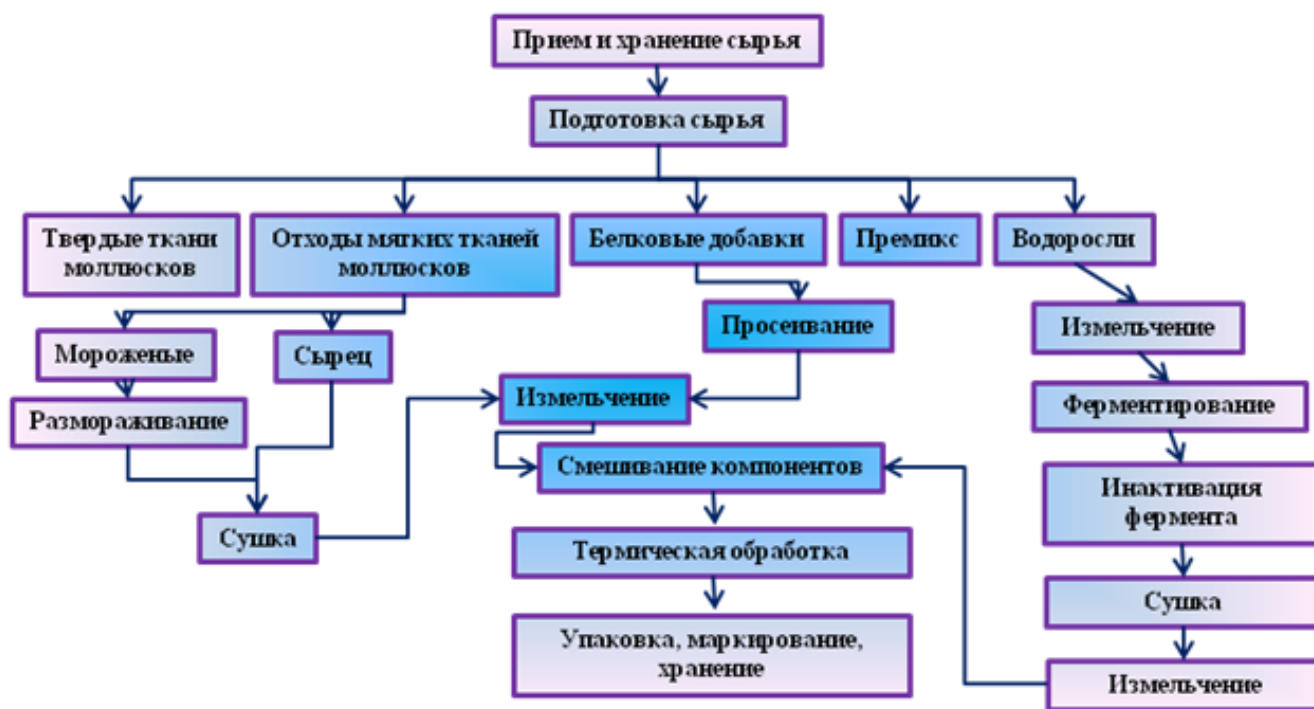


Рисунок 2. Технологическая схема получения промышленных комбикормов для молоди трепанга

Figure 2. Technological scheme for obtaining industrial compound feed juvenile sea cucumber

Сухие кормовые смеси представляют собой порошки тонкого помола с размером частиц 15,2-17,8 мкм. Качество опытных образцов комбикормов соответствует требованиям, установленным ТУ 9283-366-00472012-2015 на производство комбикорма для молоди трепанга. Полученная опытная партия стартового комбикорма содержала 26,6% белка, 25,0% минеральных веществ и 23,0% легкогидролизуемых углеводов. Продукционный корм включал больше минеральных веществ (29,3%), меньше белка (21,5%) и углеводов (20,8%) (табл. 1).

Индустриальные испытания опытных партий кормов для молоди трепанга проводили в заводских условиях (рис. 3).

При апробации стартового комбикорма использовали непигментированную молодь трепанга размером менее 1 см (массой до 30 мг), продукционного комбикорма – пигментированную молодь размером от 1 см до 3 см массой 30 мг до 300 мг. Количество особей в каждом варианте опыта соответствовало требованиям технологических нормативов [1]. Эффективность применения в индустриальных условиях комбикормов оценивали по таким рыбоводно-биологическим показателям как абсолютный прирост молоди трепанга, среднесуточный прирост, кормовой коэффициент [6; 7].

В ходе экспериментов молодь трепанга активно потребляла комбикорма и хорошо росла. Видимых отклонений в ходе развития молоди не отмечено (рис. 4).

За период экспериментального кормления масса особей трепанга увеличилась в 5,7 раза, при ве-

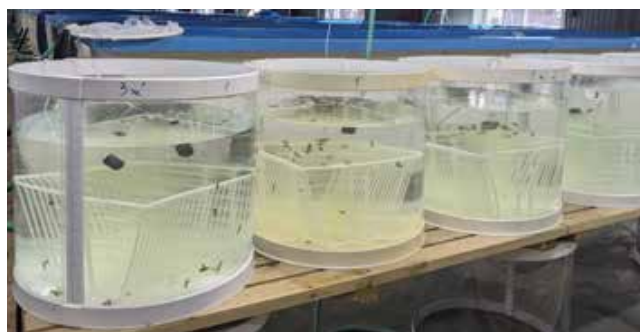


Рисунок 3. Производственные испытания комбикормов в цехе по культивированию трепанга

Figure 3. Production tests of compound feed in the trepanng cultivation workshop

личине кормового коэффициента 2,0. Масса одной особи увеличилась в среднем с 152,9 до 885,1 мг, абсолютный прирост составил 722,3 мг, среднесуточный прирост – 40,0 мг/сут (рис. 5).

Результаты производственных испытаний подтвердили, что разработанная отечественная технология производства кормов для личинок и молоди трепанга позволяет организовать высокоэффективное промышленное выращивание молоди морского огурца. Технологический процесс обеспечивает стабильность и сохранность качества кормов для молоди трепанга, изготовленных по разработанной рабочей документации. По результатам производственных испытаний определена целесообразность массового производства этой продукции для применения на предприяти-

Таблица 1. Данные по питательной ценности промышленных комбикормов /
Table 1. Nutritional data for industrial compound feed

Содержание, % сухого вещества	Комбикорма	
	Стартовый	Производственный
Сырой золы	25,0	29,3
Сырого протеина	26,6	21,5
Сырых липидов	2,4	2,6
Углеводов:		
в т.ч. сырой клетчатки	12,2	14,7
ЛГП	23,0	20,8
Энергетическая ценность, ккал/100 г	220,0	192,6

Примечание: ЛГП – легкогидролизуемые полисахариды



Рисунок 4. Молодь трепанга, выращенная с использованием промышленных комбикормов

Figure 4. Juvenile trepang reared using industrial compound feeds

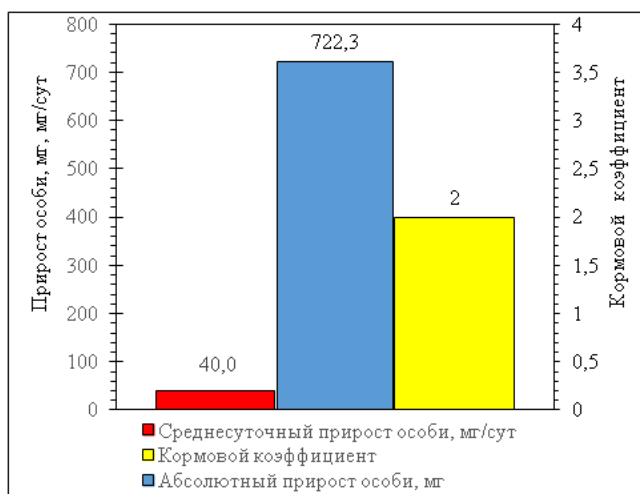


Рисунок 5. Результаты производственных испытаний комбикормов

Figure 5. The results production tests of compound feed

ях марикультуры Приморья. Производственные мощности отдела экспериментального кормопроизводства Тихоокеанского филиала «ВНИРО» («ТИНРО») позволяют получать до 0,5 т кормов. Это может обеспечить потребности марикультурного цеха, производящего до 7 млн особей молоди трепанга.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Инструкция по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях /сост. Н.Д. Мокрецова, Г.И. Викторовская, И.Ю. Сухин, В.Д. Дзизюров, Г.Н. Курганский, О.Б. Гостюхина. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012. – 81 с.

1. Instructions for the technology of obtaining viable sea cucumber fry in the factory / comp. N.D. Mokretsova, G.I. Viktorovskaya, I.Yu. Sukhin, V.D. Dzizyurov, G.N. Kurgansky, O.B. Gostyukhina. - Vladivostok: TINRO-Center, 2012. - 81 p.

2. Рогов А.М. Исследование влияния ферментации сахарины японской на химический состав комбикормов для молоди трепанга/ А.М.Рогов // Известия ТИНРО. – 2017. – № 4. – Т 190. – С.196-203.

2.Rogov A.M. Investigation of the effect of Japanese saccharin fermentation on the chemical composition of compound feed for sea cucumber fry/ A.M.Rogov // Izvestiya TINRO. – 2017. – № 4. – Т 190. – Pp.196-203.

3. Рогов А.М. Влияние ферментной обработки на химический состав сахарины японской/ А.М.Рогов, И.А.Кадникова, Н.М. Аминина //Вестник КамчатГТУ. – 2016. –№38. –С.44–50.

3.Rogov A.M. The effect of enzyme processing on the chemical composition of Saccharina japonica / A.M. Rogov, I.A. Kadnikova, N.M. Aminina // Bulletin of Kamchatka State Technical University. – 2016. – №38. – Pp. 44-50. DOI: 10.17217/2079-0333-2016-38-44-50

4. Патент РФ 121 324. Способ получения стартового комбинированного корма для молоди трепанга и его применение/ Н.Д. Мокрецова, Г.И.Викторовская, В.Д.Дзизюров, Л.В.Шульгина // Опубл. 20.11.2014. – Бюл. № 32.

4.Patent of the Russian Federation 121 324. Method for obtaining a starter combined feed for juvenile trepang and its application / N.D. Mokretsova, G.I. Viktorovskaya, V.D. Dzizyurov, L.V. Shulgina // Published. 20.11.2014. – Bull. № 32.

5. Патент РФ 121 328. Способ получения производственного комбинированного корма для молоди трепанга и его применение/ Н.Д.Мокрецова, Г.И.Викторовская, В.Д. Дзизюров, Л.В.Шульгина // Опубл. 20.11.2014. – Бюл. № 32.

5. Patent of Russian Federation 121 328. Method for obtaining a production combined feed for sea cucumber fry and its application / N.D. Mokretsova, G.I. Viktorovskaya, V.D. Dzizyurov, L.V. Shulgina // Published. 20.11.2014. – Bull. № 32.

6. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Минск, 1956.

6. Vinberg G.G. The intensity of metabolism and nutritional needs of fish / G.G. Vinberg// Minsk, 1956.

7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966.

7. Pravdin I.F. Guide to the study of fish / I.F. Pravdin// M.: Food industry, 1966.