

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**



Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЫБНОЙ  
ОТРАСЛИ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Материалы IV Национальной  
научно-технической конференции**

(Владивосток, 18 декабря 2020 года)

Электронное издание

**Владивосток  
Дальрыбвтуз  
2021**

УДК 639.2+338.439  
ББК 65.35+65.5  
И66

### **Организационный комитет конференции:**

**Председатель** – Щека Олег Леонидович, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

**Зам. председателя** – Шестак Ольга Игоревна, канд. ист. наук, доцент, начальник научного управления ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

**Секретарь** – Образцова Елизавета Юрьевна, главный специалист научного управления.

### **Адрес оргкомитета конференции:**

690087, г. Владивосток  
ул. Луговая, 52б  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
Тел./факс: 8 (423) 2-44-11-76  
[http:// www.conf.dalrybtuz.ru](http://www.conf.dalrybtuz.ru)  
e-mail: dalrybtuz-conf@mail.ru

**И66 Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации** : материалы IV Нац. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (34,2 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2021. – 480 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-748-6

Приведенные материалы охватывают широкий спектр инновационного развития рыбной отрасли, рациональной эксплуатации ресурсов Мирового океана, производства продуктов из водных биологических ресурсов, совершенствования техники, технологии продуктов питания и управления качеством, а также эксплуатацию водного транспорта и безопасность мореплавания, гуманитарные и социально-экономические аспекты развития рыбной отрасли.

Представлены результаты научных исследований ученых Дальрыбвтуза и других вузов России.

УДК 639.2+338.439  
ББК 65.35+65.5

ISBN 978-5-88871-748-6

© Дальневосточный государственный  
технический рыбохозяйственный  
университет, 2021

**Людмила Анатольевна Боцун**

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук (ННЦМБ ДВО РАН), аспирант, Россия, Владивосток, e-mail: 3615-x@mail.ru

**Сергей Иванович Масленников**

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук (ННЦМБ ДВО РАН), старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, доцент, Россия, Владивосток, e-mail: 721606@mail.ru

**Ольга Геннадьевна Шевченко**

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук (ННЦМБ ДВО РАН), Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, доцент, Россия, Владивосток, e-mail: 713553@mail.ru

**Анна Андреевна Пономарева**

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук (ННЦМБ ДВО РАН), младший научный сотрудник, кандидат биологических наук, Россия, Владивосток, e-mail: anyuta\_panda@mail.ru

**Мария Александровна Шульгина**

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук (ННЦМБ ДВО РАН), младший научный сотрудник, Россия, Владивосток. e-mail: annekee@mail.ru

**Выращивание микроводоросли *Skeletonema* sp. под открытым небом для кормовых целей в аквакультуре**

*Аннотация.* В настоящий момент интенсивное культивирование микроводорослей применяется для производства биологически активных добавок, удобрения почв, повышения продуктивности водоемов. Диатомовые микроводоросли рода *Skeletonema* широко применяются в качестве стартовых кормов в аквакультуре, для чего необходима биотехника широкомасштабного выращивания. Проводился эксперимент по культивированию микроводорослей под открытым небом *Skeletonema* sp., выделенной из фитопланктона бухты Парис. Получена устойчивая культура объемом 1 т за 64 дня в июле 2020 г.

*Ключевые слова:* микроводоросли, культивирование, плотность, биомасса, *Skeletonema* sp. промышленное выращивание.

**Liudmila A. Botsun**

A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (NSCMB FEB RAS), graduate student, Russia, Vladivostok, e-mail: 3615-x@mail.ru

### **Sergei I. Maslennikov**

A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, (NSCMB FEB RAS), senior research officer, PhD in biological sciences, associate professor, Russia, Vladivostok, e-mail: 721606@mail.ru

### **Olga G. Shevchenko**

A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, (NSCMB FEB RAS), Far Eastern State Technical Fisheries University, senior research officer, PhD in biological sciences, associate professor, Russia, Vladivostok, e-mail: 713553@mail.ru

### **Anna A. Ponomareva**

A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (NSCMB FEB RAS), junior researcher, Russia, Vladivostok, e-mail: anyuta\_panda@mail.ru

### **Mariya A. Shulgina**

A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (NSCMB FEB RAS), junior researcher, Russia, Vladivostok, e-mail: annekee@mail.ru

## **Cultivation microalgae *Skeletonema* sp. in the open air for feed purposes in aquaculture**

*Abstract.* At present intensive cultivation of microalgae used for the production of dietary supplements, soil fertilization, increasing the productivity of reservoirs. Diatom microalgae of the *Skeletonema* widely used as starter feed in aquaculture what is biotechnology for large-scale cultivation needed for. An experiment was conducted on the cultivation of microalgae open air *Skeletonema* sp. isolated from the phytoplankton of Paris Bay. Resistant culture obtained with volume 1 ton for 64 days in July 2020.

*Keyword:* microalgae, density, cultivation, biomass, *Skeletonema*, industrial cultivation.

*Skeletonema* – это род диатомовых водорослей в семействе *Skeletonemataceae*. Род *Skeletonema* был установлен Р.К. Гревиллем в 1865 г. для одного вида – *S. barbadense*, обнаруженного в донных осадках у о. Барбадос. Длина клеток колеблется от 2 до 61 микрометра, а диаметр – от 2 до 21 микрометра. Обычно они встречаются в неретической зоне океана и способны за счет быстрого роста вызывать цветения в прибрежных водах [1].

Ключевой особенностью этого класса является образование кремнистых панцирей, покрывающих клетку, и многие из них используются в качестве корма для аквакультуры [2]. Отмечено, что наличие в фитопланктоне диатомовой водоросли скелетонемы (*Skeletonema costatum*) существенно снижает восприимчивость устриц к различным инфекциям [3]. Характерным свойством пелагических диатомей рода *Skeletonema* является формирование колоний при помощи различных типов соединений (Суханова, 1981), что, с одной стороны, в значительной мере способствует плавучести, а с другой – препятствует выеданию зоопланктоном. Наличие в экосистеме хищника с избирательным предпочтением к размерам жертвы может изменить длину цепочек [4].

Целью эксперимента была проверка возможности выращивания микроводоросли под открытым небом, объемом не менее 1 т. В процессе исследования решались задачи исследования численности микроводорослей *Skeletonema* sp. в маточной культуре, при искус-

ственном освещении, биотехники наращивания культуры до объемов 100 л и 200 л при искусственном освещении и выращивание культуры при естественном освещении под открытым небом объемом до 1 т.

Работы по выделению *Skeletonema* sp. проводились на базе Приморского океанариума ННЦМБ ДВО РАН. Культура планктонной диатомовой водоросли рода *Skeletonema* была выделена М.А. Шульгиной из пробы морской воды, собранной в конце мая 2019 г. в бухте Парис, Амурский залив, Японское море. Сбор материала проводили при помощи 5-литрового батометра Нискина с горизонта 0,5 м. Из части пробы стерильным капилляром изолировали отдельные колонии *Skeletonema*, состоящие из нескольких клеток. Каждую колонию отмывали от сопутствующих водорослей в стерильной морской воде 5–7 раз, каждый раз заменяя капилляр. После отмывания колонию переносили в лунку культурального планшета с 250 мкл питательной среды F/2. Планшет с изолированными образцами помещали в климатостат с температурой 18 °С, освещенностью 3500 лк [5] и светотемновым периодом 12 ч свет : 12 ч темнота. При увеличении количества колоний культуру переносили в культуральные пробирки с питательной средой объемом 50 мл для последующего культивирования. Выделение культур проводили с помощью инвертированного микроскопа Axiovert A.1 Carl Zeiss.

Культура объемом 15 мл были привезена на МБС «Запад» (рис. 1) из коллекции Приморского океанариума ННЦМБ ДВО РАН для содержания и выращивания.

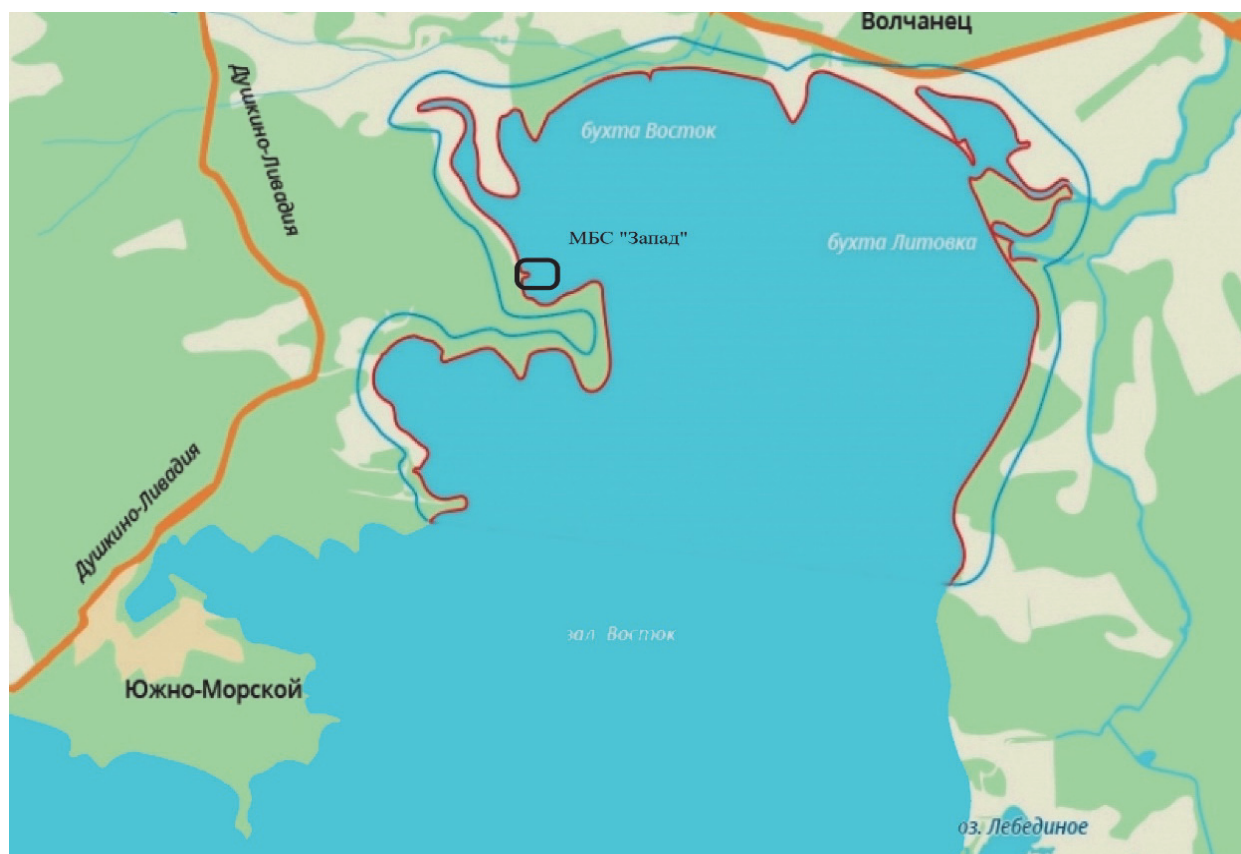


Рисунок 1 – Карта залива Восток, МБС «Запад»

Культуру поместили в колбу Эрленмейера с питательным раствором F/2 на стерильной морской воде объемом 200 мл. Для выращивания маточной культуры использовали 200 мл питательной среды и 2 мл базовой культуры из коллекции микроводорослей. Колбу экспонировали в лаборатории на полке с искусственным освещением фитолампы СПБ-Т8 600 мм мощностью 8 Вт, 3500 лк. Световой режим: 12 ч – свет, 12 ч – тьма. Температура в пределах 18–22 °С. Подсчет численности клеток производили в течение недели под

световым микроскопом ZEISS Primo Star в счетной камере объемом 1 мл до пересеивания маточной культуры (рис. 2). Биомассу считали по аналогии с микроводорослью *Skeletonema costatum* (рис. 3).

Численность культуры микроводорослей *Skeletonema* sp. при посадке в колбу 200 мл была 1,2 млн кл./л. Через 7 дней численность достигла 34,9 млн кл./л (см. рис. 2). Рост численности клеток практически идеально описывался экспоненциальной функцией. Биомасса микроводоросли *Skeletonema* sp. при посадке в колбу 200 мл составляла 6,9 мг/м<sup>3</sup>. Через 7 дней биомасса достигла 201 мг/м<sup>3</sup> (рис. 3).

Через неделю объем емкости для культивирования был увеличен до 4-литровых емкостей в количестве 8 шт. Момент рассадки культуры в новые емкости определялся по наличию видимого осадка. Нарращивание проходило в течение 19 дней. Далее культуру пересадили в две емкости объемом 100 л, где наращивали в течение 9 дней. После 100-литровых емкостей микроводоросли пересадили в 300-литровые емкости. Подращивали в течение 12 дней общим объемом 1200 л культуры (по 200 л на емкость). Далее культуру пересаживали на уличную емкость под открытым небом объемом 1 т. Подращивание в уличной ванне происходило в течение 9 дней. Общий ход выращивания представлен в таблице. Общий ход наращивания культуры до 1 т также хорошо описывается экспоненциальной функцией (рис. 4).

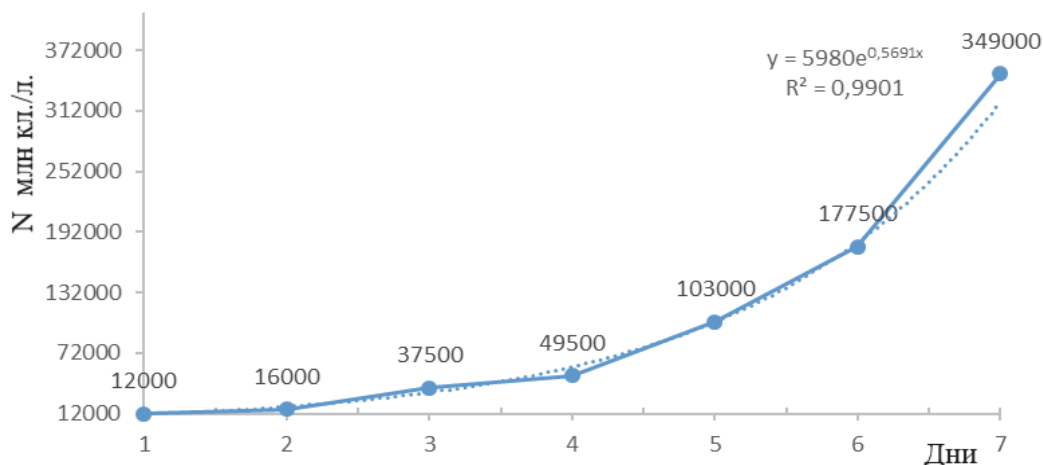


Рисунок 2 – Рост численности микроводоросли *Skeletonema* sp. в маточной культуре в колбе объемом 200 мл

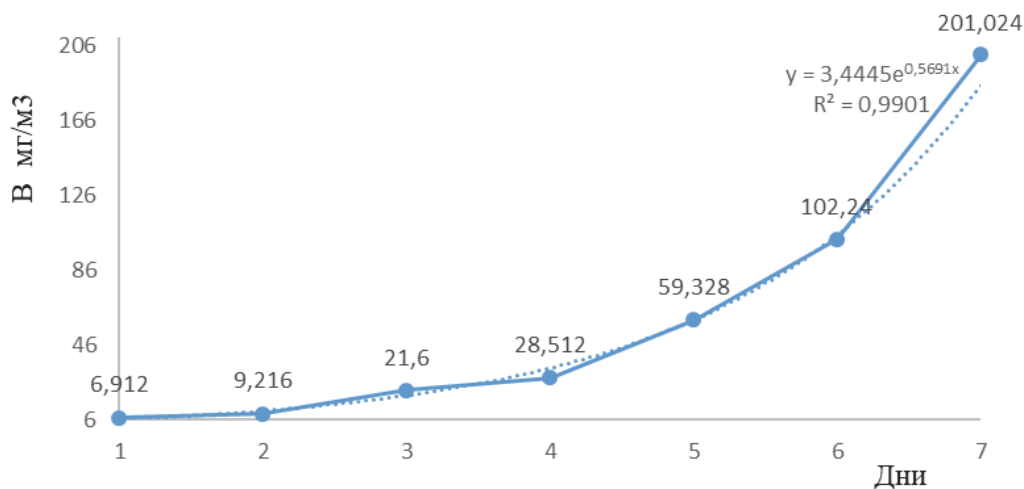


Рисунок 3 – Рост биомассы микроводоросли *Skeletonema* sp. в маточной культуре в колбе объемом 200 мл

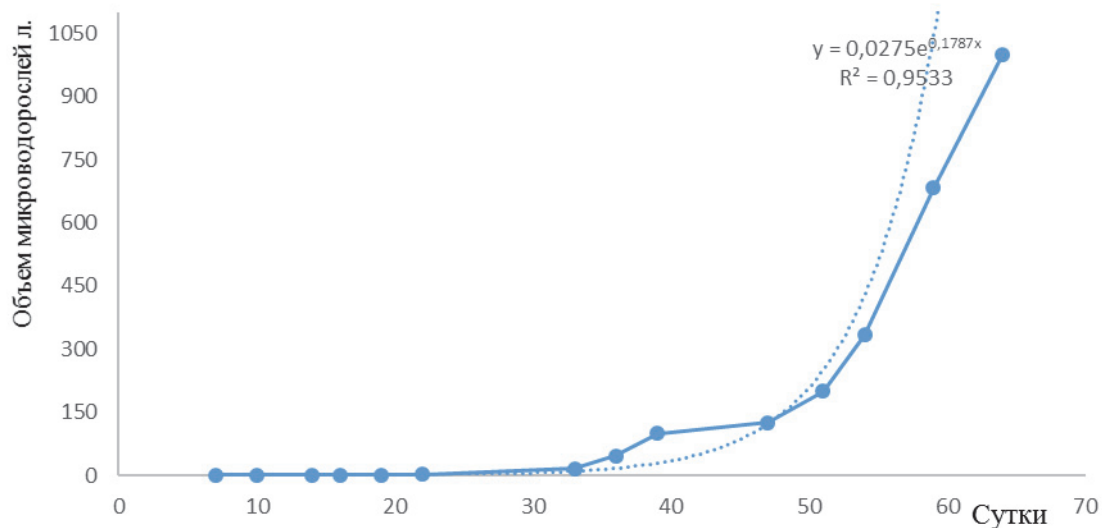


Рисунок 4 – Рост объемов выращивания культуры *Skeletonema* sp. при опытно-промышленной биотехнике

Культуру микроводорослей применяли в качестве корма личинкам мохнаторукого краба, ежедневно по 40 л. Этот же объем восполняли доливом питательной среды. Этот процесс продолжали в течение одного месяца. После чего емкость мыли содой и пресной водой, затем заново заполняли новой культурой, выращенной в помещении. Данный процесс повторяли, пока личинки мохнаторукого краба не пройдут все стадии развития до оседания, в течение 5 недель.

Проведенный эксперимент показал возможность применения биотехники выращивания *Skeletonema* sp. под открытым небом для применения в качестве корма.

Использование различных емкостей при выращивании культуры микроводорослей *Skeletonema* sp. до 1 т

Дни выращивания, сут	Количество емкостей, шт.	Объем культуры микроводорослей, л	Объем добавленной питательной среды F/2, л	Объем культуральной емкости, л
1–7	1	0,002	0,2	0,2
7–10	2	0,1	0,15	4
11–14	2	0,25	0,4	4
14–16	2	0,65	0,6	4
16–19	2	1,250	1,750	4
20–22	2	3	1	4
23–26	4	2	2	4
27–29	8	2	2	100
30–33	2	16	30	100
33–36	2	46	54	100
36–39	2	100		200
40–44	2	50	75	200
44–47	2	125	75	200
48–51	6	66	50	200
51–54	6	116	84	1000
55–59	1	333	350	1000
59–64	1	683	317	1000

### Библиографический список

1. Jung S.W. From Wikipedia, the free encyclopedia Morphological Characteristics of Four Species in the Genus *Skeletonema* in Coastal Waters of South Korea // *Algae*. – Vol. 24. – P. 195–203. – <https://en.wikipedia.org/wiki/Skeletonema> (дата обращения: 15.12.20).
2. Kirsten Heimann Roger Huerlimann. Chapter 3 - Microalgal Classification: Major Classes and Genera of Commercial Microalgal Species // *Biotechnology Advances*. – 2015. – P. 25–41.
3. Переладов М.В. Структура биотопа и современное состояние поселений устриц (*Ostrea edulis*) в озере Донузлав, п-ов Крым, Чёрное море // *Тр. ВНИРО*. – 2016. – Т. 163. – С. 36–47.
4. Федоров А.В., Лифанчук А.В. Механизмы регуляции числа клеток в клеточной цепи диатомей // *Вопр. современной альгологии*. – 2019. – № 1(19).
5. Суй Силинь, Ляо Юйлинь, Шэнь Сяо. Разведение в морской воде. Разведение трепанга. – М.: Сельское хоз-во, 1990. – 307 с.