

Культивирование тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) в моно- и поликультуре в северной части Охотского моря

DOI

Канд. биол. наук

В.С. Жарников – научный сотрудник лаборатории ихтиологии, Институт биологических проблем Севера ДВО РАН (ИБПС ДВО РАН), г. Магадан;

д-р биол. наук **А.А. Смирнов** – главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, профессор кафедры биологии и химии, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»); Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), г. Магадан

@ lzharnikov@mail.ru
andrsmir@mail.ru

CULTIVATION OF THE PACIFIC MUSSEL *MYTILUS TROSSULUS* (BIVALVIA: MYTILIDAE) IN MONO-AND POLYCULTURE IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

Candidate of biological sciences **V.S. Zharnikov** – researcher at the Laboratory of ichthyology, Institute of biological problems of the North, Feb RAS (Ibps Feb RAS),
Doctor of biology, Professor **A.A. Smirnov** - chief researcher, Department of marine fish of the Far East, laboratory of biology and chemistry, all-Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow; Northeastern State University (SVGU) (SVSU) Magadan

The growth of various size groups of mussels in the Veselaya Bay of the Tauyskaya Bay, grown in mono - and polyculture in suspended cages in the sea, was analyzed. The maximum growth was observed in mussels of the size group 10-20 mm at the age of 2 years. Shellfish grew more slowly at the age of 3-5 years. The growth rate of mollusks of all size groups in the polyculture was higher than in the monoculture. The percentage of elimination of mussels of all age groups in the polyculture was significantly lower. The forecast of growth of mussels of various size groups in poly - and monoculture in suspended cages in the first, second and third growth seasons in Veselaya Bay is made. The efficiency of cultivation of mussels in the northern part of the sea of Okhotsk together with other edible mollusks: makoma and miya is shown.

Ключевые слова:

мидии, размерная группа, темп роста, культивирование, поликультура, монокультура, подвесные садки

Keywords:

mussels, size group, growth rate, cultivation, polyculture, monoculture, hanging cages

ВВЕДЕНИЕ

За 2006-2018 гг. объём мирового рыболовства не менялся (около 90 млн т), в то время как производство аквакультуры (включая марикультуру) выросло почти в два раза с 47 до 82,1 млн т и продолжает расти [1]. Двустворчатые моллюски – перспективный объект марикультуры и считаются одним из эффективных способов получения дешевого белка животного происхождения [2].

В северной части Охотского моря среди всех обитателей макробентоса наибольшая биомасса отмечена у мидий (*Mytilus trossulus*) [3]. Этот вид может рассматриваться как объект, пригодный для промысла и марикультуры [4; 5]. В случае применения классического испанского метода культивирования или его беломорской модификации потребуется не менее 3-4 сезонов роста [6]. С целью сокращения сроков выращивания до 1-2 сезонов роста и получения мидий товарного размера, была предложена иная технология культивирования моллюсков, основанная на сборе мидий на литорали, с последующей пересадкой в под-

весные садки для дальнейшего их подращивания. Такой эксперимент был проведен в 2020 г. с подсадкой в садки к мидиям других видов двустворчатых моллюсков (*Macoma balthica*, *Mya uzenensis*), которые также пригодны для выпуска различной пищевой продукции [7].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы проводились в бухте Весёлая Тауйской губы в северной части Охотского моря в начале июня 2020 г. На литорали нижнего горизонта производился сбор мидий. Все моллюски были измерены, пронумерованы и распределены по размерным группам: 10-20, 20,1-30 и 30,1-40 мм. Промаркированных особей по 40 экз. каждой размерной группы помещали в отдельные садки (по три садка на группу). Все садки имели размеры 50×30×30 см. Дополнительно к помеченным моллюскам подсаживали мидий и других представителей двустворчатых моллюсков (*M. balthica* и *M. uzenensis*) таким образом, чтобы общая биомасса в садке составила 4 кг/м²,

при соотношении видов: 50% мидий, 25% мий и 25% маком (поликультура). Также были организованы садки только с мидиями (монокультура). Всего было измерено и промаркировано 720 экз. мидий.

В июне 2020 г. садки с двустворчатými моллюсками закрепили к плавучей установке, находящейся в бух. Весёлая, на расстоянии 1,5 м друг от друга между буйками и опустили на глубину 1,5 м от поверхности воды (рис. 1). В октябре все промаркированные мидии были изъяты из воды, вновь измерены и рассчитаны их приросты. Кроме этого, оценивали смертность мидий в садках (%).

Статистические сравнения проводили с помощью дисперсионного анализа. В тексте и на графиках, в качестве показателя варьирования признака, указана ошибка среднего.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У мидий в моно- и поликультуре, наибольший прирост длины раковины отмечен у размерной группы 10-20 мм. За один сезон роста (июнь-октябрь) прирост длины раковины мидии размерной группы 10-20 мм в возрасте 2 года в поликультуре составил $17,5 \pm 1,1$ мм. В монокультуре прирост этой группы был ниже – $12,8 \pm 0,4$ мм. Несколько медленнее росли моллюски с длиной раковины 20,1-30 мм в возрасте 3 года. В поликультуре прирост за наблюдаемый период составил $12,2 \pm 0,9$ мм, в монокультуре – $9,2 \pm 0,5$ мм. У более крупных особей размерной группы 30,1-40 мм в возрасте 4-5 лет приросты длины раковины за сезон составили $6,6 \pm 0,7$ мм и $5,1 \pm 0,5$ мм в поли- и монокультуре, соответственно (рис. 2А, Б).



Рисунок 1. Плавучие установки с моно- и поликультурой, размещённые в бух. Весёлая в районе мыса Восточный

Figure 1. Floating installations with mono- and polyculture, located in the Veselaya Bay in the area of the Eastern Cape

Проведен анализ роста различных размерных групп мидий в бухте Весёлая Тауйской губы, подращиваемых в моно- и поликультуре в подвесных садках в море. Максимальные приросты отмечены у мидий размерной группы 10-20 мм в возрасте 2 года. Медленнее росли моллюски в возрасте 3-5 лет. Темп роста моллюсков всех размерных групп в поликультуре был выше, чем в монокультуре. Процент элиминации мидий всех возрастных групп в поликультуре был значительно ниже. Составлен прогноз роста мидий различных размерных групп в поли- и монокультуре в подвесных садках в первый, второй и третий сезоны роста в бухте Весёлая. Показана эффективность культивирования мидий в северной части Охотского моря совместно с другими съедобными моллюсками: макомой и мией.

Снижение относительных приростов раковин с увеличением размерной группы моллюсков было более выраженным, чем абсолютных приростов. Размерная группа 10-20 мм имела наиболее высокие относительные приросты. Так, например, в поликультуре за сезон длина их раковины увеличилась более чем в два раза – на $116,6 \pm 6,3\%$. В то же время у мидий размером 30,1-40 мм длина раковины увеличилась в среднем на $18,8 \pm 2\%$ и $14,5 \pm 1,5\%$ в поли- и монокультуре, соответственно. Темп линейного роста мидий в поликультуре достоверно отличался от роста мидий, находящихся в садках в монокультуре, с уровнем значимости выше $p < 0,05$.

Показатели смертности в поликультуре и монокультуре имели существенные отличия. Так, у мидий с длиной раковины 10-20 мм, выращенных в поликультуре, элиминировало 9,5%, а в монокультуре – 14,3% особей. Смертность мидий размерной группы 20-30 мм составила в поли- и монокультуре – 8,3 % и 12,5%, соответственно. Несколько меньше элиминировало мидий с длиной раковины 30-40 мм: в монокультуре – 10,8%, а самые низкие показатели смертности (6,5%) отмечены в садках с поликультурой. В монокультуре процент смертности по всем размерным группам превышал аналогичные показатели в поликультуре.

Известно, что у мидий, находящихся в толще воды – в садках, на плотках и т.д., темп роста выше, чем на литорали [8]. Разница в скорости роста мидий, находящихся в пелагиали и сублиторали, возможно, обусловлена различием в количестве и качестве доступной пищи и температурой воды [9]. По-видимому, вещества, выделяемые моллюсками, способствуют цветению водорослей и образованию скопления зоопланктона в местах размещения марикультурных установок. Вероятно, в поликультуре

Таблица 1. Прогноз роста мидий (мм) в подвесных садках в первый, второй и третий сезоны роста в бух. Весёлая / **Table 1.** Forecast of growth of mussels (mm) in suspended cages in the first, second and third growth seasons in Veselaya Bay

Время экспонирования Размерная группа, мм	Длина раковины мидии (мм) в 1 сезон роста (4-5 месяцев)	Длина раковины мидии (мм) во 2 сезон роста (16-17 месяцев)	Длина раковины мидии (мм) в 3 сезон роста (28-29 месяцев)
Монокультура 10-20	20-35	30-45	36-51
Поликультура 10-20	20-40	30-46	40-52
Монокультура 20-30	30-40	36-46	41-51
Поликультура 20-30	32-45	38-52	44-56
Монокультура 30-40	35-46	40-50	45-54
Поликультура 30-40	36-48	41-54	46-59

качество и количество доступной пищи у моллюсков больше, чем в монокультуре. Снижение пищевой конкуренции и увеличение количества пищи, возможно, способствовали высокому темпу роста мидий в поликультуре. На основании полученных данных мы составили прогноз роста мидий в поли- и монокультуре (табл. 1).

При культивировании мидий в подвесных садках в бух. Весёлая ежегодно можно выращивать моллюсков до товарного размера (более 35 мм). При достижении мидиями промыслового размера их можно изымать из садков, оставляя остальных для дальнейшего подращивания. При культивировании более одного сезона все установки «длинная линия» в конце октября подтапливаются с помощью дополнительных грузов, таким образом, чтобы садки могли находиться в зимнее время на глубине 3-4 м от поверхности моря и не имели контакта с грунтом. В конце мая-начале июня (в зависимости от ледовой обстановки) установку с мидиями необходимо поднять на поверхность моря для дальнейшего экспонирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведенного эксперимента показали, что моллюски в поликультуре растут лучше, чем в монокультуре. Так, у мидий с длиной раковины 10-20 мм в поликультуре темп роста был выше, по сравнению с ростом в монокультуре на 36,7%, у 20,1-30 мм – на 32,6%, а у размерной группы 30,1-40 мм – на 29,4%. Вместе с тем, наиболее перспективными для подращивания в поликультуре являются особи с длиной раковины 30,1-40 мм, так как такие особи интенсивно растут за один сезон роста (июнь-октябрь), очищаются от песка, ила и достигают товарного размера (более 38 мм).

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития / Рим: Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. – 2018. – 209 с.
1. FAO. State of the world fisheries and aquaculture 2018-Achieving the sustainable development goals / Rome: License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. - 2018 - 209 p.
2. Федоров А.Ф. Продукционные возможности мидии (*Mytilus edulis* L.) в марикультуре Мурмана / А.Ф. Федоров // Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР. 1987.102 с.
2. Fedorov A. F. Production opportunities of mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Murman mariculture / A. F. Fedorov // Apatity: Ed. Kola branch of the USSR Academy of Sciences. 1987.102 p.
3. Иванова М.Б., Цупало А.П. Состав и распределение сообществ макробентоса на литорали Тауйской губы (Охотское море) / М.Б. Иванова, А.П. Цупало // Изв. ТИНРО. 2011.Т. 166. С. 180-199.
3. Ivanova M. B., Tsupalo A. P. Composition and distribution of macrobenthos communities in the littoral of the Tau Bay (sea of Okhotsk) / M. B. Ivanova, A. P. Tsupalo // Izv. TINRO. - 2011. - Т. 166. - P. 180-199.
4. Жарников В.С. Динамика численности личинок мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: *Mytilidae*) в меропланктоне и их оседание на коллекторы и на литораль в бух. Весёлая Тауйской губы Охотского моря / В.С. Жарников // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2014. – № 1. – С. 55-62.
4. Zharnikov V. S. dynamics of the number of mussel larvae *Mytilus trossulus* (Bivalvia: *Mytilidae*) in meroplankton and their deposition on reservoirs and on the littoral in Buch. Fun of the Gulf of tauisk, the sea of Okhotsk / V. S. Zharnikov // Vestnik svnts Feb RAS. - 2014. - no. 1. - Pp. 55-62.
5. Жарников В.С., Смирнов А.А. Тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus* (Bivalvia: *Mytilidae*) - новый перспективный объект аквакультуры в северной части Охотского моря / В.С. Жарников, А.А. Смирнов // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 6. – С. 72-77.

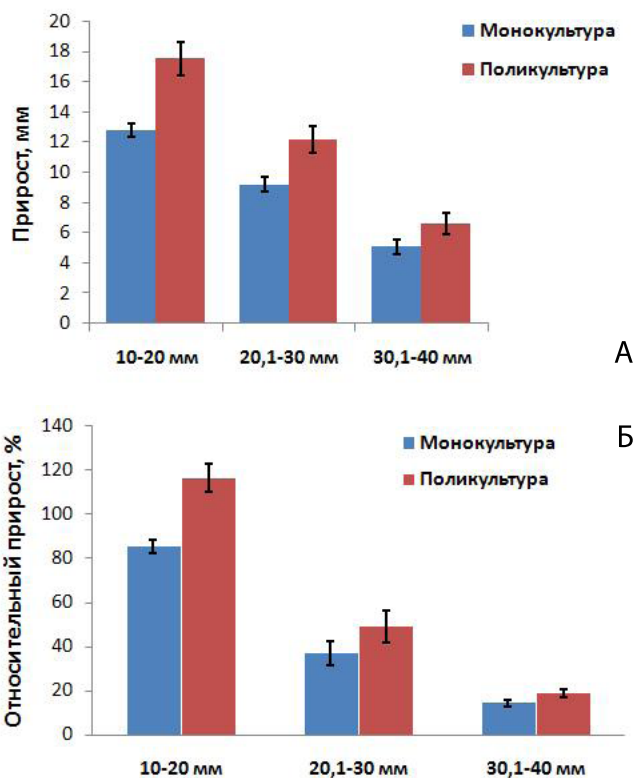


Рисунок 2. Абсолютные (А)

и относительные (Б) приросты длины раковины различных размерных групп мидий в моно- и поликультуре

Figure 2. Absolute (A) and relative (B) shell length increments of different size groups of mussels in mono- and polyculture

5. Zharnikov V. S., Smirnov A. A. Pacific mussel *Mytilus trossulus* (Bivalvia: *Mytilidae*) - new perspective object of aquaculture in the Northern part of the sea of Okhotsk / V. S. Zharnikov, A. A. Smirnov // Fisheries. – 2018. - no. 6. - Pp. 72-77.
6. Жарников В.С. Особенности биологии и культивирования тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: *Mytilidae*) в Тауйской губе Охотского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, КамчатГТУ. – 2015. – 24 с.
6. Zharnikov V. S. Features of biology and cultivation of the Pacific mussel *Mytilus trossulus* (Bivalvia: *Mytilidae*) in the Tau Bay of the sea of Okhotsk: author's abstract. ... Cand. Biol. Sciences. - Petropavlovsk-Kamchatka, Kamchatka. - 2015. - 24 p.
7. Жарников В.С., Смирнов А.А. Макома *Macoma balthica incospicua* (Bivalvia: *Tellinidae*) – перспективный промысловый вид в северной части Охотского моря / В.С. Жарников, А.А. Смирнов // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 6. – С. 38-44.
7. Zharnikov V. S., Smirnov A. A. Makoma *Macoma balthica incospicua* (Bivalvia: *Tellinidae*) - a promising commercial species in the Northern part of the sea of Okhotsk / V. S. Zharnikov, A. A. Smirnov // Fisheries. - 2019. - no. 6. - P. 38-44.
8. Frechette M., Bourget E. Food limited growth of *Mytilus* L. in Relation to the benthic boundary layer //Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1985. – № 6. – P. 1166-1170.
8. Frechette M., Bourget E. Food limited growth of *Mytilus* L. in Relation to the benthic boundary layer //Can. J. Fish. Aquat. Sci. - 1985. - No. 6. - P. 1166-1170.
9. Сухотин А.А., Кулаковский Э.Е., Максимович Н.В. 1992. Линейный рост беломорских мидий при изменении условий обитания / А.А. Сухотин, Э.Е. Кулаковский, Н.В. Максимович // Экология. – № 5. – С. 71-77.
9. Sukhotin A. A., Kulakovskiy E. E., Maksimovich N. V. 1992. Linear growth of white sea mussels under changing habitat conditions / A. A. Sukhotin, E. E. Kulakovskiy, N. V. Maksimovich // Ecology. - No. 5. - Pp. 71-77.