

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА РАКУШЕК (*MERETRIX LYRATA*) В УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ БАТЬ ДАНГ, ХАЙФОН (ВЬЕТНАМ)

Волкова И.В.¹, Чьонг Ван Туан¹

¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, e-mail: gridasova@mail.ru

Место проведения исследования – устьевая область реки Бать Данг, община Донг Бай, уезд Кат Хай, Хайфон (Вьетнам). Модель эксперимента включает 2 экспериментальных блока с объектами исследования - ракушками (*Meretrix lyrata*). У двух экспериментальных блоков было разное время погруженности в воду. Время проведения наблюдений: с июня 2012 года по май 2013 года. Факторы для наблюдения включали: температуру, pH, содержание растворенного кислорода, сухой остаток. Были проведены наблюдения за процессом развития ракушек, фиксировались их масса и размеры во время каждого мониторинга, брались образцы. На основании таких наблюдений делалась оценка тенденции развития ракушек и факторов, влияющих на развитие; была создана формула для расчета возраста ракушек по их размерам.

Ключевые слова: рост ракушек, изменения массы ракушек, изменение размеров ракушек, определение возраста мальков ракушек.

EFFECT OF HYDROLOGICAL CONDITIONS TO THE GROWTH RATE OF CLAMS (*MERETRIX LYRATA*) AT BACH DANG ESTUARY, HAI PHONG (VIETNAM)

Volkova I.V.¹, Truong Van Tuan¹

¹Astrakhan State Technical University, Astrakhan e-mail: gridasova@mail.ru

The research experiment was conducted at Bach Dang estuary, Dong Bai commune, Cat Hai District, Hai Phong (Vietnam). Research model included 2 plots of which experimental subjects were clams (*Meretrix lyrata*). Two plots were arranged with different submergence time. Period of experiment was from June 2012 to May 2013. Experimental factors consisted of temperature, pH, dissolved oxygen levels, suspended solids, etc... With once-per-month frequency, clams (*Meretrix lyrata*) was monitored the development process and determined the volume and size after each experiment and sampling. On that basis, the research assesses trends of clam development and factors affecting the development, and establishes formula for calculating clams ages based on their sizes.

Keywords: Clam, calculating clams ages, clam development, formula for calculating clams.

В настоящее время отрасль по выращиванию аквакультуры во Вьетнаме хорошо развивается, особенно с тех пор, как Вьетнам стал 150-м членом Всемирной торговой организации (WTO), что открыло стране крупные перспективы для экспорта, в том числе и морепродуктов. Одним из видов морепродуктов, популярных на мировом рынке, является двустворчатый моллюск. В дополнение к предыдущим исследованиям, целью которых был поиск наиболее эффективного решения для разведения двустворчатых моллюсков, задачей данного исследования являлось: определение закономерностей роста ракушек (*Meretrix lyrata*) в устьевой области реки Бать Данг в различных природных условиях [1].

Одной из задач являлось создание формулы для быстрого определения возраста ракушек (в месяцах) по их размерам, что имеет практическое значение для развития отрасли.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в общине Донгбай, уезд Катхай, город Хайфон (Вьетнам) в

период с июня 2012 года по май 2013 года.

Из-за того, что разница между самым высоким и самым низким уровнями воды в период приливов составляет около 2,5–3,2 метра и в период отливов – около 0,5–1 метра, было создано два экспериментальных блока площадью 4 м² перпендикулярно дамбе. Экспериментальный блок OTN находился в высокой приливной зоне, время высыхания 8÷10 часов. Экспериментальный блок AD расположен в низкой приливной зоне, время высыхания 4÷6 часов. Были определены гидрохимические показатели на пляже экспериментального разведения ракушек [2; 3].

Результаты

Температура водной среды пляжа с ракушками, за которой велись наблюдения в течение 12 месяцев, колебалась от 15 до 34 °С, средняя температура 25,1 °С. Самая высокая температура отмечалась в июле (34 °С), самая низкая – в январе (15 °С).

Уровень соли в воде на пляже разведения в сезон дождей низкий (5‰), слабосоленая вода. В сухой сезон уровень соли повышается до 30‰, воду можно классифицировать как среднесоленую. В течение дня уровень содержания соли колеблется из-за приливов и отливов в пределах 5÷16‰ за день. В сезон дождей содержание соли ниже, чем сухой сезон, из-за большого количества пресной воды, поступающей из окрестностей [4].

Водородный показатель pH воды на пляже для разведения ракушек колебался в пределах 6,4÷8,3, самый низкий pH был в марте и августе. В эти 2 месяца было большое количество осадков, в августе - 180÷200 мм, март это месяц длительных небольших дождей. Водородный показатель pH воды на пляже для разведения ракушек был подвержен влиянию пресной и морской воды, в течение дня он изменялся на 0,1÷0,4 [4].

Содержание сухого остатка в устьевой области реки Бать Данг довольно высоко, колеблется в пределах 168÷1391 мг/л, среднее значение 672 мг/л, и распределяется по сезонам довольно. В течение дня содержание TSS сильно колеблется, 75÷845 мг/л в сухой сезон, среднее значение – 350 мг/л. В сезон дождей среднее дневное значение составляет 598 мг/л, колеблется в пределах 168÷1391 мг/л.

Из-за сильного водообмена, больших приливно-отливных колебаний, содержание кислорода в воде довольно высоко, в пределах 5,3÷7,3 мгО₂/л. Содержание кислорода в воде на пляже по разведению ракушек в сезон дождей ниже, чем в сухой сезон, так как температура во время сухого сезона низкая, что позволяет сохранить высокий уровень кислорода в водных массах.

Оценка роста ракушек, разводимых в двух экспериментальных блоках

Ракушки в устьевой области реки Бать Данг до сбора урожая выращивались максимум один год. Затем пляж был отремонтирован, насыпали песок и установили сетку для

следующих этапов выращивания. Таким образом, время эксперимента продлилось в течение года для обоих экспериментальных блоков (OTN и AD). В каждом из блоков было по 2 вида ракушек (соответственно около 800 особей), и после срока выращивания в один год количество собранных оставшихся особей составило 70%.

Для оценки роста ракушек, выращиваемых в двух экспериментальных блоках (OTN и AD), было проведено взвешивание каждой особи по 12 выборкам образцов (табл. 1).

Таблица 1

Изменения массы ракушек, разводимых в двух экспериментальных блоках OTN и AD

Взятие образца	Экспериментальный блок OTN		Экспериментальный блок AD	
	Вес (г/особь)	Количество особей/кг	Вес (г/особь)	Количество особей/кг
Этап 1	2,5	400	2,5	400
Этап 2	4,5	221	5,6	175
Этап 3	7,1	141	7,9	122
Этап 4	8,8	113	12,5	80
Этап 5	9,8	102	19,9	50
Этап 6	12,7	79	14,8	67
Этап 7	13,3	75	14,5	69
Этап 8	13,2	76	14,7	68
Этап 9	13,5	74	15,7	64
Этап 10	13,8	73	17,9	56
Этап 11	14,4	69	17,4	58
Этап 12	15,4	65	19,2	52

Для каждой выборки образцов количество измеренных ракушек в каждом экспериментальном блоке составило 80 особей. Количество особей/кг = $1000/x$ [2; 7], где x - это среднее число граммов каждой особи. Количество особей/кг – это единица, обычно используемая разводчиками ракушек для отметки уровня роста ракушек с течением времени.

Согласно таблице 1, у ракушек, содержащихся в блоке OTN (высокая приливная зона), время высыхания длиннее на 3÷4 часа в сравнении с блоком AD (низкая приливная зона), поэтому размеры ракушек в OTN меньше, чем в блоке AD, несмотря на одинаковое время начала выращивания. Во время сбора урожая выяснилось, что ракушки из низкой приливной зоны тяжелее ракушек из высокой приливной зоны на 25÷30%.

Как видно из рисунка 1, скорость роста ракушек в низкой приливной зоне обычно быстрее, чем в высокой приливной зоне, особенно в возрасте ракушек от 6 до 11 месяцев. С 11 месяцев развитие ракушек в обоих блоках замедляется, однако ракушки, выращиваемые в блоке AD, имели большие размеры по сравнению с ракушками из блока OTN. Результаты измерения процента биомассы внутренностей ракушки от общей массы, включая раковину, показали, что у ракушек из блока AD данный процент выше (0,23÷0,28), чем у ракушек из

блока ОТН ($0,24 \div 0,24$). Таким образом, для разведения ракушек с экономической эффективностью рекомендуем разводчикам выбирать низкую приливную зону со временем высыхания около $4 \div 6$ часов [6].

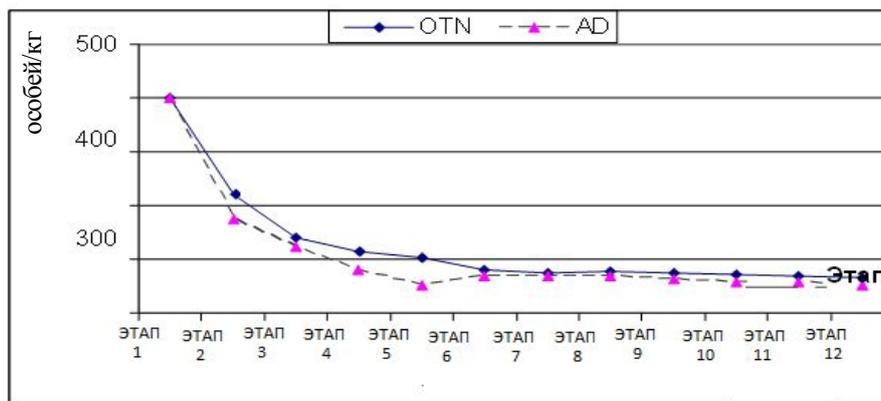


Рис. 1. Изменение количества особей/кг ракушек по этапам взятия образцов

Размеры для оценки развития ракушек по длине, ширине и высоте в двух экспериментальных блоках были зафиксированы следующие.

Блок ОТН (высокая приливная зона, высыхание $8 \div 10$ часов)

Средняя длина ракушек, разводимых в блоке ОТН с начала выращивания (2,2 см) до периода сбора урожая через год (3,8 см), процент роста 73%. Соответственно, средняя ширина увеличилась с 1,8 до 3,1 см, на 73%, и высота увеличилась на 88%, с 1,1 до 2,1 см. Процент роста высоты выше, чем у длины и ширины, процент развития ширины и длины одинаковый.

Скорость развития ракушек имеет 3 стадии (рис. 2). На стадии 1 происходит быстрое развитие от 7 до 11 месяцев (возраст ракушек); на стадии 2 происходит медленное развитие от 12 до 14 месяцев; на стадии 3 в блоке ОТН развитие выходит на новую шкалу с низким темпом, так как источник питания не соответствует потребностям, и продолжать разведение экономически не выгодно.

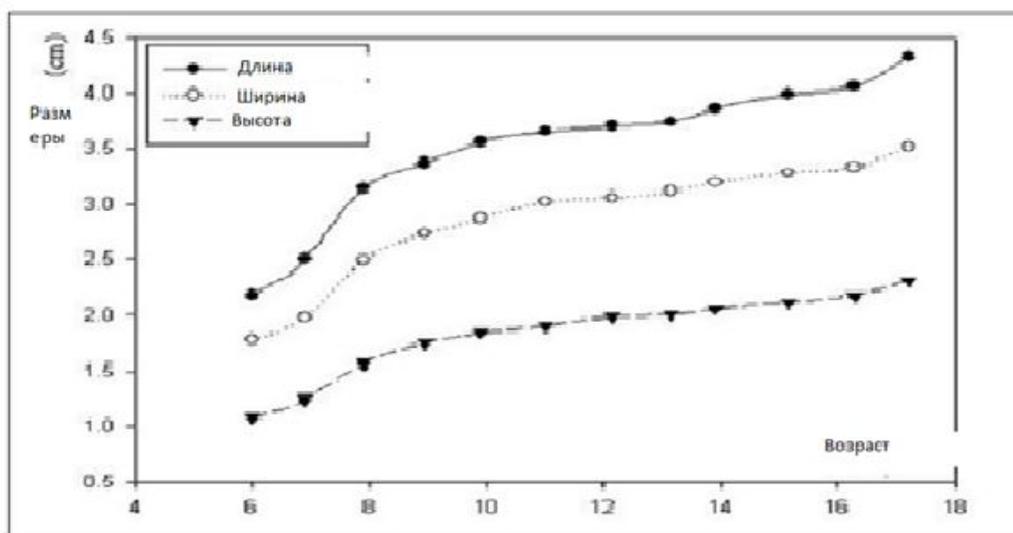


Рис. 2. Изменение размеров ракушек в экспериментальном блоке OTN

Блок AD (низкая приливная зона, высыхание 4 ÷ 6 часов)

Средняя длина ракушек в блоке AD от мальков (2,2 см) до периода сбора урожая через 1 год (4,3 см) (процент роста 98%) увеличивается вдвое по сравнению с первоначальными размерами. Средняя ширина увеличивается с 1,8 до 3,5 см (вырастает на 97%), высота увеличивается на 115% - с 1,1 до 2,3 см.

Скорость развития ракушек имеет 3 стадии (рис. 3). На стадии 1 происходит быстрое развитие ракушек от 7 до 10 месяцев; на стадии 2 происходит медленное развитие ракушек от 11 до 14 месяцев; на стадии 3 в блоке AD развитие выходит на новый уровень с высокой скоростью. С такими темпами развития в блоке AD можно продолжать выращивание ракушек до еще больших размеров, а также для получения особей-производителей для дальнейшего разведения. В этом заключается разница между ракушками, содержащимися в блоках в низкой приливной зоне и высокой приливной зоне. Размеры ракушек, разводимых в блоке AD, больше, чем в блоке OTN. Разница в размерах у особей, выращенных в разных гидрологических условиях, зависит от возраста. Наибольшая разница наблюдается в период сбора урожая: по длине 0,8÷5,5 мм, по ширине 0,7÷4,3 мм, по высоте 0,3÷2,8 мм.

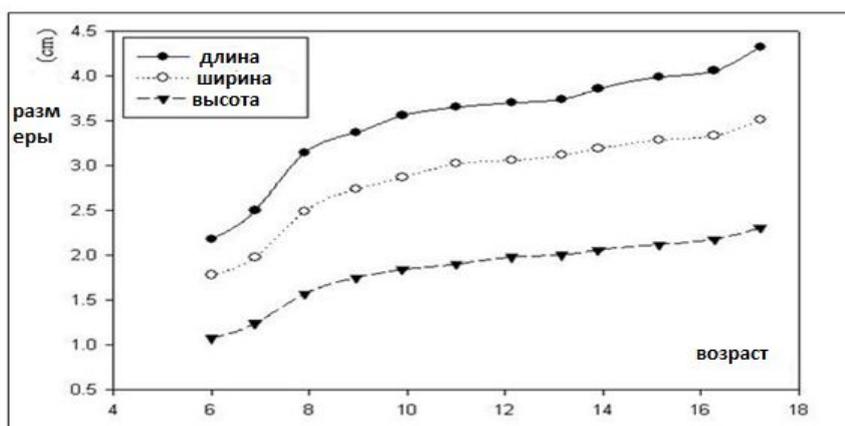


Рис. 3. Изменение размеров ракушек в экспериментальном блоке AD

Создание формулы для расчета возраста ракушек

Определение возраста мальков ракушек

Как правило, в водоем запускаются мальки в расчете 400 особей на 1 кг (длина 2,2 см) для соответствия океанографическому режиму устьевой области реки Бать Данг. Согласно исследованию, размер мальков, запускаемых на пляж для разведения ракушек в устьевой области реки Бать Данг, соответствует ракушке со сроком развития (возрастом) 6 месяцев. Если ракушка находится на пляже 3 месяца, можно рассчитать ее возраст: $3+6 = 9$ месяцев. Определение возраста мальков ракушек необходимо для того, чтобы установить отношение возраста ракушек и размеров раковины.

Средние размеры ракушек с момента запуска мальков до периода сбора урожая

Дисперсионный анализ (ANOVA) одного фактора по длине, ширине и высоте ракушек в блоках AD и OTN показал $F=0.7 < F_{crit}= 4.3$, согласно H_0 , что иллюстрирует отсутствие различий в тенденции развития размера ракушек в двух экспериментальных блоках. Для определения тенденции развития ракушек в экспериментах нужно рассчитать средний размер ракушек, выращиваемых в двух экспериментальных блоках (табл. 2).

Таблица 2

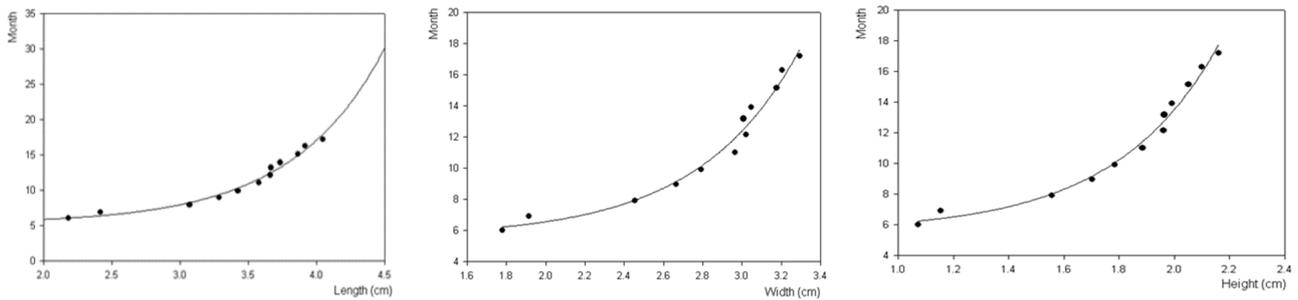
Параметры роста ракушек, выращиваемых в устьевой области реки Бать Данг

№	Возраст (месяцев)	Средняя длина (см)	Средняя ширина (см)	Средняя высота (см)	Средний вес (г/особь)
1	6.0	2.2	1.8	1.1	2.5
2	6.9	2.4	1.9	1.2	5.0
3	7.9	3.1	2.5	1.6	7.5
4	9.0	3.3	2.7	1.7	9.4
5	9.9	3.4	2.8	1.8	10.2
6	11.0	3.6	3.0	1.9	13.0
7	12.1	3.7	3.0	2.0	13.9
8	13.2	3.7	3.0	2.0	13.9
9	13.9	3.7	3.0	2.0	14.6
10	15.1	3.9	3.2	2.1	15.8
11	16.3	3.9	3.2	2.1	15.9
12	17.2	4.0	3.3	2.2	17.3
	Колебания в пределах	2,2 ÷ 4,0 см	1,8 ÷ 3,3 см	1,1 ÷ 2,2 см	2,5 ÷ 17,3 г

Формула для расчета

Дисперсионный анализ (ANOVA) по трем факторам (средняя длина, высота и ширина) ракушек, разводимых в устьевой области реки Бать Данг, показал $F=33 > F_{crit}= 3.28$,

согласно Н1, есть различия в тенденции развития между разными размерами измеряемых ракушек. Использовано программное обеспечение Sigmaplot 11.0 для создания формулы для расчета возраста ракушек по размерам (рис. 4).



$$T = 5,27 + 0,03e^{1,49L} \quad (1)$$

$$T = 5,68 + 0,017e^{2W} \quad (2)$$

$$T = 5,57 + 0,039e^{2,66H} \quad (3)$$

Рис. 4. Формула расчета возраста ракушек по размерам:

L - длина (см); W - ширина (см); H - высота (см) и T - возраст ракушек (месяцев)

Погрешность у формулы расчета возраста ракушек по высоте самая низкая (3,4%), поэтому данная формула (3) может быть использована для определения возраста ракушек по размерам раковины. Однако разница погрешностей у трех представленных выше формул небольшая, поэтому в зависимости от конкретных данных можно рассчитывать по соответствующей формуле.

Проверка формулы расчета возраста ракушек

Проверка точности [5] формулы (3) по результатам расчета возраста ракушек, выращиваемых в устье реки Бать Данг в 2009, 2010 и 2013 годах (табл. 3).

Таблица 3

Оценка погрешности формулы (3) в отношении ракушек, выращиваемых в устьевой области реки Бать Данг

Фактический возраст (месяцев)	Высота (см)	Возраст, рассчитанный по формуле (3) (см)	Погрешность (%)	Примечание
15,6	2,1	15,2	2,8	Сбор ракушек 8/2009
5,7	1,1	6,17	7,7	Сбор ракушек 5/2010
7,0	1,2	6,52	7,4	Сбор ракушек 7/2010
17,0	2,2	17,45	2,6	Сбор ракушек 5/2013

Возраст ракушек по расчетам имеет погрешность в сравнении с фактическим возрастом менее 7,7%, причем чем старше особь, тем меньше погрешность. Формула (3) отражает закономерности роста ракушек, разводимых в устьевой области реки Бать Данг, и имеет научное значение при предпочтительности определения возраста ракушек по конкретным

размерам.

Следует отметить, что описанные выше формулы не подходят для ракушек, выращиваемых в других областях.

Заключение

Рост ракушек (*Meretrix lyrata*) разделяется на две стадии со своими особенностями, отличными от других областей разведения (время выращивания, потоки воды, приливной режим, вид пищи). Ракушки, выращиваемые в низкой приливной зоне, растут быстрее по сравнению с теми, что выращиваются в высокой приливной зоне. Возраст ракушек (Т) возможно рассчитывать по размерам раковины (длина L; ширина W; высота H):

$$T = 5,27 + 0,03e^{1.49L} \quad (1) = 5,68 + 0,017e^{2W} \quad (2) = 5,57 + 0,039e^{2.66H} \quad (3).$$

Формула (3) наиболее приемлема, т.к. с использованием этой формулы погрешность наименьшая. Использование этой формулы (3) позволяет оценить рост ракушек в устьевой области реки Бать Данг, если известно время разведения и их размеры.

Список литературы

1. Cao Thi Thu Trang. Assessment of environmental capacity at Bach Dang estuary and propose solutions for environmental protection, sustainable development / Cao Thi Thu Trang, Vu Thi Luu // Library of the Institute of Marine Environment and Natural Resources, 2000. – 56 p.
2. Centre for Marinelife Conservation & Community Development. The technical Handbook clam. Ha Noi, Viet Nam, 1999. – 188 p.
3. Nguyen Huy Yet. Research the current state of development of the coastal areas of Nam Dinh clam seed. Library of the Institute of Marine Environment and Natural Resources, 2008. – 80 p.
4. Patricia Navarro. Fate and tidal transport of butyltin and mercury compounds in the waters of the tropical Bach Dang Estuary (Haiphong, Vietnam)/ David Amouroux, Emma Rochelle-Newall and Sylvain Ouillon // Marine Pollution Bulletin, 2012. – 70 p.
5. Tran Dinh Lan. Research strategic environmental assessment Haiphong port / Lucs Hen // Library of the Institute of Marine Environment and Natural Resources, 2009. – 20 p.
6. Truong Quoc Phu. Research on biological characteristics, biochemical engineering and clam *Meretrix lyrata* (Sowerby). Can Tho university, 1999. – 153 p.
7. Tran Duc Thanh. Assess the ability accumulation and dispersion of pollutants in estuaries in coastal Vietnam / Cao Thi Thu Trang, Vu Thi Luu // Library of the Institute of Marine Environment and Natural Resources, 2007. – 70 p.