



УДК 574.3: 57.045:595.36

*Е. А. Костромин, С. М. Никитина***ОНТОГЕНЕЗ МИЗИД *NEOMYSIS INTEGER* LEACH, 1815
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ
В КАЛИНИНГРАДСКОМ (ВИСЛИНСКОМ) ЗАЛИВЕ
БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

Изучен онтогенез мизид в зависимости от температуры воды Калининградского (Вислинского) залива Балтийского моря, темп их полового созревания, плодовитость самок, скорость размножения и средняя доля энергетических затрат одной особи на репродукцию.

This article considers the impact of water temperature in the Vistula Lagoon of the Baltic Sea on Mysidacea ontogenesis, as well as their maturity rate, female fertility, reproduction rate and average energy cost of reproduction.

Ключевые слова: мизиды, температура воды, репродукция.

Key words: Mysidacea, water temperature, fertility.

Введение

Естественная среда обитания не статична, а динамична, и живые организмы эволюционно должны быть адаптированы к этой динамичности [6; 8]. Вид может существовать только в границах толерантного диапазона факторов среды [2], в том числе температуры (t , °C) и солености (‰). В единой водной эстуарной экосистеме Калининградского (Вислинского) залива значительно влияет на температуру и соленость воды в северной части залива Балтийское море [9]. Астатичность среды в некоторых пределах является экологическим оптимумом. Любые изменения среды в пределах экологической нормы вида оказывают благоприятное воздействие на организмы [9]. Нами было показано, что мизиды *Neomysis integer* Leach, 1815 (s. *N. vulgaris* Thompson) Калининградского залива Балтийского моря адаптированы к колебаниям солености воды от 0,2 до 12 ‰, т. е. к диапазону более широкому, чем в районе исследования. Неизученным остался вопрос о реализации мизидами их жизненного цикла (онтогенеза) в условиях сезонных и межгодовых колебаний температуры воды.

Цель — изучение особенностей онтогенеза *N. integer* под воздействием температуры воды в Калининградском заливе Балтийского моря.

Материалы и методы

Объект исследования — мизиды *Neomysis integer* Leach, 1815.

Материал собирали в период с 2004 по 2010 г. в прибрежной и открытой части Калининградского залива и прибрежной части Балтийского моря (район Балтийской косы) по стандартной схеме станций (с апреля по ноябрь). Всего собрана и обработана 131 проба. В при-



брежной части их отбирали с частотой раз в две недели на расстоянии до 2 м от уреза воды (глубина до 1,5 м). Орудием лова служил гидробиологический сачок с диаметром входного отверстия 0,3 м и газом №76. В открытой части залива пробы отбирали донным салазочным мизидным тралом с параметрами устья 0,27 м × 0,67 м. Траление проходило в течение 5 мин при скорости 1,2–1,6 узла. Пробы фиксировались на месте раствором формалина (4%). Камеральную обработку проб проводили по стандартной методике в модификации В.В. Тен [4; 12]. Определение вида велось по работам [3; 14]. Биологическому анализу подвергались не менее ста особей мизид из каждого отлова. Скорость размножения (R_r), доля энергетических затрат на репродукцию (P_{ov}) рассчитаны по формулам [1]. Полученные результаты обработаны с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel. Для оценки влияния фактора температуры воды на особенности биологии и жизненный цикл мизид был использован дисперсионный анализ. Значения среднемесячной температуры воды района исследования получены из данных гидрометеорологического центра.

Результаты исследования

Мизиды Калининградского залива были представлены одним видом – *Neomysis integer* Leach, 1815 (s. *N. vulgaris*). Продолжительный период оптимальной для размножения температуры (с апреля по сентябрь) позволяет группировке производить до пяти генераций за сезон. С повышением температуры воды у *N. integer* отмечено ускорение темпа полового созревания (рис. 1, а). В апреле средняя длина половозрелых (яйценосных) самок (♀) – $14,3 \pm 0,7$ мм, самцов (♂) – $12,3 \pm 0,7$ мм; в мае ♀ – $14,8 \pm 1$ мм, ♂ – $11,8 \pm 0,8$ соответственно. В июне средняя длина половозрелых самок – $10 \pm 0,6$ мм, самцов – $9 \pm 0,6$ мм, в июле и августе она минимальна: ♀ – $9 \pm 0,6$ мм, ♂ – $8 \pm 0,5$ мм. В сентябре половозрелые ♀ имели длину 12 ± 1 мм, ♂ – 10 ± 1 мм.

Четко выражено снижение плодовитости самок *N. integer* Калининградского залива в летний период (рис. 1, б).

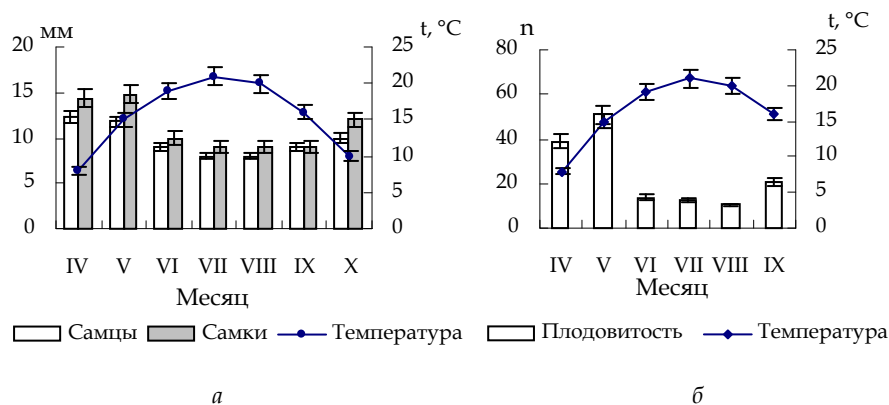


Рис. 1. Средние показатели длины половозрелых особей (а, мм), плодовитости (б, шт. яиц) *N. integer* и средняя температура воды Калининградского залива (2004–2009 гг.)



В апреле средняя величина кладки *N. integer* — $39 \pm 3,1$ (от 16 до 62) яиц, в мае — $51,2 \pm 3,5$ (от 27 до 78) яиц. Основу группировки составляли крупные перезимовавшие самки генераций прошлого года, которые элиминировали после весеннего нереста. В летний период средняя величина кладки *N. integer* — $12,7 \pm 0,7$ (от 9 до 32) яиц. В сентябре средняя кладка — $20 \pm 1,4$ (от 4 до 38) яиц. Продолжительность эмбриогенеза *N. integer* Калининградского залива составила 17–25 суток и зависела от температуры воды. Минимальна она в июле и августе, максимальна в весенний период. Скорость размножения (Br), доля энергетических затрат на репродукцию (Pov) в летний период уменьшались (рис. 2).

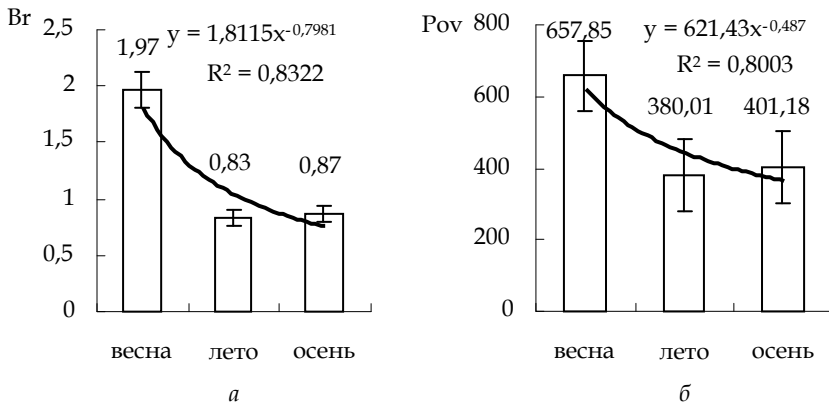


Рис. 2. Скорость размножения (Br, яиц в сутки) *N. integer* Калининградского залива (а); средняя доля энергетических затрат одной особи на репродукцию (Pov, Дж/сут) (б)

В весенний период температура воды являлась фактором, определяющим сроки выхода *N. integer* из зимней диапаузы и их гаметогенез. Весной неомизисы в прибрежной части характеризовались более высоким темпом прироста и созревания со смещением цикла размножения до 7 дней по сравнению с *N. integer* в открытой части Калининградского залива. Плодовитость самок и доминирующая стадия эмбриогенеза *N. integer*, собранных в одно и то же время в отдельных участках залива, различны и зависели от температуры воды (табл. 1).

В летний период в Калининградском заливе формируется изотермия. Соленость воды становится фактором, определяющим сроки созревания яиц и плодовитость самок. Абсолютная и относительная плодовитость самок наименьшая в зоне с пониженной соленостью. В группировке *N. integer* прибрежной части Балтийского моря, где соленость максимальная (табл. 1), 8 августа 2007 г. доля яйценосных самок, размеры (длина, масса) и показатели плодовитости были выше, чем у мизид в открытой и прибрежной части залива. Доминирующая стадия эмбриогенеза морских *N. integer* идентична таковой у мизид литорали Калининградского залива.



Таблица 1

**Сезонная динамика показателей размножения мизид
Калининградского залива в 2007 г.**

Показатель	Апрель		Август		
	Балтийский район Калининградского залива (открытая часть)	Прибрежная часть Калининградского залива	Балтийский район Калининградского залива (открытая часть)	Прибрежная часть Калининградского залива	Прибрежная часть Балтийского моря (район Балтийской косы)
Средняя t , °C	7,7±0,3	9,3±0,1	18,8±0,7	19±1,1	18±1,3
Средняя соленость, ‰	4,6±0,3	2±0	4,4±0,2	2±0,1	6,1±0,2
Доля яйценосных самок (♀ ov), %	60,5±3	98,6±4,9	18,7±1,3	46,6±3,3	72,6±4,4
Средняя длина ♀ ov, мм	14,3±0,8	14,8±1	11,4±0,7	9,9±0,6	11,8±0,8
Средняя масса ♀ ov, мг	21,6±1,3	23,1±1,1	12,7±0,9	11,3±0,7	13,4±0,9
Абсолютная плодовитость, яиц/♀	37,3±2,6	38,3±2,3	21,8±1,7	11,2±0,9	23,7±1,8
Относительная плодовитость	1,7±0,1	1,7±0,1	1,7±0	1±0	1,8±0,1
Доминирующая стадия эмбриогенеза	1	2	1	2	2

116

Понижение температуры воды Калининградского залива в апреле 2010 г. на $2,4 \pm 0,1$ °C по сравнению с температурой воды в апреле 2005–2009 гг. привело к задержке начала размножения (гаметогенеза) мизид на срок до 14 суток (табл. 2). *N. integer* приступили к размножению в конце апреля (преобладала первая стадия эмбриогенеза). Смещение общего цикла размножения *N. integer* весной 2010 г. не изменило средних показателей размеров (длины, массы) самок и их плодовитости. Понижение температуры в мае 2010 г. на 5 °C привело к тому, что у *N. integer* произошло увеличение продолжительности развития и созревания эмбрионов без нарушения порядка и значений цикла размножения. Относительная плодовитость самок *N. integer* Калининградского залива в июне 2010 г. была более чем в два раза выше уровня 2005–2009 гг. (рис. 3).

Таблица 2

**Межгодовые различия показателей размножения мизид *N. integer*
Калининградского залива**

Месяц	Годы	t , °C	Средняя длина ♀ ov, мм	Средняя плодовитость, эмбр.	Относительная плодовитость
Апрель	2005–2009	8,3±0,4	14,1±0,8	39,3±2,7	2,8±0,1
	2010	5,4±0,2	14,8±0,7	41,5±2,5	2,8±0,1
Май	2005–2009	15,5±0,6	14,3±0,7	47,1±2,3	3,3±0,1
	2010	10,5±0,6	14,1±0,7	41,8±2,9	3±0,1
Июнь	2005–2009	19,2±0,8	10,1±0,6	13,8±0,9	1,4±0
	2010	16,1±0,8	14,5±0,9	49,7±3,4	3,4±0
Июль	2005–2009	22±1,1	10,2±0,6	16,9±1	1,6±0
	2010	Нет данных	8±0,5	Нет данных	0

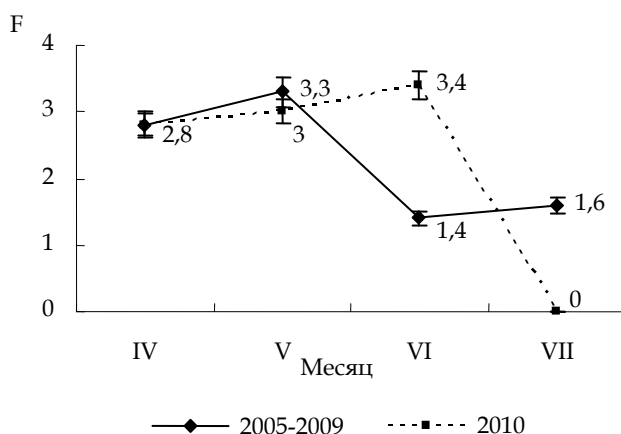


Рис. 3. Межгодовые различия относительной плодовитости (F) мизид *N. integer* Калининградского залива

Первая генерация в сезоне в 2010 г. отмечена в конце мая, на месяц позже первых генераций в 2005–2009 гг.

В группировке мизид в июне 2010 г. сохранились крупные самки осенней генерации 2009 г. Они дали вторую генерацию в сезоне к июлю 2010 г., после чего элиминировали (на месяц позже, чем в предыдущие годы). Молодь первой генерации в сезоне достигла половой зрелости к концу июля при размерах, близких к стандартным (10 ± 1 мм).

Обсуждение

Астатичность среды в пределах толерантного диапазона является экологическим оптимумом [8]. При межгодовой нестабильности факторов среды возможно смещение циклов размножения гидробионтов, что генетически определено и подготовлено историей жизни в водоеме ряда предшествовавших их генераций [2]. Этим можно объяснить практическую стабильность популяционных параметров (размеры, масса, плодовитость, численность, биомасса и т.д.) *N. integer* Калининградского залива на протяжении 30 лет (с 1981 по 2010 г.) [7; 8; 12; 13]. Температура воды влияет на характер метаболизма, т.е. интенсивность дыхания, рост и развитие гидробионтов. Колебания температуры воды могут нарушать процессы воспроизводства гидробионтов, сдвигая их жизненные циклы и некоторые сезонные адаптации [2; 5; 11]. Перепад температуры воды в 5°C вызывает изменение интенсивности обмена мизид на 30% [10]. В Калининградском заливе прогрев воды весной выше в мелководных районах, что объясняет особенности репродуктивной биологии *N. integer*, обитающих в различных зонах залива. Развитие репродуктивной системы *N. integer* регулируется фотопериодом и температурой и не зависит от длины рачков [13]. Фотопериод одинаков для всех водоемов данной широты и весной, как общесезонный сигнальный фактор, всегда сочетается с температурой воды. Весной этот интегрированный сигнал вызывает выход из зимней диапаузы и затем индукцию гаметогенеза у ракообразных. Триггером начала ре-



продуктивной активности становится температурный режим залива. Выявленная нами задержка начала размножения и вымета первой генерации *N. integer* Калининградского залива весной в 2010 г. оказывается следствием более низкой (на 2,4–5 °С) температуры воды по сравнению с весной 2005–2009 гг.

Таким образом, достаточно стабильное состояние популяции *N. integer* в Калининградском заливе на протяжении последних тридцати лет при естественной межгодовой и межсезонной астагичности условий существования поддерживается эволюционно сформированной адаптивной пластичностью вида (в пределах толерантного диапазона).

Выводы

В акватории Калининградского залива обитает один вид мизид *Neomysis integer* Leach, 1815 (s. *N. vulgaris* Thompson, 1828) с периодом размножения с апреля по сентябрь, абсолютной плодовитостью от 4 до 78 эмбрионов, продолжительностью эмбриогенеза 17–25 суток и особенностями репродуктивной биологии в различных зонах залива.

Время начала размножения и сроки развития эмбрионов *N. integer* Калининградского залива весной определяется температурой воды. Уменьшение среднего значения температуры воды на 5 °С увеличивает продолжительность развития и созревания эмбрионов без нарушения порядка и значений цикла размножения и задерживает первый в сезоне вымет молоди *N. integer* на месяц.

Список литературы

1. Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л., 1989.
2. Алексеев В. Р., Хозяйкин А. А. Трансформация сезонных циклов у ветвистых ракообразных при слабых температурных воздействиях // Труды Зоологического института РАН. 2009. Т. 313, №1. С. 10–22.
3. Бириштейн Я. А. Высшие раки (Malacostraca) // Жизнь пресных вод СССР. М., 1940. Т. 1. С. 405–410.
4. Винберг Г. Г., Алимов А. Ф. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л., 1983.
5. Галковская Г. А., Суценья Л. М. Рост водных животных при переменных температурах. Минск, 1978.
6. Константинов А. С. Влияние колебаний температуры на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди рыб // Изв. РАН. Сер. Биологическая. 1993. Вып. 1. С. 55–63.
7. Костромин Е. А. Биология и жизненный цикл мизид Калининградского морского канала // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2010. Вып. 7. С. 89–96.
8. Кузнецов В. А. Астагичность факторов среды как экологический оптимум для гидробионтов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Саратов, 2005.
9. Науменко Е. Н. Зоопланктон Вислинского залива. Калининград, 2007.
10. Суценья Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев, 1972.
11. Суценья Л. М., Семенченко В. П., Вежновец В. В. Биология и продукция ледниковых реликтовых ракообразных. Минск, 1986.
12. Тен В. В. Биологические особенности мизид Вислинского залива Балтийского моря // Гидробиологический журнал. 1991. Т. 27, №1. С. 32–39.



13. *Тен В. В.* Популяционная структура, жизненный цикл и продукционная характеристика мизид Вислинского залива // Экологические рыбохозяйственные исследования в Вислинском заливе Балтийского моря: сб. науч. тр. Калининград, 1992. С. 64 – 82.

14. *Яшнов В. А.* Отряд мизиды // Определитель фауны и флоры северных морей СССР. М., 1948. С. 224 – 228.

Об авторах

Евгений Александрович Костромин – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, e-mail: fillamon@mail.ru

Светлана Михайловна Никитина – д-р биол. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, e-mail: swetmih@gmail.com

About authors

Yevgeny A. Kostromin – PhD student, IKBFU, e-mail: fillamon@mail.ru
Prof. Svetlana M. Nikitina – IKBFU, e-mail: wetmih@gmail.com