

ISSN 1029-8940 (Print)  
 ISSN 2524-230X (Online)  
 УДК 592:502.4(476)  
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-3-241-248>

Поступила в редакцию 24.01.2023  
 received 24.01.2023

**В. М. Байчоров, Ю. Г. Гигиняк, Е. В. Корзун**

*Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Республика Беларусь*

## ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПОПУЛЯЦИИ РЕЛИКТОВОЙ МИЗИДЫ *MYSIS RELICTA* (LOVEN) В ОЗЕРЕ ЮЖНЫЙ ВОЛОС

**Аннотация.** Выполнены натурные исследования и проведен ретроспективный анализ распространения и особенностей жизненного цикла ледниковой реликтовой мизиды *Mysis relicta* (Loven) на южной границе распространения вида на Европейском континенте – в оз. Южный Волос.

Установлено, что размерно-возрастная структура, численность и плотность популяции мизиды за полувековой период в оз. Южный Волос не изменились. Стабильными остаются особенности жизненного цикла, которые заключаются в параллельном существовании нескольких линий чередующихся одно- и двухгодичной генераций. Определены продукционные характеристики мизиды.

Показано, что соматическая продукция самок двухгодичной генерации на уровне особи и популяции в 2 раза превышает таковую для самок одногодичной генерации. За время вынашивания молоди самка расходует энергетический эквивалент массы тела, который составляет 2,13 кал·особь<sup>-1</sup> для мизид одногодичной генерации и 7,32 кал·особь<sup>-1</sup> для мизид двухгодичной генерации, 9,5·10<sup>8</sup> и 25,5·10<sup>8</sup> кал для самок одно- и двухгодичной генераций соответственно. Продукция яиц за жизнь в популяции мизиды составила 29,5·10<sup>8</sup> кал, что сопоставимо с суммарной соматической продукцией. Экзувиальная продукция мизиды на уровне особи и популяции оказалась в десятки раз выше соматической. Траты энергии на дыхание в 900 раз превышают значения соматической продукции для самок одногодичной генерации и в 1200 раз – показатели для самок двухгодичной генерации. Значения коэффициента K<sub>2</sub> оказались весьма низкими для пресноводного макрозообентоса умеренных широт и были примерно одинаковы для обеих генераций – 0,032–0,034.

**Ключевые слова:** ледниковые озера, термоклин, ледниковые реликты, жизненный цикл, продукционные показатели, энергетический баланс

**Для цитирования:** Байчоров, В. М. Продукционные показатели и элементы энергетического баланса популяции реликтовой мизиды *Mysis relicta* (Loven) в озере Южный Волос / В. М. Байчоров, Ю. Г. Гигиняк, Е. В. Корзун // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2023. – Т. 68, № 3. – С. 241–248. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-3-241-248>

**Vladimir M. Baitchorov, Yuri G. Hihiniak, Egor V. Korzun**

*Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, Minsk, Republic of Belarus*

## PRODUCTION INDICATORS AND ELEMENTS OF THE ENERGY BALANCE OF THE RELICT MYSIDA *MYSIS RELICTA* (LOVEN) POPULATION ON LAKE YUZHNY VOLOS

**Abstract.** Field studies and a retrospective analysis of distribution and life cycle features of the glacial relict *Mysis relicta* (Loven) on Lake Yuzhny Volos on the southern border of distribution of the species on the European continent were carried out.

The size-age structure, number and density of the mysida population did not change over a half-century period on Lake Yuzhny Volos. Life cycle features, which consist in the existence of parallel lines of alternating one-year and two-year generations, remain stable. The mysida production characteristics were determined.

It is shown that the somatic production of two-year generation females at the level of the individual and the population is two times higher than that of one-year generation females. During the gestation of juveniles, the female consumes the body weight energy equivalent, which is equal to 2.13 cal·individual<sup>-1</sup> for a one-year generation and 7.32 cal·individual<sup>-1</sup> for a two-year generation, 9.5·10<sup>8</sup> and 25.5·10<sup>8</sup> cal for all individuals of one-year and two-year generations. Egg production for life in the mysida population was 29.5·10<sup>8</sup> cal, which is comparable to the total somatic production. The exuvial production of mysids at the level of the individual and the population turned out to be ten times higher than the somatic one. The energy spent for respiration is 900 times higher than the somatic production values for one-year generation females and 1200 times for two-year generation females. The coefficient K<sub>2</sub> values appeared to be close for the both generations (0.032–0.034) and are represented by very low values compared to the freshwater macrozoobenthos of temperate latitudes.

**Keywords:** glacial lakes, thermocline, glacial relicts, life cycle, production indicators, energy balance

**For citation:** Baitchorov V. M., Hihiniak Yu. G., Korzun E. V. Production indicators and elements of the energy balance of the relict mysida *Mysis relicta* (Loven) population on Lake Yuzhny Volos. *Vesti Natsyyanal' nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2023, vol. 68, no. 3, pp. 241–248 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-3-241-248>

**Введение.** Интерес к ледниковым реликтам, обитателям глубоководных озер, вызван их исключительно высокой кормовой ценностью для рыб. Мизида – один из основных компонентов в питании сигающих и лососевых рыб. Этот вид пресноводной донной фауны как обитатель чистых глубоких озер является также индикатором состояния их экосистем.

Беларусь является южной границей распространения пресноводной глубоководной ледниковой фауны в Европе. Пик изучения бентосного реликтового комплекса пресноводных озер на Европейском и Американском континентах относится к середине прошлого века. Обследования белорусских озер по выявлению ледникового донного реликтового комплекса были выполнены в 1950–1970-е годы [1–4]. Исследования пресноводных ледниковых реликтовых видов были посвящены в основном их распространению, изучению жизненного цикла, а также вопросам питания и интродукции. В 2010–2011 гг. [5, 6] в Беларуси были проведены пилотные исследования ледниковой фауны с использованием эхолокации и цифровых видеотехнологий. Полученные результаты можно охарактеризовать скорее как предварительные, так как в основном они оценивали возможность использования инновационных подходов и не давали ответа на вопрос о закономерностях продукционных процессов. Нами не обнаружено ни одной работы, посвященной балансу вещества и энергии в популяциях озерных ледниковых реликтов.

Целью статьи является оценка продукции и элементов энергетического баланса популяции *Mysis relicta*.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводили на оз. Южный Волос на территории Национального парка «Браславские озера». Оз. Южный Волос является южной точкой распространения реликтовой мизиды на Европейском континенте. Для определения численности мизид использовали донный трал и подводное видеонаблюдение с помощью аппарата «Гном». Отбор проб был выполнен в 2021–2022 гг. на 16 станциях по двум трансектам (рис. 1). Размеры и массу тела животных оценивали по общепринятым в гидробиологии методикам, калорийность – методом бихроматного окисления [7].

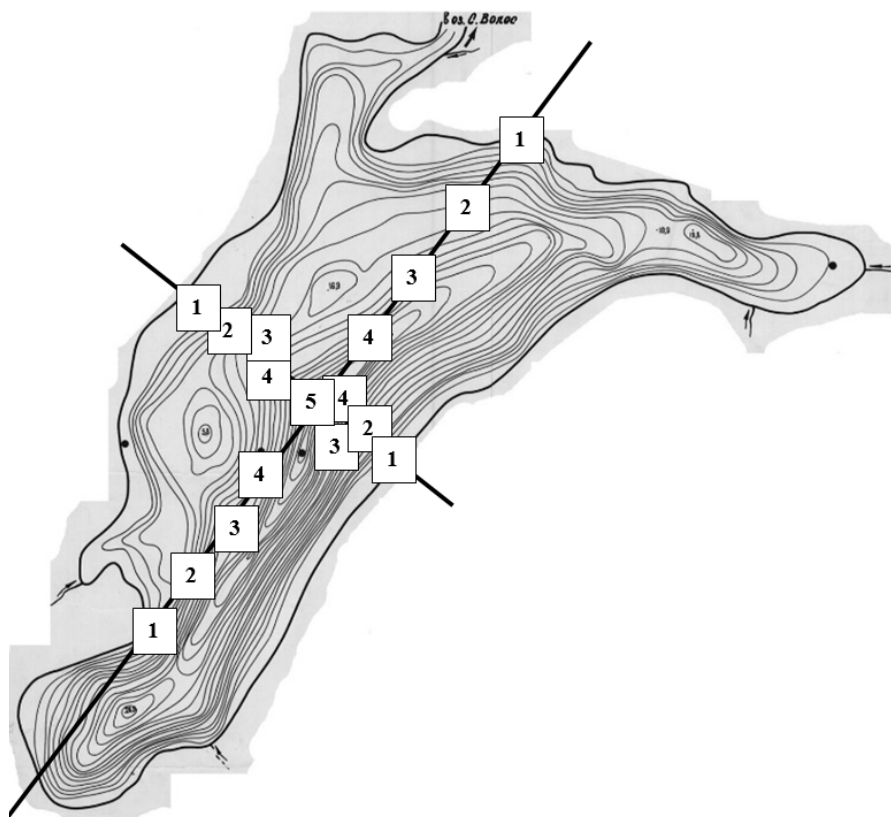


Рис. 1. Станции отбора проб реликтовой мизиды в оз. Южный Волос

Fig. 1. Sampling stations for relict mysids on Lake Yuzhny Volos

**Результаты и их обсуждение.** *Батиметрическое распределение и размерная структура популяции.* Для расчета продукционных показателей были определены батиметрическое распределение (табл. 1) популяции мизиды по дну оз. Южный Волос и ее размерная структура (рис. 2).

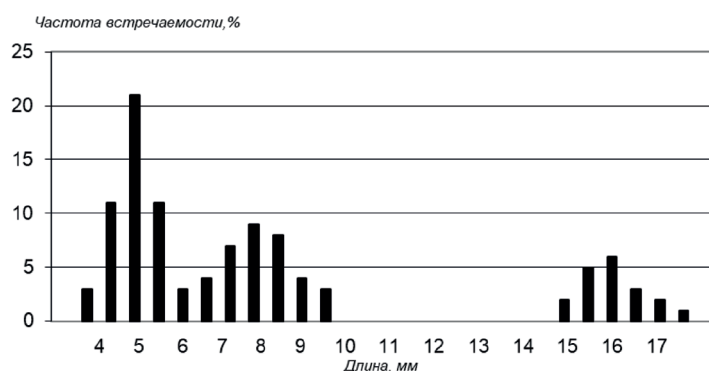
Т а б л и ц а 1. Плотность мизиды на разных глубинах оз. Южный Волос

T a b l e 1. Density of mysids at different depths of Lake Yuzhny Volos

Год исследований	Плотность мизиды на глубине, экз/м <sup>2</sup>				
	8–12 м	15–20 м	20–25 м	25–30 м	30–35 м
2011	2400	2750	3040	4509	4000
2022	1900	2500	3500	4200	3900

Плотность мизиды выделенных батиметрических интервалов возрастает с 8–12 до 25–30 м и несколько снижается на максимальных глубинах (25–30 и 30–35 м). Ретроспективный анализ показал схожую модель современного (2021 г.) батиметрического распределения мизид по дну оз. Южный Волос по сравнению с таковым в 2011 г.

Площадь обитания мизиды на основании 10-метровой изобаты примерно 500 000 м<sup>2</sup>. При средней численности 3239 экз/м<sup>2</sup> общая численность мизиды составляет около 1,6 млрд особей. В летний период соотношение численности особей одногодичной генерации к численности особей двухгодичной генерации – 6,5 : 8,5 и составляет, соответственно, 0,91 млрд особей, а двухгодичной – 0,69 млрд особей.

Рис. 2. Размерная структура популяции *M. relicta* оз. Южный Волос в летний период 2021 г.Fig. 2. Size structure of the *M. relicta* population of Lake Yuzhny Volos in summer 2021

Ледниковая мизида в озере представлена одно- и двухгодичной генерациями, которые состоят из вынашивающих мелкие и крупные яйца особей мелкой и крупной размерно-возрастных групп соответственно. В марте первой отрождается молодь от самок двухгодичной генерации. До конца декабря этого же года она становится половозрелой и образует одногодичную генерацию рачков, весь жизненный цикл которой длится примерно 14 мес. Молодь, отрожденная в апреле–мае от самок одногодичной генерации, становится половозрелой только в октябре следующего года и образует двухгодичную генерацию рачков, жизненный цикл которых длится примерно 22 мес. Самки двухгодичной генерации начинают откладку яиц и вымет молоди из марсупиума примерно на месяц раньше, чем самки одногодичной генерации, однако длительность вынашивания молоди для самок обеих генераций примерно одинакова и составляет около 90 сут.

Размерная структура популяции мизиды в оз. Южный Волос не изменилась за 46-летний период [2, 6]. Такой результат определяется в первую очередь стабильностью условий в водоеме. Биотоп распространения ледниковых реликтов располагается в глубоководной части гипolimниона озера, ниже термоклина, где температурные, световые и пищевые условия остаются стабильными со времени отступления последнего оледенения 10 000 лет назад. Схожесть размерной структуры популяции за период наблюдений свидетельствует и о неизменности ее жизненного цикла.

*Продукционные показатели.* Для расчета продукционных показателей мизиды в оз. Южный Волос были определены весовые показатели и калорийность рачков на разных стадиях развития эмбрионов в марсупиальной сумке (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. **Размер, масса и калорийность самок мизид одно- и двухгодичной генераций в оз. Южный Волос на разных стадиях развития эмбрионов**

T a b l e 2. **Size, weight, and calorie content of female mysids of one- and two-year generations on Lake Yuzhny Volos at different embryo development stages**

Генерация	Стадия	Длина, мм	Сырая масса, мг	Сухая масса, мг	Кал·мг <sup>-1</sup> сух. в-ва	Кал·экз <sup>-1</sup> сух. в-ва
Одногодичная	1	13,35	12,98	2,01	4,91	9,87
	2	12,87	11,37	1,96	4,65	9,11
	3	13,09	11,25	1,89	4,59	8,68
	4	12,82	10,94	1,74	4,45	7,74
Двухгодичная	1	17,12	28,00	4,58	5,00	22,90
	2	17,02	24,91	3,87	4,89	18,92
	3	16,54	24,88	3,56	4,76	16,95
	4	17,09	22,52	3,35	4,65	15,58

П р и м е ч а н и е. Стадия 1 соответствует эмбрионам на первых этапах дробления, стадия 4 – перед выходом из марсупиума, стадии 2 и 3 – промежуточные.

Плодовитость, масса и энергетический эквивалент яиц мизид одно- и двухгодичной генераций представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. **Плодовитость, масса и энергетический эквивалент яиц мизиды одно- и двухгодичной генераций**

T a b l e 3. **Fecundity, weight and energy equivalent of mysida eggs of one- and two-year generations**

Генерация	Плодовитость, число яиц в кладке	Сырая масса, мг	Сухая масса, мг	Кал·экз <sup>-1</sup>
Одногодичная	9,4	0,184	0,077	0,540
Двухгодичная	14,3	0,209	0,104	0,730

Соматическая продукция мизиды в оз. Южный Волос за ювенильный период представлена в табл. 4. Продукция особи за ювенильный период эквивалентна продукции за жизненный цикл и соответствует значениям, представленным в табл. 2 для самок на первой стадии развития эмбрионов в марсупиуме.

Т а б л и ц а 4. **Соматическая продукция реликтовой мизиды одно- и двухгодичной генераций в оз. Южный Волос на уровне особи и популяции за жизненный цикл**

T a b l e 4. **Somatic production of relict mysids of one- and two-year generations on Lake Yuzhny Volos at the individual and population levels over the life cycle**

Генерация	Продукция особи, кал/экз <sup>-1</sup>	Численность, экз.	Продукция популяции, кал
Одногодичная	9,9	$9,1 \cdot 10^8$	$8,91 \cdot 10^8$
Двухгодичная	22,9	$6,9 \cdot 10^8$	$16,03 \cdot 10^8$

Соматическая продукция взрослых самок мизид, вынашивающих молодь в марсупиальной сумке, зимой в оз. Южный Волос отсутствует, и все ресурсы организма направлены на обеспечение вынашивания единственной кладки эмбрионов. Масса и энергетический эквивалент массы тела самок в процессе вынашивания молоди снижается (см. табл. 2). Соотношение самцов и самок в популяции на момент оплодотворения составляет 1:1. После оплодотворения самок самцы в озере элиминируют. Следовательно, численность взрослых животных в этот период в популяции мизид снижается вдвое и состоит из взрослых самок, вынашивающих молодь. Потери энергии на уровне особи и популяции за время вынашивания самками молоди представлены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5. Потери энергии у самок мизиды на уровне особи и популяции за период вынашивания молоди в оз. Южный Волос

T a b l e 5. Energy losses in mysid females at the individual level and in the population during the gestation period of juveniles on Lake Yuzhny Volos

Генерация	Потери энергии у особи		Численность, экз.	Потери энергии в популяции	
	кал	%		кал	%
Одногодичная	2,13	22	$4,6 \cdot 10^8$	$9,8 \cdot 10^8$	40
Двухгодичная	7,32	32	$3,45 \cdot 10^8$	$25,3 \cdot 10^8$	32

Суммарные энергетические потери соматического вещества в период вынашивания молоди в марсупиуме для самок одно- и двухгодичной генераций составляют  $35,1 \cdot 10^8$  кал.

Генеративная продукция мизиды в оз. Южный Волос складывается из суммарного количества вещества и энергии, накопленных в яйцах самками одно- и двухгодичной генераций. В таком случае, исходя из численности 0,91 млрд самок для одногодичной генерации и 0,69 млрд для двухгодичной и на основании данных табл. 3, продукция яиц популяции мизид в оз. Южный Волос составляет  $29,5 \cdot 10^8$  и  $11,5 \cdot 10^8$  кал для самок одногодичной генерации,  $18,0 \cdot 10^8$  кал – для самок двухгодичной генерации.

Так как мизида в оз. Южный Волос является моноциклическим видом, то генеративная продукция особи равна массе или энергетическому эквиваленту массы яйцекладки (см. табл. 3).

Экзувиальная продукция мизиды ( $P_{ex}$ , кал·особь/сут) за жизненный цикл в оз. Южный Волос была рассчитана на основе зависимости экзувиального роста ракообразных от сухой массы тела ( $W$ , мг) при 20 °С (табл. 6) [8]:  $P_{ex} = 0,51W^{0,729}$ .

Т а б л и ц а 6. Экзувиальная продукция мизиды в оз. Южный Волос для одно- и двухгодичной генераций на уровне особи и популяции за жизненный цикл

T a b l e 6. Exuvial production of mysids in the Yuzhny Volos lake for one- and two-year generations at the individual and population levels over the life cycle

Генерация	Средняя сухая масса особи, мг	Длительность жизненного цикла, сут	$P_{ex}$ , кал	
			особи	популяции
Одногодичная	1,4	360	281,5	$256,2 \cdot 10^8$
Двухгодичная	3,5	600	915,6	$631,8 \cdot 10^8$

*Элементы энергетического баланса.* В практике гидробиологических исследований поток энергии принято характеризовать ассимилированной частью рациона. Траты на дыхание определяются по скорости потребления кислорода с использованием оксикалорийного коэффициента.

Известно, что скорость потребления кислорода для ракообразных при 20 °С выражается степенным уравнением [9]:  $Q = 0,125W^{0,759}$ , где  $Q$  – мл  $O_2 \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ ,  $W$  – масса тела, г сырого веса. Подставляя в это уравнение среднестатистические значения сырой массы тела мизид одногодичной и двухгодичной генераций, рассчитанные на основании приведенных в табл. 2 данных, получаем величины скорости потребления кислорода. Перемножая полученные величины на длительность ювенильного периода, на численность животных и оксикалорийный коэффициент, получаем траты на дыхание одно- и двухгодичной генераций (табл. 7). Температурный коэффициент Вант Гоффа для приведения скорости дыхания к средней для озера придонной температуре 4 °С принят равным 4 [10], оксикалорийный коэффициент – 4,86 [7].

Т а б л и ц а 7. Траты энергии на дыхание среднестатистической весовой группы одно- и двухгодичной генераций мизиды на уровне особи и популяции в оз. Южный Волос за ювенильный период

T a b l e 7. Energy consumption for respiration of the average weight group of one- and two-year generations of mysids at the level of the individual and the population on Lake Yuzhny Volos for the juvenile period

Генерация	Средний сырой вес особи, мг	$Q$ , мл $O_2 \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$	Длительность периода, ч	Траты на дыхание особи, кал	Численность, экз.	Траты на дыхание популяции, кал
Одногодичная	6,49	0,213	8640	8944	$0,9 \cdot 10^8$	$8049,6 \cdot 10^8$
Двухгодичная	14,00	0,383	14 400	26 804	$0,7 \cdot 10^8$	$18762,8 \cdot 10^8$

П р и м е ч а н и е.  $Q$  – скорость потребления кислорода, мл  $O_2 \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ , значения приведены к 4 °С.

Траты энергии на дыхание среднестатистических самок мизиды за период вынашивания молоди в оз. Южный Волос представлены в табл. 8.

Т а б л и ц а 8. Траты энергии на дыхание среднестатистических весовых групп одно- и двухгодичной генераций мизиды в оз. Южный Волос за период вынашивания молоди

T a b l e 8. Energy consumption for respiration of average statistical weight groups of one- and two-year generations of mysids on Lake Yuzhny Volos during the gestation period of juveniles

Генерация	Средняя сырая масса, мг	$Q$ , мл $O_2 \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$	Период вынашивания молоди, ч	Траты на дыхание особи, кал	Численность, экз.	Траты на дыхание популяции, кал
Одногодичная	11,98	0,34	2160	734,4	$0,45 \cdot 10^8$	$1606,1 \cdot 10^8$
Двухгодичная	25,27	0,605	2160	1306,8	$0,35 \cdot 10^8$	$2222,9 \cdot 10^8$

П р и м е ч а н и е.  $Q$  – скорость потребления кислорода, мл  $O_2 \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ . Коэффициент Вант Гоффа для приведения величины скорости потребления кислорода к  $4^\circ\text{C}$  принят равным 4, оксикалорийный коэффициент – 4,86.

Так как во время вынашивания молоди отсутствует соматический рост самок и имеет место расходование накопленной ранее энергии, основным элементом потока энергии в популяции являются траты на дыхание.

Одним из важных показателей энергетического баланса как особи, так и популяции является коэффициент использования ассимилированной пищи на рост  $K_2$ , который иногда называют экологическим коэффициентом [11].

$K_2 = P/(P + T)$  – безразмерный коэффициент, где  $P$  – прирост;  $T$  – траты на обмен.

Нами рассчитаны значения  $K_2$  одно- и двухгодичной генераций мизиды в оз. Южный Волос на уровне особи и популяции на основе данных по соматическому, экзувиальному росту и тратам на дыхание, представленных в табл. 4, 6, 7. Они составляют 0,032 для одногодичной и 0,034 для двухгодичной генерации на уровне особи. Для уровня популяции значения составляют 0,032 для одногодичной и 0,033 для двухгодичной. Значения  $K_2$  оказались весьма низкими по сравнению с таковыми для аборигенных видов макрозообентоса, что можно объяснить низкими на протяжении всего года донными температурами в гипolimнионе оз. Южный Волос.

**З а к л ю ч е н и е.** Как показали исследования, проведенные в 2021–2022 гг., и ретроспективный анализ, размерно-возрастная структура, численность и плотность популяции реликтовой мизиды за полувековой период в оз. Южный Волос не изменились. Такой результат свидетельствует о благополучном экологическом состоянии донных экосистем озера в целом, что в первую очередь определяется стабильностью условий среды в водоеме. Биотоп распространения ледниковых реликтов располагается в глубоководной части гипolimниона озера, ниже термоклина, где температурные, световые и пищевые условия остаются стабильными со времени отступления последнего оледенения 10 000 лет назад.

То же касается и особенностей жизненного цикла, которые заключаются в параллельном существовании нескольких линий чередующихся генераций, продолжительность существования которых составляет 14 и 22 мес. Особи одногодичной генерации дают начало рачкам двухгодичной генерации, и наоборот. Пока остается неясным, сколько в озере существует таких не переkreшивающихся линий чередующихся генераций, причины и пути их возникновения. Изучение этих вопросов требует проведения комплекса работ, включая молекулярно-генетические исследования по выяснению родства животных из разных генераций внутри одной популяции мизид.

Впервые для глубоководных пресноводных ледниковых организмов определены продукционные популяционные характеристики. Показано, что соматическая продукция мизид как на уровне особи, так и на уровне популяции у самок двухгодичной генерации примерно в 2 раза выше, чем у самок одногодичной генерации. Что касается периода вынашивания молоди в марсупиальной сумке, то соматическая продукция мизид в этот период отсутствует, а за время эмбриогенеза самка, напротив, расходует энергетический эквивалент массы тела. Расход вещества у особи в энергетическом эквиваленте составляет для одногодичной генерации 2,13 кал, для двухгодичной – 7,32 кал, в популяции –  $9,5 \cdot 10^8$  и  $25,5 \cdot 10^8$  кал соответственно. Генеративная продукция мизиды в оз. Южный Волос складывается из суммарного количества вещества и энергии,

накопленных в единственной за жизненный цикл яйцекладке. Продукция яиц за жизнь в популяции составила  $29,5 \cdot 10^8$  кал, что сопоставимо с суммарной соматической продукцией.

Экзувиальная продукция мизиды на уровне особи и популяции оказалась в десятки раз выше соматической. Траты на дыхание для одногодичной генерации оказались примерно в 900 раз выше показателя соматической продукции, для двухгодичной генерации – в 1200 раз выше. Значения коэффициента  $K_2$  для обеих генераций оказались весьма близки как на уровне особи, так и на уровне популяции и изменялись в очень узких пределах – от 0,032 до 0,034. Полученные величины  $K_2$  представлены весьма низкими значениями, что можно объяснить температурой воды в оз. Южный Волос, которая в 5 раз ниже средних значений температуры воды для умеренных широт.

**Благодарности.** Исследование выполнено при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ) в рамках научно-исследовательской работы «Установить особенности продукционных процессов в популяции холодноводной глубоководной фауны ледниковых озер на примере реликтовой мизиды *Mysis relicta* (Loven) приграничного Беларусь–Латвия озера в южной зоне ареала» (договор с БРФФИ № B21MC-015).

**Acknowledgements.** The study was supported by the Belarusian Republican Foundation for Basic Research (BRFFR) as part of the research work “To establish the features of production processes in the population of the cold-water deep-water fauna of glacial lakes using the example of the relict mysid *Mysis relicta* (Loven) of the Belarus–Latvia border lake in the southern zone of the range” (agreement with BRFFR No. B21MS-015).

### Список использованных источников

1. Драко, М. М. Реликтовые ракообразные в озерах БССР / М. М. Драко // Уч. зап. Белорус. гос. ун-т. Сер. биол. – Минск, 1954. – Вып. 17. – С. 157–160.
2. Байчоров, В. М. Колькасныя заканамернасці размнажэння самок *Mysis relicta* ў возеры Паўднёвы Волас, БССР / В. М. Байчоров // Вес. Акад. навук Беларусі. ССР. – 1978. – № 4. – С. 77–81.
3. Chmelewa, N. N. Comparative estimate of reproductiv cycles in two relict, ecologically different mysid species / N. N. Chmelewa, V. M. Baychorov // Polskie Archiwum Hydrobiologii. – 1987. – N 3. – P. 321–329.
4. Сушня, Л. М. Биология и продукция реликтовых ракообразных / Л. М. Сушня, В. П. Семенченко, В. В. Везновец. – Минск : Наука и техника, 1986. – 159 с.
5. Байчоров, В. М. Использование эхолокации и видеотехнологий в оценке численности донной ледниковой реликтовой фауны / В. М. Байчоров, А. Шкуте // Докл. НАН Беларуси. – 2012. – Т. 56, № 2. – С. 82–85.
6. Байчоров, В. М. Ледниковая реликтовая фауна озера Южный Волос / В. М. Байчоров, Ю. Г. Гигиняк // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2008. – № 3. – С. 102–106.
7. Методы определения продукции водных животных : метод. рук. и материалы / под ред. Г. Г. Винберга. – Минск : Выш. шк., 1968. – 243 с.
8. Хмелева, Н. Н. Продукция кормовых и промысловых ракообразных (генеративная и экзувиальная) / Н. Н. Хмелева, А. П. Голубев. – Минск : Наука и техника, 1984. – 216 с.
9. Сушня, Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных / Л. М. Сушня. – Киев : Наук. думка, 1972. – 196 с.
10. Ивлева, И. В. Температура среды и скорость энергетического обмена у водных животных / И. В. Ивлева. – Киев : Наук. думка, 1981. – 232 с.
11. Ивлев, В. С. О параметрах, характеризующих уровни энергетического обмена животных / В. С. Ивлев // Применение математических методов в биологии : сб. ст. / Ленингр. гос. ун-т. – Л., 1963. – Вып. 2. – С. 146–151.

### References

1. Drako M. M. Relic crustaceans in the lakes of the BSSR. *Uchenye zapiski Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya biologicheskaya* [Scientific notes of the Belarusian State University. Biological series]. Minsk, 1954, iss. 17, pp. 157–160 (in Russian).
2. Baichorov V. M. Quantitative patterns of reproduction of *Mysis relicta* females in South Volas Lake. *Vestsi Akademii navuk BSSR* [News of the Academy of Sciences of the BSSR], 1978, no. 4, pp. 77–81 (in Russian).
3. Chmelewa N. N., Baychorov V. M. Comparative estimate of reproductiv cycles in two relict, ecologically different mysid species. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 1987, no. 3, pp. 321–329.
4. Sushchenya L. M., Semenchenko V. P., Vezhnovets V. V. *Biology and production of relict crustaceans*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1986. 159 p. (in Russian).
5. Baichorov V. M., Shkute A. The use of echolocation and video technologies in the estimation of the abundance of bottom glacial relict fauna. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2012, vol. 56, no. 2, pp. 82–85 (in Russian).
6. Baichorov V. M., Giginyak Yu. G. Glacial relict fauna of Lake Yuzhny Volos. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2008, no. 3, pp. 102–106 (in Russian).

7. Vinberg G. G. (ed.). *Methods for determining the production of aquatic animals*. Minsk, Vysheishaya shkola Publ., 1968. 243 p. (in Russian).
8. Khmeleva N. N., Golubev A. P. *Production of fodder and commercial crustaceans (generative and exuvial)*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1984. 216 p. (in Russian).
9. Sushchenya L. M. *Intensity of respiration of crustaceans*. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1972. 196 p. (in Russian).
10. Ivleva I. V. *Environmental temperature and rate of energy metabolism in aquatic animals*. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1981. 232 p. (in Russian).
11. Ivlev V. S. On the parameters characterizing the levels of energy metabolism in animals. *Primenenie matematicheskikh metodov v biologii: sbornik statei* [Application of mathematical methods in biology: collection of articles]. Leningrad, 1963, iss. 2, pp. 146–151 (in Russian).

### Информация об авторах

*Байчоров Владимир Мухтарович* – д-р биол. наук, заведующий сектором. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: vbaitch@gmail.com

*Гигиняк Юрий Григорьевич* – канд. биол. наук, доцент, вед. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: antarctida\_2010@mail.ru

*Корзун Егор Викторович* – ст. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: natrrix109@gmail.com

### Information about the authors

*Vladimir M. Baitchorov* – D. Sc. (Biol.), Head of the Department. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vbaitch@gmail.com

*Yuri G. Hihiniak* – Ph. D. (Biol.), Associate Professor, Leading Researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: antarctida\_2010@mail.ru

*Egor V. Korzun* – Senior Researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: natrrix109@gmail.com