

РЕГИСТРАЦИЯ ВОЗМОЖНОГО ФАКТА АДОПЦИИ У ЧУЖЕРОДНОГО ВИДА МИЗИД *LIMNOMYSIS BENEDENI* (CRUSTACEA: MYSIDA)

© 2025 Александрович П.Е.*, Липинская Т.П.**

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 220072, Беларусь

e-mail: *pauline.alexandrovich@gmail.com, **tatsiana.lipinskaya@gmail.com

Поступила в редакцию 03.04.2026 . После доработки 24.07.2026. Принята к публикации 13.08.2026

На створе р. Припять зафиксированы два случая ($\approx 2,30\%$ от числа самок с выводком) наличия в марзупиуме одной самки *Limnomysis benedeni* (Czerniavsky, 1882) личинки более поздней стадии при одновременном присутствии личинок более ранней стадии; в одном случае «старшая» личинка имела нетипичную конфигурацию тела. Эти наблюдения могут соответствовать феномену адопции, однако носят вероятностный характер ввиду того, что основаны на анализе полевого материала, а не получены в экспериментальных условиях. В статье приведён обзор литературы по синхронности эмбрионального развития и феномену адопции у мизид, а также обсуждаются альтернативные объяснения полученных наблюдений.

Ключевые слова: Понто-Каспийский вид, биологические инвазии, марзупиум, река.

DOI: 10.35885/1996-1499-19-3-03-08

Введение

Родительская забота у мизид (Mysidae) реализуется через развитие эмбрионов и личинок в марзупиуме самки, сформированном оостегитами грудных конечностей. В норме развитие потомства в пределах одной выводковой сумки протекает синхронно, что обусловлено тесной связью эмбриогенеза с циклом линьки самки и внутримарзупиальными физиологическими процессами [Wittmann, 1978; Mauchline, 1980]. Личинки мизид проходят три основные стадии развития – эмбриональную, науплиоидную и пост-науплиоидную [San-Vicente et al., 2014], и в пределах одной кладки, как правило, находятся на одинаковом этапе онтогенеза. Нарушение этой синхронности описано как редкое явление. В литературе обсуждаются факторы, потенциально влияющие на развитие потомства (температура, паразиты, химические агенты), однако они, согласно опубликованным данным, воздействуют на кладку в целом, а не приводят к появлению единичной личинки, существенно опережающей остальных по стадии развития [Daly & Damkaer, 1986; McKenney et al., 1991; Fockedey et al., 2006; Ghekiere et al.,

2007; Ohtsuka et al., 2007; Allen et al., 2026]. Единственным известным исключением из правила синхронного развития является глубоководный вид *Spelaeomysis bottazzii* (Caroli, 1924) (отряд Stygiomysida), для которого описана сильная асинхронность развития молоди в пределах одной выводковой сумки, что, однако, нехарактерно для подавляющего большинства мизид [Wittmann et al., 2014].

Особый интерес вызывает явление адопции, которое наблюдается у некоторых морских видов мизид. Оно заключается в том, что самки захватывают и помещают в свои марзупиальные сумки личинок, вышедших из сумок других самок. Впервые детальное описание этого явления было представлено в 1978 г. Карлом Виттманном, который показал, что самки активно захватывают личинок, манипулируют ими с помощью грудных конечностей и помещают в марзупиум через переднюю или вентральную щель между оостегитами. Было отмечено, что введенные личинки нередко располагаются в сумке в нетипичной ориентации и впоследствии могут переориентироваться благодаря движению оостегитов [Wittmann, 1978]. В дальнейшем

это явление отмечалось у многих морских видов, включая случаи межвидовых взаимодействий [Mauchline, 1980; Wittmann, 1981; Sato & Murano 1994; Wortham-Neal & Price, 2002; Johnston & Ritz, 2005].

Экспериментальные данные из упомянутых работ показывают, что самки могут возвращать выпавшую молодь в марзупиум и проявлять замещающее поведение в случае потери части потомства. С экологической точки зрения целесообразной является адаптация личинок той же или более старшей стадии по сравнению с исходным выводком, поскольку линька самки вскоре после выпуска молодки делает принятие более молодых личинок неэффективной [Johnston & Ritz, 2005].

Следует подчеркнуть, что практически все документированные случаи адаптации относятся к морским видам мизид. Для вида *Limnomysis benedeni* (Czerniavsky, 1882), который может обитать как в солоноватоводных, так и в пресноводных экосистемах, подобные наблюдения в литературе отсутствуют.

L. benedeni является чужеродным видом для водных объектов Республики Беларусь; в настоящее время он широко распространён в бассейне рек Днепр и Припять и активно расселяется по водотокам, в том числе с участием водного транспорта [Семенченко и др., 2022]. На протяжении более 19 лет наблюдений (с первой регистрации *L. benedeni* в р. Припять в 2007 г. [Semenchenko et al., 2007]) в р. Припять других видов мизид не регистрировалось, что существенно упрощает интерпретацию внутривидовых взаимодействий в данной акватории.

В настоящей работе рассматривается полевой материал, собранный в августе 2025 г. в р. Припять, который может свидетельствовать о возможном случае адаптации у *L. benedeni* и требует обсуждения в контексте известных литературных данных.

Цель исследования — описать возможный факт адаптации (принятия) личинок у чужеродного вида *L. benedeni* в речной популяции р. Припять (август 2025) и найти альтернативные объяснения наличия личинок разного возраста в марзупиуме одной самки.

Задачами исследования было: 1) провести обзор литературных данных о синхрон-

ности эмбрионального развития и феномене адаптации у мизид; 2) проанализировать выявленные в природной популяции *L. benedeni* случаи состава выводка из асинхронно развивающихся личинок и оценить возможность их интерпретации как проявления внутривидовой адаптации.

Материалы и методы

Материал собран в августе 2025 г. в среднем и нижнем течении р. Припять на створах: г. Микашевичи (52.203188 с.ш., 27.395787 в.д.), г. Туров (52.080421 с.ш., 27.825798 в.д.), г. Мозырь (52.024548 с.ш., 29.320438 в.д.), д. Конотоп Наровлянского района (51.764948 с.ш., 29.574193 в.д.) (рис. 1). Отбор проб осуществлялся гидробиологическим сачком по стандарту ISO 7828 в прибрежной зоне на глубине 0,5–0,7 м. Пробы фиксировались в этаноле сразу после сбора.

Всего проанализировано 350 особей *L. benedeni*, из которых 158 — самки. Личинки в марзупиуме обнаружены у 87 самок.

Каждый марзупиум вскрывали индивидуально в отдельной чашке Петри с использованием препаровальной иглы. Случайное попадание личинок из других образцов исключено. После извлечения из марзупиума личинок подсчитывали и измеряли; стадия развития определялась по морфологическим признакам (см. табл.) [San-Vicente et al., 2014]. Фотографирование проводили после извлечения личинок из сумки.



Рис. 1. Карта мест отбора проб мизид *L. benedeni* на р. Припять.

Таблица. Морфологические признаки стадий развития личинок мизид в марзупиуме, по San-Vicente et al., 2014

Эмбриональная	Яйцеобразная, почти сферическая, окружена яйцевой оболочкой. Гранулы желтка распределены по всему эмбриону
Науплиодная	Личинка обладает зачатками антеннул, антенн и мандибул, проявляется небольшая сегментация, завершающаяся появлением пигментации глаз
Пост-науплиодная	Перелинявшая личинка имеет глаза на стебельках, жабры и подвижные грудные придатки

Результаты и их обсуждение

Из 87 самок с личинками у двух особей (2,30% от числа самок с выводком) зарегистрировано наличие в пределах одного марзупиума личинки пост-науплиодной стадии при том, что остальные личинки находились на науплиодной стадии развития.

Обе особи с асинхронным по стадии развития составом выводка (самки № 1 и № 2) были отловлены на створе в окрестностях д. Конотоп Наровлянского района. Признаков массовой гибели или разложения личинок в этих двух сумках не выявлено.

Дополнительно зафиксирован один случай обнаружения в сумке частицы минерального происхождения (песчинки) – эта особь (самка № 3) происходила из той же пробы в окрестности д. Конотоп Наровлянского рай-

она, но является отдельным экземпляром, не тождественным двум случаям с асинхронным составом выводков. Для ясности введены номера образцов и их морфометрические данные:

самка № 1: длина тела 5.7 мм; в марзупиуме – 10 личинок; 1 личинка пост-науплиодной стадии, размер ~1.6 мм (рис. 2); остальные 9 личинок – науплиодной стадии, размер ~0.9 мм.

самка № 2: длина тела 5.7 мм; в марзупиуме – 15 личинок; 1 личинка пост-науплиодной стадии, размер ~1.5 мм (рис. 3); 14 личинок – науплиодной стадии, размер ~1 мм.

самка №3: (отдельный экземпляр из той же пробы, содержащая песчинку): длина тела 6.4 мм; в марзупиуме – 7 личинок науплиодной стадии, размер 0.95 мм; среди личинок

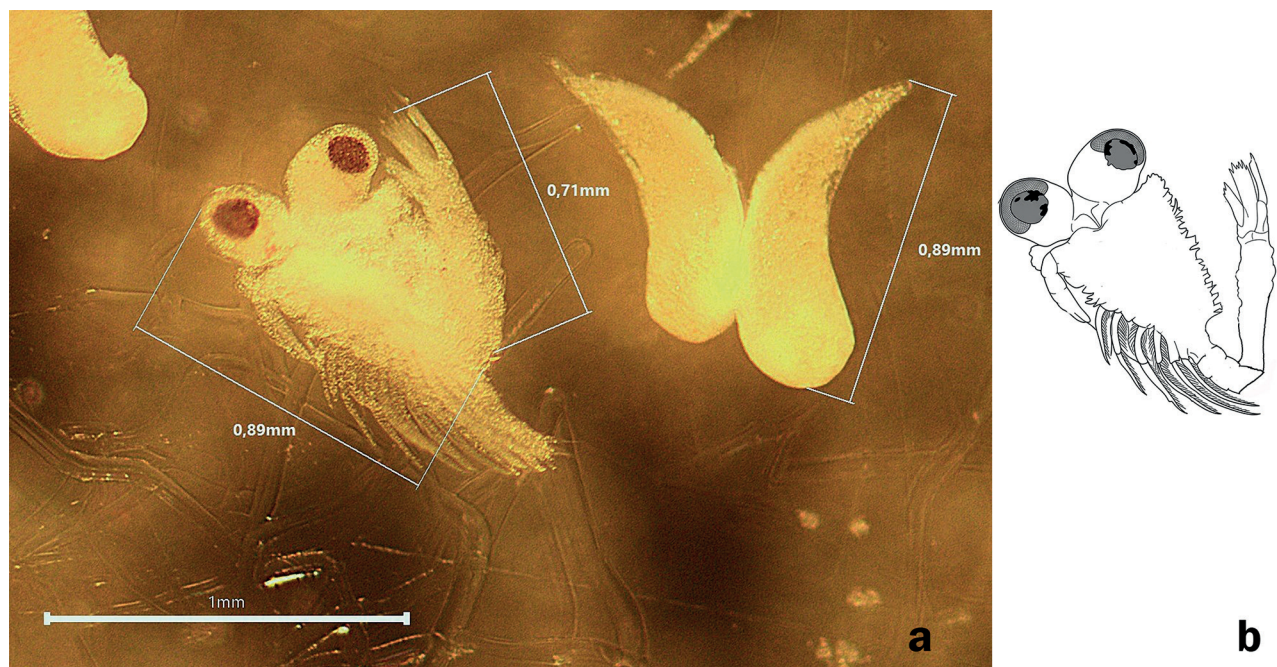


Рис. 2. Старшая личинка из марзупиума самки №1 (*L. benedeni*): *a* – двухмерная микрофотография личинки, на изображении также видна одна из личинок науплиодной стадии из того же выводка; указаны измерения в мм; *b* – схема ориентации хвостовой части личинки, восстановленная по наблюдениям при вскрытии марзупиума
Примечание: на микрофотографии изгиб по проекции может казаться направленным к роструму, но под биноклем чётко видно противоположное направление изгиба (как на схеме).

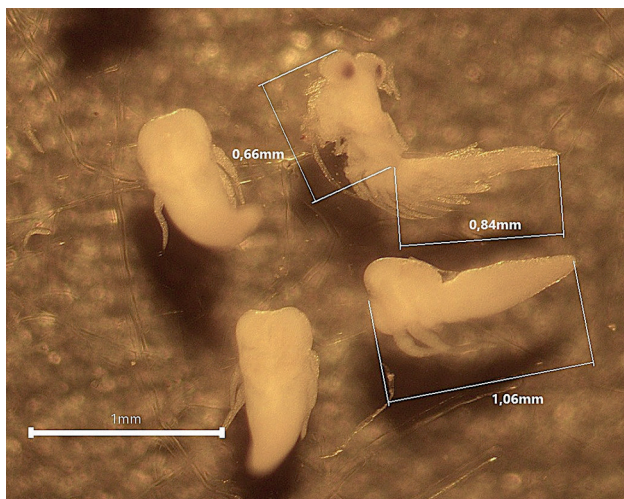


Рис. 3. Личинки из марзупиума самки *L. benedeni* № 2: одна пост-науплиодной и три науплиодной стадии; на изображении проставлены линейные размеры в мм.

зафиксирована минеральная частица (песчинка) – размером 0.87 мм (рис. 4).

В одном из случаев (самка № 1) личинка старшей стадии имела нетипичную пространственную конфигурацию тела (неестественный изгиб), отличающуюся от положения остальных личинок данного выводка, что отражено на рис. 2, *a*. На двумерной микрофотографии направление изгиба абдомена может визуальнo вводить в заблуждение, а сопутствующая схема (рис. 2, *b*) воспроизводит фактическую ориентацию тела, установленную при вскрытии марзупиума.



Рис. 4. Самка *L. benedeni* № 3 с песчинкой, обнаруженной среди личинок в марзупиуме: на изображении также показана одна личинка из данного выводка, приведены размеры в мм.

В остальных 85 случаях развитие личинок в пределах марзупиума было синхронным.

Выявленные случаи представляют интерес в связи с общепринятым представлением о синхронности развития потомства у мизид. Согласно литературным данным, асинхронность в пределах одной кладки для большинства видов нехарактерна и рассматривается либо как редкое исключение, либо как следствие воздействия неблагоприятных факторов, влияющих на выводок в целом [Mauchline, 1980; Wittmann et al., 2014].

Обнаружение в пределах одного марзупиума единственной личинки более старшей стадии при сохранении у остальных личинок признаков одной и той же стадии развития затрудняет объяснение наблюдаемого явления действием абиотических факторов (температуры, токсикантов) или паразитарного воздействия, поскольку, по опубликованным данным, подобные факторы обычно отражаются на всём выводке одновременно [Daly & Damkaer, 1986; McKenney et al., 1991; Fockedey et al., 2006; Ghekiere et al., 2007; Ohtsuka et al., 2007; Allen et al., 2026].

Версия о том, что данная личинка является единственной выжившей из более ранней кладки, также маловероятна. Это связано с тем, что самка линяет вскоре после того, как полностью выпустит молодь, а марзупиум обновляется одновременно с экзувием [Mauchline, 1980].

Дополнительным обстоятельством является обнаружение песчинки в марзупиуме одной из самок из того же створа. Экспериментальные наблюдения показывают, что марзупиум не является полностью изолированной структурой и допускает попадание мелких частиц и объектов извне [Wittmann, 1978].

Нетипичная конфигурация тела старшей личинки в одном из случаев согласуется с описаниями пространственной дезориентации личинок, введенных в марзупиум после их высвобождения из сумки другой самки, что было показано в экспериментальных работах по адаптации у мизид [Wittmann, 1978].

С учётом того что в р. Припять на протяжении 19 лет после первой регистрации отмечается присутствие только одного вида мизид

– *L. benedeni* [Semenchenko et al., 2007], межвидовая адопция в данном случае представляется маловероятной, что позволяет рассматривать наблюдаемое явление как потенциальный случай внутривидовой адопции.

Следует подчеркнуть, что представленные данные основаны на анализе полевого материала и не получены в условиях контролируемого эксперимента. В связи с этим интерпретация выявленных случаев как адопции носит вероятностный характер. Для проверки данной гипотезы планируется проведение экспериментальных исследований с искусственным высвобождением личинок и наблюдением за поведением самок *L. benedeni* в лабораторных условиях по аналогии с классическими экспериментальными работами, использованными в ранних статьях по адопции у мизид.

Таким образом, зарегистрированные в природной популяции *L. benedeni* случаи наличия личинок разных стадий в пределах одного марзупиума могут свидетельствовать о существовании механизма адопции и у данного пресноводного вида. Учитывая отсутствие подобных публикаций для *L. benedeni*, полученные данные представляют интерес как первое указание на возможное проявление данного поведенческого феномена в пресноводных условиях бассейна р. Припять.

Выводы

В ходе исследования в природной популяции *L. benedeni* в р. Припять (350 проанализированных особей, 158 самок, 87 самок с личинками) выявлены два случая ($\approx 2.30\%$ от числа самок с выводком) наличия в пределах одного марзупиума личинки более поздней стадии развития при одновременном присутствии личинок более ранней стадии.

Сопутствующие признаки – нетипичная конфигурация тела «старшей» личинки в одном из случаев и обнаружение минеральной частицы в марзупиуме отдельной самки из той же пробы – служат аргументом в пользу возможной внутривидовой адопции биологически правдоподобной.

Альтернативные объяснения, включая равномерное воздействие абиотических факторов или сохранение личинки от предыду-

щей кладки, в меньшей степени согласуются с установленными особенностями репродуктивной биологии мизид.

Вместе с тем представленные данные основаны на полевом материале и не получены в условиях контролируемого эксперимента, в связи с чем вывод о наличии адопции у *L. benedeni* носит вероятностный характер. Полученные результаты могут рассматриваться как первое указание на возможное проявление данного поведенческого феномена у *L. benedeni* в бассейне р. Припять и обосновывают необходимость проведения целенаправленных экспериментальных исследований для проверки выдвинутой гипотезы.

Финансирование работы

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ в рамках проекта «Современный ареал и морфогенетическая структура популяций чужеродного вида мизид *Limnomysis benedeni* в бассейнах рек Днепра и Припяти» на 2026–2028 гг. (№ НИОКТР20261889).

Благодарности

Авторы благодарны рецензентам, за помощь в улучшении текста статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Данные исследования не требуют соблюдения этических стандартов.

Литература

- Семенченко В.П., Липинская Т.П., Бычкова Е.И., Ризевский В.К. Инвазионные процессы в водных экосистемах Беларуси. Минск: Беларуская навука, 2022. 204 с.
- Allen D.S., Solomons K.S., Wiencek M.M., Kelly M.M., Sellin Jeffries M.K. Fish embryo and mysid tests as alternatives to standard fish tests for marine toxicity testing: a comparison of test sensitivity and exploration of additional endpoints // *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2026. Vol. 45, no. 1. P. 114–125.
- Daly K.L., Damkaer D.M. Population dynamics and distribution of *Neomysis mercedis* and *Alienacanthomysis macropsis* (Crustacea: Mysidacea) in relation to the parasitic copepod *Hansenulus trebax* in the Columbia River estuary // *Journal of Crustacean Biology*. 1986. Vol. 6, no. 4. P. 840–857.

- Fockedeey N., Mees J., Vincx M., Hostens K. Effect of salinity and temperature on the intra-marsupial development of the brackish water mysid *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea) // *Marine Biology*. 2006. Vol. 148, no. 6. P. 1339–1356.
- Ghekiere A., Fockedeey N., Verslycke T., Janssen C.R., Vincx M. Marsupial development in the mysid *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea) to evaluate the effects of endocrine-disrupting chemicals // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2007. Vol. 66, no. 1. P. 9–15.
- Johnston N.M., Ritz D.A. Kin recognition and adoption in mysids (Crustacea: Mysidacea) // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2005. Vol. 85, no. 6. P. 1441–1447.
- Mauchline J. The biology of mysids and euphausiids // *Advances in Marine Biology*. 1980. Vol. 18. P. 1–677.
- McKenney C.L. Jr., Hamaker T.L., Matthews E. Changes in the physiological performance and energy metabolism of an estuarine mysid (*Mysidopsis bahia*) exposed in the laboratory through a complete life cycle to the defoliant DEF // *Aquatic Toxicology*. 1991. Vol. 19, no. 2. P. 123–135.
- Ohtsuka S., Harada S., Shimomura M., Boxshall G.A., Yoshizaki R., Ueno D., Nitta Y., Iwasaki S., Okawachi H., Sakakihara T. Temporal partitioning: dynamics of alternating occupancy of a host microhabitat by two different crustacean parasites // *Marine Ecology Progress Series*. 2007. Vol. 348. P. 261–272.
- San-Vicente C., Guerao G., Olesen J. Lophogastrida and Mysida // *Atlas of Crustacean Larvae* / Eds. J.W. Martin, J. Olesen, J.T. Høeg. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2014. P. 199–205.
- Sato H., Murano M. Adoption of larvae escaped from the marsupium in four mysid species // *Mer (Tokyo)*. 1994. Vol. 32. P. 71–74.
- Semenchenko V., Razlutsky V., Vezhnovetz V. First record of the invasive Ponto-Caspian mysid *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882 from the River Pripyat, Belarus // *Aquatic Invasions*. 2007. Vol. 2, no. 3. P. 272–274.
- Wittmann K.J. Adoption, replacement, and identification of young in marine Mysidacea (Crustacea) // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1978. Vol. 32, no. 3. P. 259–274.
- Wittmann K.J. Comparative biology and morphology of marsupial development in *Leptomysis* and other Mediterranean Mysidacea (Crustacea) // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1981. Vol. 52, no. 2–3. P. 243–270.
- Wittmann K.J., Ariani A.P., Lagardère J.P. Orders Lophogastrida Boas, 1883, Stygiomysida Tchindonova, 1981, and Mysida Boas, 1883 (also known collectively as Mysidacea) // *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea*. Vol. 4, part B. Leiden: Brill, 2014. P. 189–396.
- Wortham-Neal J.L., Price W.W. Marsupial developmental stages in *Americamysis bahia* (Mysida: Mysidae) // *Journal of Crustacean Biology*. 2002. Vol. 22, no. 1. P. 98–112.

RECORDING A POSSIBLE CASE OF ADOPTION IN THE NON-NATIVE MYSID *LIMNOMYSIS BENEDENI* (CRUSTACEA: MYSIDA)

Alexandrovich P.^{*}, Lipinskaya T.^{**}

Scientific and Practical Center for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, 220072, Belarus

e-mail: ^{*}pauline.alexandrovich@gmail.com, ^{**}tatsiana.lipinskaya@gmail.com

Two cases ($\approx 2.30\%$ of females with broods) of *Limnomysis benedeni* (Czerniavsky, 1882) from the site of the Pripyat River were recorded in which a single female's marsupium contained a larva at a later stage of development while other larvae in the same marsupium were at an earlier stage; in one case the "older" larva had an atypical body configuration. These observations may correspond to the phenomenon of adoption, but are probabilistic in nature due to data origin. The article includes a literature review on the synchrony of embryonic development and the phenomenon of mysids' adoption, and alternative explanations for the observed patterns are also discussed.

Keywords: Ponto-Caspian species; biological invasions; marsupium; river.