

**БЕЗЗУБКИ РОДА *SINANODONTA* (UNIONIDAE, BIVALVIA)
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ЗООМУЗЕЯ ДВФУ**

Е.М. Саенко

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru*

Обсуждаются конхологические характеристики хранящихся в Зоологическом музее ДВФУ (г. Владивосток) раковин пресноводных двустворчатых моллюсков рода *Sinanodonta* из Юго-Восточной Азии, проводится сравнение с опубликованными данными по азиатским и по европейским популяциям синанодонт. Находка *Sinanodonta* на о-ве Боракай (Филиппины) ранее в литературе не отмечена.

**SOUTH-EAST ASIAN ANODONTINS OF THE GENUS *SINANODONTA*
STORED IN THE ZOOLOGICAL MUSEUM OF FAR EASTERN
FEDERAL UNIVERSITY**

E.M. Sayenko

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: sayenko@ibss.dvo.ru*

Collection of the shells of freshwater bivalve mollusks of the genus *Sinanodonta* from Southeast Asia stored in the Zoological Museum of the Far Eastern Federal University (Vladivostok) is under discussion. A comparison of conchological features of the collected shells with published data on Asian and European *Sinanodonta* populations is made. *Sinanodonta* from Boracay Island (Philippines) has not been previously reported in the literature.

Введение

Семейство Unionidae – одно из наиболее разнообразных семейств пресноводных двустворчатых моллюсков, насчитывающее порядка 700 видов из Северного полушария и Африки. Среди унионид представители азиатского рода *Sinanodonta* Modell, 1945 занимают особое положение, как широко инвазивные моллюски.

Природное местообитание синанодонт – бассейн р. Янцзы (Китай) (Kantor et al., 2010), бассейн р. Амур и юг Приморья (Старобогатов и др., 2004; Богатов, 2007; Graf, 2007; и др.), кроме того в Азии моллюск известен из водоемов Кореи (Kwon et al., 1993) и Японии (Higo, Goto, 1993; Kondo et al., 2006). Начав в 1980-х годах освоение европейских водоемов с территорий Румынии (Sárkány-Kiss, 1986) и Венгрии (Petró, 1984), в настоящее время синанодонты отмечены по крайней мере в 19 европейских странах. За последние десятилетия эти моллюски распространились за пределы Евразии, появившись на островных территориях Юго-Восточной Азии, кроме того они уже отмечены в Центральной Америке и островах Карибского моря (Watters, 1997).

Первоначально род *Sinanodonta* был создан с целью выделить азиатские виды из состава рода *Anodonta* Lamarck, 1799 (Modell, 1945). Москвичева (1973) разделила синанодонт на три подрода: *Sinanodonta* s.l., *Anemina* Haas, 1969 и *Cristariopsis* Moskvicheva, 1973. Позже *Anemina* выделили в отдельный род (Затравкин, Богатов, 1987), однако ряд зарубежных исследователей долгое время рассматривали и *Sinanodonta*, и *Anemina* в качестве подродов в составе рода *Anodonta* (Higo, Goto, 1993; Kamburska et al., 2013; и др.). Описанные с юга Приморского края новые виды *S. ovata* и *S. manchurica*, отличающиеся от других синанодонт формой раковины, были объединены в подрод *Ellipsanodon* в составе рода *Sinanodonta* (Богатов, Старобогатов, 1996).

Со времени выделения рода *Sinanodonta* его видовой состав претерпел существенные изменения, однако до недавнего времени не существовало единого мнения относительно количества и идентичности видов в пределах рода (Богатов, Саенко, 2002; Старобогатов и др., 2004; Богатов, 2007; Kondo, 2008; He, Zhuang, 2013; Graf, Cummings, 2019). Проведенные в последнее время молекулярные исследования показывают наличие нескольких таксономических единиц в составе рода (Vikhrev et al., 2017; Kondakov et al., 2018; Wu et al., 2018; Lopes-Lima et al., 2020). Статус наиболее широко распространенного вида *S. woodiana* (Lea, 1834) также остается под вопросом. До начала применения генетических методов многие исследователи принимали широкую концепцию вида *S. woodiana*, особенно в отношении инвазивных моллюсков, считая, например, все европейские популяции конспецифичными (Nagel et al., 1998). Нередко малакологи называли вид условно (обычно как *S. woodiana*), ссылаясь на незавершенность ревизии азиатских синанодонт и недостаточность признаков для их надежной идентификации (Юришинец, Корнюшин, 2001; Kondo et al., 2006).

Начатые в последнее время генетические исследования показали наличие внутри вида *S. woodiana* по крайней мере семи сильно расходящихся линий мтДНК (Bolotov et al., 2016), некоторые виды с территории российского Дальнего Востока были сведены в синонимы (Саенко и др., 2017). Согласно последним ревизиям (Bolotov et al., 2016; Саенко и др., 2017; Bolotov et al., 2020; Lopes-Lima et al., 2020), подтверждена валидность 5-ти видов. Для территории Японии отмечены *S. tumens* (Haas, 1910) и *S. calipygos* (Kobelt, 1879), оба вида с о-ва Хонсю. Вид *S. lauta* (Martens, 1877) кроме Японии (острова Кюсю, Хонсю и Хоккайдо) встречается на юге и востоке Корейского полуострова, далее в прибрежных водоемах северо-западного побережья Приморского края вплоть до Владивостока. Вид *S. schrenkii* (Lea, 1870) отмечен в бассейне Амура и в западной части Корейского полуострова. Вид *S. ogurae* (Kuroda & Habe, 1987) сведен в синонимы с *S. tumens* (Lopes-Lima et al., 2020). Статус видов *S. cf. woodiana* и *S. cf. elliptica* (Heude, 1878) остается под вопросом, необходимо продолжить исследования с анализом данных из типовых мест.

Особого внимания заслуживают синанодонты Вьетнама. Для севера страны указывали виды *S. lucida* (Heude, 1877), *S. elliptica*, *S. jourdyi* (Morlet, 1886) (Đặng et al., 1980) и *S. hunganhi* Thach, 2016, при этом последний вид сейчас считают синонимом вида *S. jourdyi* (Do et al., 2018). Генетические данные свидетельствуют о наличии на севере Вьетнама двух таксонов, отличных от *S. woodiana* и *S. elliptica* из Китая (Do et al., 2018 со ссылкой на личное сообщение Lopes-Lima). Кроме того, для Вьетнама упоминают *S. woodiana*, рассматривая его как комплекс видов, внутри которого выделяют линии *S. cf. elliptica* и *S. lucida* (Do et al., 2018 со ссылкой на личное сообщение Lopes-Lima).

Доказано, что изменчивость формы раковин унионид, в т.ч. синанодонт, зависит от условий среды обитания и связана с различной скоростью увеличения таких параметров как высота и выпуклость раковины. Сведения о морфологической изменчивости *Sinanodonta* Юго-Восточной Азии крайне скудны, поэтому мерные характеристики раковин из Зоомузея ДВФУ отчасти восполняют этот пробел. Зоологический музей (часть научно-образовательного музея Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток) обладает одной из крупнейших в России коллекций моллюсков Дальневосточного региона.

Материал и методы

В настоящее время в коллекции Зоологического музея ДВФУ хранятся сборы *Sinanodonta* cf. *woodiana* из провинций Цзянсу и Юньнань (КНР), о-ва Суматра (Индонезия), о-ва Боракай (Филиппины), окрестностей Нячанга (Вьетнам), центрального Хонсю (Япония); *Sinanodonta* cf. *elliptica* из окрестностей Ханоя (Вьетнам); *S. tumens* (= *S. ogurae*) из центральных районов о-ва Хонсю (Япония).

У всех раковин были измерены следующие основные характеристики: L – длина раковины; H_{\max} – максимальная высота раковины с учетом высоты крыла; $H_{\text{ч}}$ – высота раковины у макушки; В – выпуклость раковины (при отсутствии одной из створок бралась двойная величина выпуклости имеющейся створки).

Морфологические признаки оценивались с помощью дискриминантного анализа, для расчетов использован пакет программ STATISTICA ver. 8.

Результаты и обсуждение

Все проанализированные экземпляры *Sinanodonta* можно разделить на несколько размерных классов, которые соответствуют разным возрастным группам (Afanasjev et al., 2001; Саенко, Холин, 2013): *мелкие* (5–10 см), *средние* (10–15 см) и *крупные* (более 15 см). В коллекции Зоомузея полностью отсутствует ювенильная группа, с раковинами менее 5 см длиной. Сборы с островов Хонсю (Япония) и Боракай (Филиппины) относятся исключительно к мелким раковинам, крупные раковины только в пробе из оз. Эрхай (Китай). Основная часть сборов включает экземпляры двух возрастных групп – мелкие и средние (Табл. 1).

Многие пресноводные двустворчатые моллюски характеризуются аллометрическим ростом, т.е. форма раковины моллюска с возрастом меняется, следовательно, с возрастом меняются и индексы, описывающие форму раковины (Алимов, 1981). Однако для синанодонт из природных ареалов Дальнего Востока России наличие аллометрического роста не было показано: по результатам дискриминантного анализа индексов, описывающих форму раковин, все изученные популяции формировали единое поле в пространстве первых двух канонических переменных, без разделения на возрастные подгруппы (Саенко и др., 2014). Данный вывод об отсутствии аллометрического роста у синанодонт можно экстраполировать на все популяции из естественных мест обитания, что позволяет сравнить между собой весь объем мерных признаков раковин.

Предполагается, что при равных климатических условиях особи как из естественного ареала, так и из колонизованных территорий не отличаются между собой скоростью роста (Spuga et al., 2012; Guarneri et al., 2014). Это также позволяет провести сравнение морфологических признаков раковин из разных популяций, т.к. собранные на территории Китая и Японии экземпляры относятся к естественному

Таблица 1

Промеры раковин *Sinanodonta* из коллекции Зоологического музея ДВФУ (в см)

Вид	Место сбора	L длина ракови- ны	H _u высота ра- ковины у макушки	H _{max} высота раковины с учетом крыла	B выпу- клость раковины
<i>S. cf. woodiana</i>	руч. Гион, бассейн р. Асахи, о-в Хонсю, префектура Окаяма (Япония)	6,8–9,0	3,7–4,9	4,8–5,3	2,3–3,7
	оз. Эрхай, провинция Юньнань (КНР)	16,5	10,2	10,7	5,5
	уезд Шэян, провинция Цзянсу (КНР)	13	7,8–8,8	8–9	4,6–5,4
	окрестности Нячанга (Вьетнам)	11,5–12,6	7,1–8,5	8,6–9,1	3,8–4,2
	о-в Боракай (Филиппины)	5,3–8,3	2,8–4,5	3,7–5,5	1,9–3,2
	о-в Суматра, провинция Западная Суматра (Индонезия)	6,4–13,5	3,8–8,2	4,2–8,7	2,1–5,2
<i>S. tumens</i> (= <i>S. ogurae</i>)	р. Эдо, г. Хираката, префектура Осака, о-в Хонсю (Япония)	7,0	4,9	5,1	2,7
<i>S. elliptica</i>	окрестности Ханоя (Вьетнам)	8,2–11,1	4,4–6,2	5,1–7	2,8–3,8

ареалу синанодонт, в то время как моллюски из Вьетнама и с островов Боракай и Суматра относятся к тропической инвазивной линии.

Среди раковин из коллекции Зоомузея ДВФУ наибольшие показатели индекса удлинённости раковины (отношение длины раковины к высоте у макушки, L/H_u) отмечены для некоторых экземпляров *S. cf. woodiana* из Японии (бассейн р. Асахи), Филиппин (о-в Боракай) и *S. cf. elliptica* из Вьетнама (окрестности Ханоя) (Табл. 1), при этом полученные значения соответствуют индексу удлинённости раковины у голотипа *S. elliptica* из Китая (Табл. 2).

Кроме индекса удлинённости оценивался также индекс выпуклости (B/L) раковин. Наименьший индекс выпуклости раковин оказался у мелких экземпляров с о-ва Суматра (Индонезия) (Табл. 1).

Ранее анализ морфологической изменчивости раковин *Sinanodonta* проводился для природных популяций синанодонт с территории российского Дальнего Востока (Саенко и др., 2014, 2017), а также инвазивных популяций из Сибири (Kondakov et al., 2020a), Украины (Mezhzherin et al., 2014), Польши (Afanasjev et al., 2001; Soroka, Zdanowski, 2001) и Италии (Guarneri et al., 2014).

В результате сравнения индексов раковин коллекционных экземпляров с опубликованными данными (Табл. 2) с помощью дискриминантного анализа получилось равномерное распределение всех данных. Полученные результаты подтверждают ранее установленный факт (Саенко и др., 2014, 2017), что с помощью морфологических признаков невозможно определить к какому бассейну относится та или иная раковина *Sinanodonta*.

Цвет перламутра на внутренней стороне раковин у разных популяций отличается (Рис. 1–3): очень светлый (голубовато-белый, бледно-розовый или желтовато-голубой) у экземпляров из Японии и Китая; изумрудный с голубыми и лиловыми пятнами у особей с Филиппин; насыщенный оранжевый или малиновый с зеленоватыми или голубыми участками у раковин из Вьетнама. Такое разнообразие

Сравнение мерных индексов раковин *Sinapidonta*

Вид	Место сбора	H_{max}/L	H_u/L	V/L	L/H_u	Источник
<i>S. cf. woodiana</i>	бассейн р. Асахи, о-в Хонсю (Япония)	0,59–0,71	0,54–0,56	0,33–0,41	1,80–1,84	коллекция Зоомузея ДВФУ
	оз. Эрхай, провинция Юньнань (КНР)	0,65	0,62	0,33	1,62	
	уезд Шэян, провинция Цзянсу (КНР)	0,62	0,60	0,35	1,67	
	окрестности Нячанга (Вьетнам)	0,72–0,75	0,62–0,68	0,30–0,35	1,47–1,62	
	о-в Боракай (Филиппины)	0,66–0,70	0,53–0,56	0,36–0,40	1,78–1,89	
	о-в Сумагра, провинция Западная Сумагра (Индонезия)	0,60–0,66	0,55–0,61	0,23–0,39	1,65–1,82	
<i>S. tumens</i> (= <i>S. oguriae</i>)	р. Эдо, г. Хиракага, префектура Осака, о-в Хонсю (Япония)	0,73	0,70	0,39	1,43	
<i>S. elliptica</i>	окрестности Ханоя (Вьетнам)	0,59–0,67	0,54–0,61	0,32–0,35	1,64–1,86	
<i>S. elliptica</i> , голотип	рисовые чеки в горах района Kien-te (КНР)	–	0,54	0,38	1,86	Heude, 1878
<i>S. lucida</i> , голотип	бассейны рек Сянцзян (Xiang) и Ло, провинция Хунань (КНР)	–	0,53	0,27	1,88	Heude, 1877
<i>S. cf. woodiana</i>	дельта р. Дунай (Украина)	–	0,53–0,74	0,31–0,47	–	Павлюченко и др., 2007
<i>S. cf. woodiana</i>	реки Волга, Обь, Енисей (Россия)	0,59–0,66	–	0,34–0,42	–	Kondakov et al., 2020a
<i>S. cf. woodiana</i>	вдлр. Капчагай (Казахстан)	0,59–0,64	–	0,30–0,35	–	Kondakov et al., 2020b
<i>S. cf. woodiana</i>	рыбные пруды, Верхняя Силезия (Польша)	0,61–0,75	0,60–0,72	0,26–0,42	1,39–1,68	Sprua et al., 2012, 2016
<i>S. cf. woodiana</i>	бассейн р. По (Италия)	0,69–0,73	0,65–0,71	0,33–0,40	1,38–1,72	Guarneri et al., 2014
	оз. Лаго-Маджоре (Италия)	0,65–0,67	0,60–0,61	0,35–0,40	1,58–1,64	
<i>S. cf. woodiana</i>	оз. Лаго-Маджоре (Италия)	0,57–0,65	–	0,32–0,39	–	Kamburska et al., 2013
<i>S. cf. woodiana</i>	рыбный пруд южнее Гётеборга (Швеция)	0,73	0,73	–	1,37	von Proschwitz, 2008

Прочерком отмечено отсутствие данных; курсивом выделены расчеты индексов на основе опубликованных в статьях промерах.

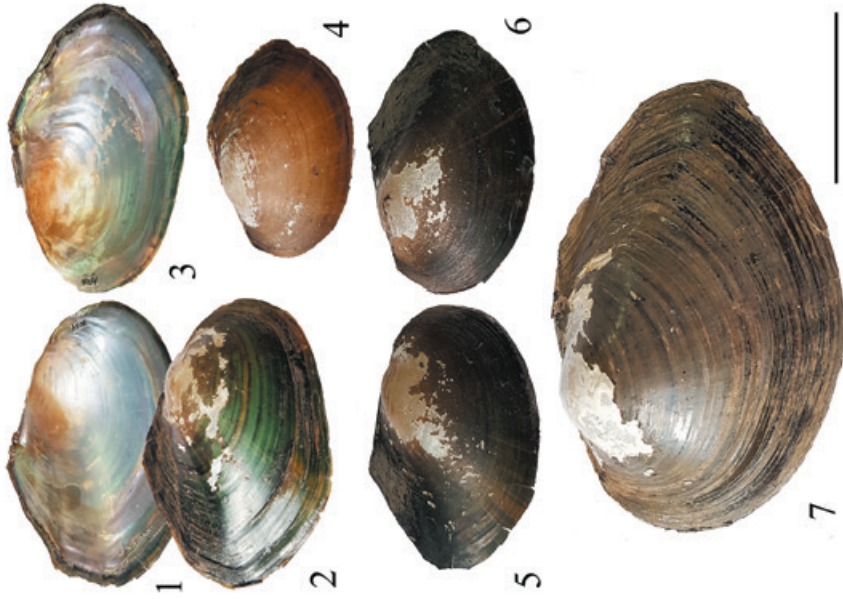


Рис. 2. Внешний вид раковин *Sinanodonta woodiana* с островов Боракай, Филиппины (1-3) и Суматра, Индонезия (4-7): 1-3 – створки из озера с о-ва Боракай; 4-6 – створки из оз. Манньяжу, Западная Суматра; 7 – створка из рисовых чеков в окрестностях г. Букиттинги (Западная Суматра). Масштабная линейка 5 см

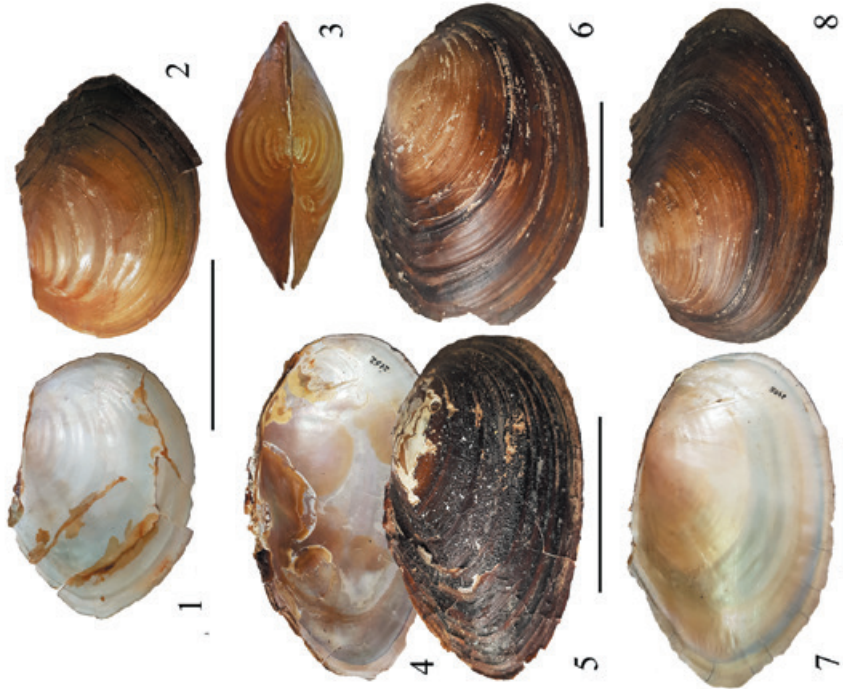


Рис. 1. Внешний вид раковин *Sinanodonta* из Японии (1-3, 4-5) и Китая (6-8): 1, 2 – створка *S. timens* из р. Эдо (о-в Хонсю, Япония); 3 – макушечная скульптура раковины *S. timens*; 4, 5 – створки *S. woodiana* из р. Гюн (о-в Хонсю, Япония); 6-8 – створки *S. woodiana* из провинции Цзянсу (КНР). Масштабные линейки 5 см

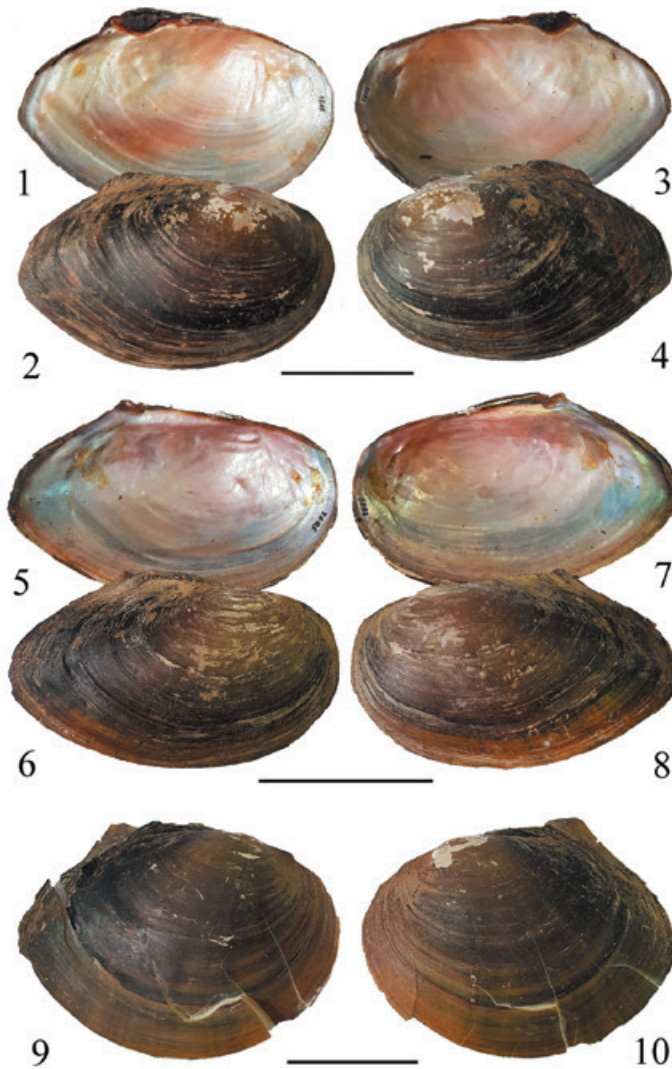


Рис. 3. Внешний вид раковин *Sinanodonta* из Вьетнама: 1–4, 5–8 – створки из окрестностей г. Ханой; 9, 10 – створки из окрестностей г. Нячанг. Масштабные линейки 5 см

вместе с большой вариабельностью морфологических индексов свидетельствует о существующей географической изменчивости между моллюсками.

В настоящее время выделяют две основные линии инвазии *Sinanodonta*, с разными источниками происхождения. Одна из них относится к умеренным широтам и охватывает очень широкий ареал в Европе, а ее источником считают бассейн Янцзы (Watters, 1997; Bolotov et al., 2016). По территории России инвазия синанодонт идет уже с запада на восток, судя по всему, из Казахстана, в бассейны рек Волга, Обь, Енисей, и включает два вида – *S. woodiana* и *S. lauta* (Kondakov et al., 2020).

Другая инвазивная линия – тропическая, охватывающая всю Юго-Восточную Азию, включая Малайский полуостров, Филиппины, Индонезию и Зондские острова (Bolotov et al., 2016; Vikhrev et al., 2017; Lopes-Lima et al., 2020). На основании анализа интродуцированных рыб источником данной инвазии считают Тайвань либо южные регионы континентального Китая (Djajasasmita, 1982; Watters, 1997;

Bolotov et al., 2016). Именно с Тайваня в 1969 г. сначала на остров Яву, а чуть позже с Явы на Суматру завезли карповых рыб для разведения (Djajasmita, 1982; Watters, 1997).

При всем разнообразии формы и цвета раковин синанодонт, многочисленные данные говорят о том, что, используя только признаки раковин, практически невозможно идентифицировать виды *Sinanodonta*. Полученные на основе анализа коллекции данные соответствуют результатам изучения морфологических признаков раковин двух инвазивных линий – тропической (Юго-Восточная Азия) и умеренных широт (Сибирь, Европа), которые конхологически между собой не различаются (Болотов, устное сообщение).

Основным источником инвазии *Sinanodonta* считают завоз рыб, зараженных личинками (глохидиями) моллюсков. На территории Филиппин *Sinanodonta* отмечены на наиболее крупных островах: Минданао (Bautista, 1991; Demayo et al., 2012; Superales et al., 2013; Uy et al., 2015), Миндоро и Лейта (Fornillos et al., 2020), Бикольском регионе о-ва Лусон (AnimalBase, 2005–2021). Как и в остальной части Юго-Восточной Азии, инвазия моллюсков связана с интродукцией рыбы в крупные вулканические озера, откуда моллюски стали распространяться по речным бассейнам. Ранее в публикациях находки синанодонт в озерах острова Боракай не отмечались. Вполне возможно что хранящиеся в коллекции Зоологического музея ДВФУ раковины (сбор в марте 2014 г.) – на данный момент первое свидетельство инвазии синанодонт на остров Боракай.

Исходя из последних исследований, можно предположить, что территория Вьетнама является естественным ареалом по крайней мере для двух видов *Sinanodonta*, также там обитают особи, попавшие в страну путем тропической инвазивной линии, эти моллюски на данный момент следует относить к комплексу *S. cf. woodiana*.

Одной из причин успешной инвазии синанодонт является их толерантность к условиям среды, эти беззубки могут заселять и проточные, и стоячие водоемы, исключая лишь холодные горные речки. Это подтверждают и хранящиеся в коллекции Зоо музея раковины, т.к. сборы проведены из совершенно разных по экологическим условиям водоемов. Например, бассейны достаточно крупных рек Асахи и Эдо на острове Хонсю (Япония) входят в число водотоков, периодически подверженных наводнениям. Горное озеро Эрхай (расположено на высоте 1857 м над уровнем моря) является вторым крупнейшим озером провинции Юньнань и седьмым по величине пресноводным озером Китая: его длина составляет порядка 42 км, ширина с востока на запад 9 км, площадь озера 256,5 км², средняя глубина 10 м, самая большая глубина составляет 20 м. Вулканическое озеро Манинжау на о-ве Суматра образовалось почти 52 миллиона лет назад после извержения. Это тоже достаточно крупное и глубокое озеро, длиной до 16 км и шириной 7 км, площадь озера 99,5 км², средняя глубина около 100 м. В отличие от крупных озер Эрхай и Манинжау, мелкие озера в центральной части о-ва Боракай (Филиппины) не более 300 м длиной, источник инвазии синанодонт в эти пресноводные озера остается под опросом.

Благодарности

Выражаю свою благодарность за помощь в работе сотрудникам Зоологического музея ДВФУ, в особенности к.б.н. И.Е. Волвенко. Данная публикация не состоялась бы без общения с к.б.н. О.К. Клишко (ИПРЭК СО РАН, г. Чита), которой я признательна за стимул и идею.

Литература

- Алимов А.Ф. 1981.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Труды Зоологического института АН СССР, Л.: Наука. Т. 96. 248 с.
- Богатов В.В. 2007.** Беззубки рода *Sinanodonta* (Bivalvia, Anodontinae) бассейна Амура и Приморья // Зоологический журнал. Т. 86, № 2. С. 147–153.
- Богатов В.В., Саенко Е.М. 2002.** История изучения Anodontinae и Pseudanodontinae российского Дальнего Востока // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 6. С. 102–114.
- Богатов В.В., Старобогатов Я.И. 1996.** Беззубки (Bivalvia, Anodontinae) восточного и южного Приморья // Зоологический журнал. Т. 75, вып. 9. С. 1326–1335.
- Затравкин М.Н., Богатов В.В. 1987.** Крупные двустворчатые моллюски пресных вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 153 с.
- Москвичева И.М. 1973.** Моллюски подсемейства Anodontinae (Bivalvia, Unionidae) бассейна Амура и Приморья // Зоологический журнал. Т. 52, № 6. С. 822–834.
- Павлюченко О.В., Мельниченко Р.К., Гарбар А.В. 2007.** Морфология раковины, распространение и некоторые особенности экологии моллюска *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae) в водоемах дельты Дуная // Вестник зоологии. Т. 41, № 3. С. 241–250.
- Саенко Е.М., Сорока М., Холин С.К. 2017.** Сравнение видов *Sinanodonta amurensis* Moskviceva, 1973 и *Sinanodonta primorjensis* Bogatov et Zatravkin, 1988 (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) на основе анализа изменчивости *cox1* гена митохондриальной ДНК и конхологических признаков // Известия РАН. Серия биологическая. № 3. С. 250–261.
- Саенко Е.М., Холин С.К. 2013.** Новые данные о редких моллюсках жемчужницах (Bivalvia: Margaritiferidae) // X ДВ конференция по заповедному делу: материалы конференции. Благовещенск: Изд-во БГПУ. С. 270–274.
- Саенко Е.М., Холин С.К., Балан И.В. 2014.** Оценка морфологической изменчивости раковин *Sinanodonta* (Bivalvia: Unionidae: Anodontinae) // Чтения памяти проф. В.Я. Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 594–599.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины / Под ред. Богатова В.В., Цалолихина С.Я. СПб.: Наука. С. 9–491.
- Юришинец В.И., Корнюшин А.В. 2001.** Новый для фауны Украины вид двустворчатых моллюсков *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae), его диагностика и возможные пути интродукции // Вестник зоологии. Т. 35, № 1. С. 79–84.
- Afanasjev S.A., Zdanowski B., Kraszewski A. 2001.** Growth and population structure of the mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia, Unionidae) in the heated Konin lake system // Archives of Polish Fisheries. V. 9, N1. P. 123–13.
- AnimalBase Project Group. 2005–2021.** Thumbnails for *Sinanodonta woodiana*. <http://www.animalbase.org>
- Bautista A.P. 1991.** A zooarchaeological perspective on the Ambangan site, a prehistoric settlement in Butuan, Agusan del Norte, Southern Philippines // Indo-Pacific Prehistory Association Bulletin. V. 10. P. 161–170.
- Bolotov I.N., Bepalaya Y.V., Gofarov M.Y., Kondakov A.V., Konopleva E.S., Vikhrev I.V. 2016.** Spreading of the Chinese pond mussel, *Sinanodonta woodiana*, across Wallacea: one or more lineages invade tropical islands and Europe // Biochemical Systematics and Ecology. V. 67. P. 58–64.
- Bolotov I.N., Kondakov A.V., Konopleva E.S., Vikhrev I.V., Aksenova O.V., Aksenov A.S., Bepalaya Y.V., Borovskoy A.V., Danilov P.P., Dvoryankin G.A., Gofarov M.Y., Kabakov M.B., Klishko O.K., Kolosova Y.S., Lyubas A.A., Novoselov A.P., Palatov D.M., Savvinov, G.N., Solomonov, N.M., Spitsyn V.M., Sokolova S.E., Tomilova A.A., Froufe E., Bogan A.E., Lopes-Lima M., Makhrov A.A., Vinarski M.V. 2020.** Integrative taxonomy, biogeography and conservation of freshwater mussels (Unionidae) in Russia // Scientific Reports. V. 10, N3072. P. 1–20.
- Đặng N.T., T.B. Thái, Pham V.M. 1980.** Identification of freshwater invertebrates of North Vietnam. Hanoi: Sciences and Technology Publishing Co, 573 p. [In Vietnamese].
- Demayo C.G., Cabacaba C., Anthony M., Torres J.A.C. 2012.** Shell shapes of the Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) from Lawis Stream in Iligan City and Lake Lanao in Mindanao, Philippines // Advances in Environmental Biology. V. 6, N4. P. 1468–1473.
- Djajasasmita M. 1982.** The occurrence of *Anodonta woodiana* Lea, 1837 in Indonesia (Pelecypoda: Unionidae) // Veliger. V. 25, N2. P. 175.
- Do V.T., Tuan L.Q., Bogan A.E. 2018.** Freshwater mussels (Bivalvia: Unionida) of Vietnam: diversity, distribution, and conservation status // Freshwater Mollusk Biology and Conservation. V. 21, N1. P. 1–18.

- Fornillos R.J.C., Que G.C.L., Mendoza R.V.D., Fontanilla I.K.C., Ong P.S. 2020.** Molecular identification of the Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) from Mindoro and Leyte Islands, Philippines // *Science Diliman*. V. 32, N2. P. 77–96.
- Graf D. 2007.** Palearctic freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) diversity and the comparative method as a species concept // *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. V. 156, N1. P. 71–88.
- Graf D.L., Cummings K.S. 2019.** The MUSSEL Project Database. Accessed 19.10.2019. <http://mussel-project.uwsp.edu/db/>
- Guarneri I., Popa O.P., Gola L., Kamburska L., Lauceri R., Lopes-Lima M., Popa L.O., Riccardi N. 2014.** A morphometric and genetic comparison of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) populations: does shape really matter? // *Aquatic Invasions*. V. 9, Issue 2. P. 183–194.
- He J., Zhuang Z. 2013.** The freshwater bivalves of China. Harxheim: Conchbooks, 198 p.
- Heude R.P. 1877.** Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale. 3. Paris: Librairie F. Scvy. Pls. 17–24.
- Heude R.P. 1878.** Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale. 4. Paris: Librairie F. Scvy. Pls. 25–32.
- Higo S., Goto Y. 1993.** A systematic list of molluscan shells from the Japanese Is. and the adjacent areas. Osaka: Kairu shuppansha, 148 p.
- Kamburska L., Lauceri R., Riccardi N. 2013.** Establishment of a new alien species in Lake Maggiore (Northern Italy): *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) // *Aquatic Invasions*. V. 8, Issue 1. P. 111–116.
- Kantor Y.I., Vinarski M.V., Shileyko A.A., Sysoev A.V. 2010.** Catalogue of the continental mollusks of Russia and adjacent territories. Version 2.3.1. <http://www.ruthenica.com/categorietr-8.html>
- Kondakov A.V., Bepalaya Yu.V., Vikhrev I.V., Konopleva E.S., Gofarov M. Yu., Tomilova A.A., Vinarski M.V., Bolotov I.N. 2020a.** The Asian pond mussel rapidly colonize Russia: successful invasions of two cryptic species to the Volga and Ob rivers // *BioInvasion Records*. V. 9, Issue 3. P. 504–518.
- Kondakov A.V., Konopleva E.S., Vikhrev I.V., Bepalaya Yu.V., Gofarov M. Yu., Kabakov M.B., Tomilova A.A., Vinarski M.V., Bolotov I.N. 2020b.** Phylogeographic affinities, distribution and population status of the non-native Asian pond mussels *Sinanodonta lauta* and *S. woodiana* in Kazakhstan // *Ecologica Montenegrina*. V. 27. P. 22–34.
- Kondakov A.V., Palatov D.M., Rajabov Z.P., Gofarov M.Y., Konopleva E.S., Tomilova A.A., Vikhrev I.V., Bolotov I.N. 2018.** DNA analysis of a non-native lineage of *Sinanodonta woodiana* species complex (Bivalvia: Unionidae) from Middle Asia supports the Chinese origin of the European invaders // *Zootaxa*. V. 4462, N4. P. 511–522.
- Kondo T. 2008.** Monograph of Unionoida in Japan (Mollusca: Bivalvia). Special publication of the Malacological Society of Japan, N3. P. 1–69.
- Kondo T., Tabe M., Fukuhara Sh. 2006.** Morphological differences of glochidia between two genetic types of *Anodonta «woodiana»* (Bivalvia: Unionidae) // *Venus (Japanese Journal of Malacology)*. V. 65, N3. P. 241–245. [In Japanese with English summary]
- Kwon O.-K., Park G.-M., Lee J.-S., Song H.-B. 1993.** Scanning electron microscope studies of the minute shell structure of glochidia of three species of Unionidae (Bivalvia) from Korea // *Malacological Review*. V. 26, N1–2. P. 63–70.
- Lopes-Lima M., Hattori A., Kondo T., Lee J.H., Kim S.K., Shirai A., Hayashi H., Usui T., Sakuma K., Toriya T., Sunamura Y., Ishikawa H., Hoshino N., Kusano Y., Kumaki H., Utsugi Y., Yabe S., Yoshinari Y., Hiruma H., Tanaka A., Sao K., Ueda T., Sano I., Miyazaki J.-I., Gonçalves D., Klishko O.K., Konopleva E.S., Vikhrev I.V., Kondakov A.V., Gofarov M. Yu., Bolotov I.N., Sayenko E.M., Soroka M., Zieritz A., Bogan A.E., Froufe E. 2020.** Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the rising sun (Far East Asia): phylogeny, systematics, and distribution // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. V. 146, N106755. P. 1–27.
- Mezhzherin S.V., Yanovich L.M., Zhalay E.I., Vasilieva L.A., Pampura M.M. 2014.** Genetic and morphological variability and differentiation of freshwater mussels (Bivalvia, Unionidae, Anodontinae) in Ukraine // *Vestnik zoologii*. V. 48, N2. P. 99–110.
- Modell H. 1945.** Die Anodontinae, Ortm. emend. (Najad., Mollusca). Eine Studie über die Zusammenhänge von Klimazonen und Entwicklungsgeschichte. (Klimazonentheorie) // *Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaft*. Bd 78, N1. S. 58–100.
- Nagel K.-O., Badino G., Celebrano G. 1998.** Systematics of European naiads (Bivalvia: Margaritiferidae and Unionidae): A review and some new aspects // *Malacological Review*. Suppl. 7. P. 83–105.

- Petró E. 1984.** The occurrence of *Anodonta woodiana* in Hungary // Állantani Közlemények. V. 71. P. 189–191. [In Hungarian]
- Sárkány-Kiss A. 1986.** *Anodonta woodiana woodiana* (Lea, 1834) a new species in Romania (Bivalvia: Unionacea) // Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa». V. 28. P. 15–17.
- Spyra A., Strzelec M., Lewin I., Krodkiewska M., Michalik-Kucharz A., Gara M. 2012.** Characteristics of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) populations in fish ponds (Upper Silesia, Southern Poland) in relation to environmental factors // International Review of Hydrobiology. V. 97, Issue 1. P. 12–25.
- Superales J.B., Zafaralla M.T., Sacala J.M.A., Nabasca J.S. 2013.** Water quality and fish fauna in Lake Wood Lake Zamboanga del Sur, Philippines // IPCBEE – International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering. V. 54 (3rd International Conference on Energy and Environmental Science). Singapore: IACSIT Press. P. 36–42.
- Uy W.H., De Guzman A.B., Acuña R.E., Roa R.L. 2015.** Aquatic biodiversity of Lake Mainit, Southern Philippines // Journal of Environmental Science and Environment. V. 3. P. 1–14.
- Vikhrev I.V., Konopleva E.S., Gofarov M.Y., Kondakov A.V., Chapurina Y.E., Bolotov I.N. 2017.** A tropical biodiversity hotspot under the new threat: Discovery and DNA barcoding of the invasive Chinese pond mussel *Sinanodonta Woodiana* in Myanmar // Tropical Conservation Science. V. 10. P. 1–11.
- von Proschwitz T. 2008.** Faunistical news from the Göteborg Natural History Museum 2007 – snails, slugs and mussels // Göteborgs Naturhistoriska Museum Årstryck. P. 51–78.
- Watters G.T. 1997.** A synthesis and review of the expanding range of the Asian freshwater mussel *Anodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae) // Veliger. V. 40, N2. P. 152–156.
- Wu R.-W., Liu Y.-T., Wang S., Liu X.-J., Zanatta D.T., Roe K.J., Song X.-L., An C.-T., Wu X.-P. 2018.** Testing the utility of DNA barcodes and a preliminary phylogenetic framework for Chinese freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the middle and lower Yangtze River // PLoS ONE. 13 (8), e0200956.