

И.И. Абрамюк, С.А. Афанасьев

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ИХТИОПЛАНКТОНА (НА ПРИМЕРЕ МОЛОДИ КАРПОВЫХ РЫБ)

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению критической скорости течения (КСТ) для молоди карповых рыб – красноперки, плотвы, густеры, горчака, уклей и верховки. На основе собственных и литературных данных по КСТ рассчитаны числа Рейнольдса для молоди разных стадий. Установлено, что достижение критического значения $Re = 5,0 \cdot 10^3$, указывающего на завершение планктонного этапа, происходит при переходе от личиночного к мальковому периоду развития.

Ключевые слова: иктиопланктон, критическая скорость течения, число Рейнольдса

I.I. Abramiuk, S.O. Afanasyev

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

APPLICATION OF HYDRODYNAMIC CRITERION TO DISTINGUISH ICHTHYOPLANKTON (BY EXAMPLE OF JUVENILE FISH OF FAM. CYPRINIDAE)

The paper presents the results of experimental studies to determine the critical flow velocity (CFV) of juvenile fish of fam. Cyprinidae: common rudd, roach, bleak, European bitterling, sunbleak and silver bream. On the basis of original and literature data on CFV, the Reynolds number for different stages of juvenile fish was calculated. Considered fishes were shown to reach a critical value of $Re = 5,0 \cdot 10^3$ when turning from larva to fry, which indicates completion of the planktonic phase.

Keywords: ichthyoplankton, critical flow velocity, Reynolds number

УДК 265.5: 574.2

Б.Г. АЛЕКСАНДРОВ

Институт морской биологии НАН Украины

ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65011, Украина

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВСЕЛЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ В ЧЕРНОЕ МОРЕ И НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ИХ ИЗУЧЕНИЮ

Описаны особенности пространственного распределения инвазионных видов, проникающих в Черное море. Сформулированы задачи приоритетных исследований видов вселенцев.

Ключевые слова: инвазионные виды, вселенцы, Черное море, биологическое загрязнение

Проблемы биологического загрязнения или вселения новых видов в водные и наземные экосистемы чрезвычайно актуальны и определяются экономическими затратами на борьбу с проникшими организмами, либо сдерживание их развития. Только в Европе на это ежегодно тратится свыше 12,5 млрд. евро [10]. В связи с низким биологическим разнообразием Черного моря, обусловленным низкой соленостью, а также нарушенной устойчивостью его экосистемы из-за эвтрофирования, отмечается стремительный рост численности зарегистрированных здесь чужеродных видов. С 1990-х годов число вселенцев в Черном море возросла более, чем в 20 раз и к 2013 году достигла 365 видов [9]. Для мониторинга новых вселений, а также ранней диагностики их разрушительного воздействия на сообщества аборигенных организмов в Черном море выделены зоны повышенного риска биологического загрязнения, основанные на сформулированной концепции ускорения микроэволюции экосистем за счет вселения чужеродных организмов [8]. В работе использована база данных о видах-вселенцах, разработанная консультативной группой по биологическому разнообразию Секретариата комиссии по охране Черного моря от загрязнения с участием специалистов всех черноморских

стран. Помимо интенсификации судоходства и увеличения общего объема балластных вод, существенное влияние на усиление инвазий оказывают глобальные изменения климата. Под влиянием характерного периода атлантической осцилляции поля ветра, в ближайшее десятилетие ожидается не только увеличение температуры приповерхностного слоя моря, но и существенное усиление притока средиземноморской воды в Черное море по данным измерений температуры и солености в верхнем стометровом слое [4]. Данный факт объясняет эффект «медитерранизации» Черного моря, т.е. увеличение случаев регистрации здесь видов средиземноморского происхождения. Увеличение численности таких активно перемещающихся гидробионтов как рыб, родом из Средиземного моря, в районе южного берега Крыма последние десятилетия может быть объяснено минимальным расстоянием до Босфора и благоприятными гидрологическими условиями. По свидетельству Валериана Имнаишвили (начальника государственного судового регистра и контроля госфлага Грузии), основная зона сброса балластных вод в Черном море площадью около 43730 км², находится на удалении 100 км от Босфора. По его оценке, ежегодно здесь сбрасывается не менее 100 млн тонн балласта. Усиление общего притока средиземноморской воды в Черное море с придонным течением, интенсификация сброса балластных вод недалеко от Босфора способствуют расселению инвазивных видов, проникающих естественным путем и с помощью человека. Они подхватываются циклоническим вдольбереговым течением и заселяют прибрежную зону черноморских стран при благоприятных абиотических условиях. Если рассчитать процентную долю общих видов вселенцев попарно сравниваемых стран Черного моря по отношению к их общему количеству, то наиболее тесная связь окажется между странами, идущими по ходу движения черноморского вдольберегового течения начиная с Турции. Минимальный процент численности общих инвазионных видов между соседними государствами отмечен для Болгарии и Турции (32%), а максимальный – для Украины и России (64,0%) и для Украины и Румынии (61,2%). Общее число зарегистрированных видов вселенцев хорошо коррелирует с протяженностью береговой линии государств. Биологические инвазии являются естественным компенсационным механизмом стабилизации растущего воздействия человека на природную среду. Неслучайно резкое усиление числа вселившихся и акклиматизировавшихся новых для Черного моря видов было отмечено после нарушения равновесия его экосистемы, вследствие крупномасштабного эвтрофирования в начале 1970–х годов. При этом было отмечено, что акклиматизировавшиеся вселенцы имеют максимальную продукцию и возглавляют списки доминирующих видов в составе донных и пелагических сообществ. Позднее данная закономерность была подтверждена и для континентальных водоемов [5]. Виды-вселенцы стабилизируют нарушение равновесия в балансе вещества и энергии антропогенно преобразованных природных экосистем. Не менее важным аспектом антропогенной эволюции является проблема ускорения мутагенеза под воздействием загрязнения. В частности, установлены тесные корреляционные связи между мутагенной активностью бактерий тест-системы *Salmonella typhimurium* TA 98 и присутствием в воде тяжелых металлов. В воде Нефтяной гавани Одесского порта средние значения мутагенной активности превышали уровень спонтанных мутаций в 6,8 раза [1]. Спонтанный уровень хромосомного мутагенеза в клетках гидробионтов, независимо от их таксономической принадлежности, не превышает 2%. В условиях загрязнения уровень мутагенеза может превышать 5%, т.е. вдвое больше спонтанного. При этом существенно увеличивается доля животных, например, червей, переходящих от вегетативного к половому размножению. Неблагоприятные условия среды влияют на активизацию полового размножения, которое увеличивает адаптивные возможности популяции. Известно, что бесполое размножение, сохраняя и закрепляя ценные гетерозиготные типы и обеспечивая тем самым высокую жизнеспособность, ограничивает возможности генетической изменчивости и снижает адаптивные потенции популяций в изменяющейся среде [6]. Помимо прибрежных зон хронического загрязнения к зонам риска акклиматизации чужеродных организмов относятся авандельты рек. С одной стороны, в этих районах для повышения плавучести судов, следующих из моря в реку, происходит частичный сброс части балластных вод с потенциальными вселенцами. С другой стороны, зона смешения пресных и морских вод

относиться к природному стресс-фактору, влияющему на мутагенез. Появление в Черном море двух гибридов черноморской мидии (троссулюс-подобной – короткоживущей, предпочитающей опресненные районы моря, и эдулис-подобной – долгоживущей) стало одной из причин сокращения запасов мидии в северо-западной части Черного моря. Процентная доля троссулюс-подобных мидий с более высокой смертностью в опресненных районах, например, в авандельте Дуная, может достигать 80–90% [7]. Тенденция роста температуры и снижения солености воды в поверхностном слое Черного моря, вызванная климатическими изменениями, может стать причиной дальнейшего сокращения запасов мидий. Не исключено, что между гибридами могут проявиться антагонистические отношения аналогичные тем, что отмечены для пресноводного вселенца карася китайского (*Carassius auratus*) и карася обыкновенного (*C. carassius*) – аборигенного вида, который за последние 50 лет из промыслового объекта превратился в вид, находящийся под угрозой существования [2]. По мере развития человеческого общества, сопровождаемого техническим прогрессом и интенсификацией потребления ископаемых видов топлива, происходит концентрирование энергии, приходящейся на единицу площади земной поверхности [3]. Экосистемы третьей природы, или искусственные экосистемы, увеличиваются по площади с ростом народонаселения Земли. Их воздействие на природные организмы будут усиливать мутагенез, как способ адаптации к меняющимся условиям среды обитания. Проблема, связанная с видами-вселенцами, трактуется, как правило, в негативном аспекте. Не случайно ее синонимом является «биологическое загрязнение». Вселение любого нового вида уже плохо по определению. Принято считать, что виды-вселенцы представляют угрозу аборигенным видам, с которыми вступают в жесткие конкурентные отношения в пределах сходных экологических ниш и часто рассматриваются как угроза биологическому разнообразию экосистем, в которые они попадают. Если на искусственное расселение организмов посмотреть иначе, можно обосновать диаметрально противоположное мнение. Интродукция новых видов – чрезвычайно полезна, если экосистема нарушена антропогенным воздействием, т.е. выведена из естественного равновесия. В таких условиях местные виды не справляются с потоком вещества и энергии. Инвазивные виды, если их удельная продукция оказывается выше массовых аборигенных, могут заменить последних и более эффективно использовать избыток доступного вещества и энергии. Новые биологические инвазии ускоряют процесс микроэволюции, максимально эффективно вписывая новые виды в природные условия, измененные человеком. Вместе с тем, инвазии могут иметь ряд опасных последствий, которые необходимо предвидеть. В процессе совершенствования технологий производственной деятельности человека происходит концентрирование используемой им энергии. С одной стороны, это способствует повышению эффективности производства, с другой – усиливает антропогенные воздействия, в том числе за счет увеличения их энергоемкости. Такая закономерность будет приводить к повышению гетерогенности пространственного распределения загрязнения, например, для водных экосистем в результате усиления его поступления от локальных береговых источников. Загрязнение является источником мутагенной активности организмов разного таксономического ранга и будет усиливать данный эффект по мере нарастания. Как правило, виды-вселенцы, натурализовавшиеся в экосистеме-реципиенте, оказываются наиболее приспособленными к условиям, которые вывели ее из равновесного состояния. Именно они, в первую очередь, будут подвержены мутагенному воздействию и первыми приживутся в новых условиях. Модифицированные гены обладают плейотропным эффектом в разных условиях среды. Следствием может оказаться сокращение биологического разнообразия в целом, ухудшение качества водной среды, снижение продуктивности, либо полное исчезновение ценных объектов промысла. Многие вселенцы в новых условиях по сравнению с районом их происхождения могут существенно отличаться по морфологическим и физиологическим показателям. Исследования в области биологических инвазий в большей мере должны быть ориентированы не на учет видового разнообразия и динамики расширения пространственного распределения вселенцев, а на оценку их генотипической изменчивости, изучению популяционных характеристик, чувствительности к приоритетным видам воздействующих

факторов естественной и антропогенной природы, а также взаимоотношениям с доминирующими нативными видами.

1. *Иваница В. А.* Мутагенная активность поллютантов морской воды Одесского залива / В. А. Иваница, А. Е. Бухтияров, Н. Ю. Васильева [и др.] // *Мікробіологія і біотехнологія*. – 2013 (в печати).
2. *Куліш А. В.* Структура і динаміка поселень карасів (*Carassius jaroscki*, 1822) водойм східної України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / А. В. Куліш. – Київ, 2013. – 23 с.
3. *Одум Г.* Энергитический базис человека и природы / Г. Одум, Э. Одум. – М.: Прогресс, 1978. – 379 с.
4. *Полонский А. Б.* Долгопериодная изменчивость температуры пикноклина в Черном море в XX и начале XXI столетия / А. Б. Полонский, И. Г. Шокурова // *Доп. НАН України*. – 2011. – № 9. – С. 103–110.
5. *Слынько Ю. В.* Анализ эффективности инвазий пелагических видов рыб в водохранилище Волги / Ю. В. Слынько, В. И. Кьяшко // *Российский журн биол. инвазий*. – 2012. – № 1. – С. 73–87.
6. *Цыцугина В. Г.* Оценка радиационного, химического и сочетанного воздействия на природные популяции гидробионтов в 30–км зоне ЧАЭС, Днепре, Дунае и Черном море цитогенетическими методами / В. Г. Цыцугина, Г. Г. Поликарпов // *Радиоэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию* / Под ред. Г. Г. Поликарпова и В. Н. Егорова. – Севастополь: НПП «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2008. – С. 396–414.
7. *Шурова Н. М.* Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря / Н. М. Шурова. – К.: Наукова думка, 2013. – 207 с.
8. **Aleksandrov B. G.** New approach to solve the problem of biological invasions / B. G. Aleksandrov // Abstracts book of IV International Symposium “Invasion of alien species in Holarctic (Borok-4)” (22–27 September, 2013) Borok, Russia. – Yaroslavl: Publ. bureau “Filigran”, 2013. – P. 24.
9. **Aleksandrov B.** Non-native species of the Black Sea / B. Aleksandrov, M.–T. Gomoiu, E. Mikashavidze [et al.] // Abstracts book of 4–th Black Sea Scientific Conference “Challenges towards good environmental status” (28–31 October, 2013, Constanta), Romania. – Constanta: Editura Boldaş, 2013. – P. 62–63.
10. **Kettunen M.** Technical support to EU strategy on invasive species (IAS) – Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission) / M. Kettunen, P. Genovesi, S. Gollasch [et al.] // Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium. – 2008. – 44 p.

Б.Г. Александров

Інститут морської біології НАН України, Одеса

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВСЕЛЕННЯ НОВИХ ВИДІВ В ЧОРНЕ МОРЕ І ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО ЇХ ВИВЧЕННЯ

Описано особливості просторового розподілу інвазійних видів, що проникають в Чорне море. Сформульовані завдання пріоритетних досліджень видів-вселенців.

Ключові слова: інвазійні види, вселенці, Чорне море, біологічне забруднення

B.G. Aleksandrov

Institute of Marine of Biology of NAS of Ukraine, Odesa

REGULARITIES OF NEW SPECIES INVASIONS INTO THE BLACK SEA AND SOME APPROACHES TO THEIR STUDY

The features of spatial distribution of invasive species, penetrating into the Black Sea. Descriptions of the problems of invasive species research priorities.

Keywords: invasive species, introduced species, Black Sea, biological contamination