УДК 597.556.333.7:591.13 (262.5)

Feeding of 0-Group Mugilidae Juveniles in the Coastal and Open Waters of the Black Sea near Sevastopol and the Alien Copepod *Oithona davisae* as Their Diet Component

Irina V. Vdodovich*,

Antonina N. Khanaychenko and Vitaly E. Giragosov

*A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS
2 Nakhimov ave., Sevastopol, 299011, Russia*

Received 20.12.2016, received in revised form 21.01.2017, accepted 16.02.2017

*The feeding ecology of 0-group Mugilidae juveniles in three locations within the Black Sea (open sea near Sevastopol, Kruglaya Bay, and Khrustalnaya Bay) was investigated in August-September 2013. The diet composition of Mugilidae juveniles varied between sampling locations and was different from data obtained in 1960s. Despite the difference in sampling locations, the number of consumed items, and size-weight parameters of fish, the Fulton Index were of the same order in the three investigated areas. Invasive cyclopoid copepod *Oithona davisae* contributed from 3 to 32 % of the diet items and should be considered as an important diet component of Mugilidae juveniles in different locations of the Black Sea near Sevastopol.*

Keywords: mugilidae juveniles, feeding, Oithona davisae, alien copepod, Black Sea.

Citation: Vdodovich I.V., Khanaychenko A.N., Giragosov V.E. Feeding of 0-group mugilidae juveniles in the coastal and open waters of the Black Sea near Sevastopol and the alien copepod *Oithona davisae* as their diet component. J. Sib. Fed. Univ. Biol., 2017, 10(1), 106-113. DOI: 10.17516/1997-1389-0011.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: vdodovich@mail.ru

Питание мальков сем. Mugilidae в прибрежных и открытых водах Чёрного моря в районе Севастополя, и копепода-вселенец *Oithona davisae* как компонент их кормовой базы

И.В. Вдодович, А.Н. Ханайченко, В.Е. Гирагосов
Институт морских биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН
Россия, 299011, Севастополь, пр. Нахимова, 2

Исследовано питание сеголеток черноморских кефалей в открытой части Чёрного моря у берегов Севастополя и в бухтах Круглая и Хрустальная в августе-сентябре 2013 г. Выявлены изменения в качественном составе потребленных пищевых объектов по сравнению с данными 1960-х гг. Несмотря на различия в спектрах питания кефали в разных местах сбора проб, в количестве потребленных жертв мальками рыб и в размерно-весовых характеристиках мальков, коэффициент упитанности молоди кефалей в трех исследуемых районах был одного порядка. Циклопидная копепода-вселенец *Oithona davisae* стала важным компонентом кормовой базы мальков кефалей в прибрежных водах Чёрного моря в районе Севастополя, в период исследования она составляла от 3 до 32 % от общего количества кормовых организмов, потребленных мальками.

Ключевые слова: молодь кефалей, пищевое поведение, вселенцы, *Oithona davisae*, Чёрное море.

Введение

Кефали принадлежат к ценным промысловым видам рыб Чёрного моря. В период интенсивного откорма (летом и ранней осенью) молодь кефалей держится на мелководье по всему побережью (Дука, Гордина, 1971; Дука, 1973). Знание условий, в том числе обеспеченности пищей, при которых протекает развитие молоди рыб, позволяет спрогнозировать, насколько успешным будет формирование будущих поколений рыб.

Согласно современным данным (Yankova et al., 2011), в Чёрном море обитают 6 видов кефалей: сингиль *Liza aurata* (Risso, 1810), лобан *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, остронос *Liza saliens* (Risso, 1810), пиленгас *Liza haematocheila* (Temminch et Schlegel,

1845), губач *Chelon labrosus* (Risso, 1827) и головач *Liza ramada* (Risso, 1827). Размножение сингиля, лобана, остроноса и пиленгаса в Чёрном море достоверно известно, и эти виды составляют основу промыслового лова. Губач и головач встречаются редко, и их размножение в Чёрном море не установлено (Дехник, 1973). Вопрос о соотношении мальков различных видов кефалей в Чёрном море и критериях, определяющих их видовую принадлежность, к настоящему времени изучен недостаточно, но анализ литературных данных по питанию молоди кефалей в ранний мальковый период жизни не выявил существенных различий в качественном составе потребленной пищи между видами семейства Mugilidae (Дука, 1973). Поэтому

мы представляем результаты исследования питания мальков в целом по семейству Mugilidae.

Молодь рыб – важное связующее трофическое звено между мелкими гидробионтами, которых она употребляет в пищу, и крупными пелагическими хищниками, для которых она сама является объектом питания. Хотя важность изучения этого трофического звена очевидна, до настоящего времени в литературе имеется мало сведений о питании молоди черноморских видов кефалей, а данных о современном состоянии нет совсем. Изменения в составе кормовой базы, в частности связанные с вселением *Oithona davisae* Ferrari F.D. et Orsi, 1984, обусловили положительный тренд численности личинок рыб в ихтиопланктонном комплексе в районе нашего исследования (Khanaychenko et al., 2015). В данной работе была поставлена задача изучить питание ранней молоди кефалей в прибрежных и открытых водах Чёрного моря в районе Севастополя в настоящий период и сравнить с данными по их питанию в 1960-х гг.

Материалы и методы

Отлов мальков проводился в 2013 г. в открытой части моря у берегов Севастополя (август) и его бухтах: Круглая (август) и Хрустальная (сентябрь) (рис. 1). Мальков кефали отлавливали сачком в мелководной прибрежной зоне бухт Круглая и Хрустальная (глубина до 1 м). В открытой части моря (станция на расстоянии 2 миль от берега) использовали нейстонную сеть. Объем обработанного материала и размерно-весовая характеристика мальков представлены в табл. 1.

Всего исследовано питание 63 экз. мальков кефалей в 2013 г. Обработка мальков проводилась согласно инструкции (Дука, Синюкова, 1976). Сразу после вылова мальков фиксировали 70%-м раствором этанола. В лаборатории измеряли тотальную (TL) и стандартную (SL) длину тела мальков. Массу мальков измеряли на электронных весах AXIS ADG500C. Идентификацию потребленных пищевых объектов проводили по Определителю фауны Чёрного и Азовского морей (Т. 2) (1969), за исключением циклопоидной копеподы *O. davisae*, идентификацию кото-

Рис. 1. Карта-схема района сбора проб: 1 – открытое море (на расстоянии 2 миль от берега); 2 – бухта Круглая; 3 – бухта Хрустальная

Таблица 1. Объем обработанного материала и размерно-весовая характеристика мальков кефалей, собранных в прибрежной зоне Чёрного моря в районе Севастополя в августе-сентябре 2013 г.

Район	Количество, экз.	Длина, мм	Масса, мг
Бухта Круглая	20	12,2-23	13-88
Бухта Хрустальная	22	15-26	32-98
Открытое море	21	9-19	10-29

рой проводили по Ferrari, Orsi (1984). Упитанность рыб рассчитана по формуле Фультона: $K = g \cdot 100 / L^3$, где g – масса рыбы, мг; L – стандартная длина рыбы, мм (Правдин, 1966).

Результаты и обсуждение

Достоверных различий в таксономическом составе жертв, потребленных мальками кефалей из бухт Круглая (рис. 2А) и Хрустальная (рис. 2Б), отмечено не было, в их пищевом комке преобладали (65-68 %) гарпактикоиды (включая науплиусов рода *Longipedia*). Отличие отмечено в процентном соотношении Calanoida и разных видов Cyclopoida (*Cyclopina* sp. и *O. davisae*). В кишечниках кефалей из бухты Круглая количество потребленных объектов колебалось от 14 до 28 экз., и их таксономический состав был представлен семью группами: Cyclopoida (*Cyclopoida* sp., *O. davisae*), Harpacticoida, Harpacticoida (nauplii), Calanoida, Mollusca, Ova+Algae (рис. 2А). Гарпактикоиды преобладали в пищевом комке молоди кефалей из бухты Круглая на всех стадиях развития, их совокупная доля составляла 68 % (рис. 2А). Доля вселенца *O. davisae* была значительно ниже, чем в открытой части моря, – 9 %. В 1960-е гг., напротив, в кишечниках молоди кефалей в бухте Круглая в летний и осенний периоды доминировали планктонные каланоидные и циклопоидные копеподы, доля которых достигала 80 % от общей численности потребленных организмов; спектры питания одноразмерной молоди

кефалей не отличались (Дука, Гордина 1971; Дука, 1973). Различия в питании молоди кефалей в настоящее время и в 1960-е гг., по видимому, свидетельствуют об изменениях экологии бухты Круглая за прошедший период. Следует отметить, что в бухте Хрустальная (рис. 2Б) в пищевом комке кефалей доля вселенца *O. davisae* была самая низкая из трех районов исследований – только 3 % от общего количества потребленных пищевых организмов; при этом количество жертв в кишечниках было выше, чем на других станциях, и колебалось от 17 до 36 экз. Наибольшее количество потребленных объектов отмечено у мальков длиной 24 и 26 мм.

В открытой части моря (рис. 2Б) в питании мальков кефалей доминировали Copepoda, из которых доля Calanoida была преобладающей – 57 %, вторым по значимости пищевым объектом был представитель Cyclopoida, вид-вселенец *O. davisae*, доля которого составила 32 % от общего количества потребленных организмов. В отличие от кефалей из бухт Круглая и Хрустальная в пищевом комке кефалей из открытой части моря не встречали личинок моллюсков, яиц и остатков водорослей, но у них появились Cladocera, полностью отсутствовавшие у мальков из бухт, хотя их доля, и Harpacticoida и Cyclopoida (за исключением *O. davisae*), была незначительной – 3-4 %.

Несмотря на различия в качественном и количественном составе потребленных маль-

Рис. 2. Таксономический состав потребленных пищевых объектов в кишечниках мальков кефали (% от общего количества потребленных организмов), собранных в прибрежных и открытых водах Чёрного моря в августе-сентябре 2013 г.: А – бухта Круглая; Б – бухта Хрустальная; В – открытое море (2 мили от берега). Обозначения на оси абсцисс: 1 – Calanoida; 2 – Cyclopoida (*Cyclopina* sp.); 3 – Cyclopoida (*Oithona davisae*); 4 – Harpacticoida (*Longipedia* sp. nauplii); 5 – Harpacticoida; 6 – Mollusca larvae; 7 – Ova + Algae; 8 – Cladocera (*Podon polyphemoides* + *Pseudoevadne tergestina*)

ками пищевых объектов и размерно-весовых характеристиках мальков, коэффициент упитанности молоди кефалей в трех исследуемых группах был одного порядка: в бухте Хрустальная – 0,70, в бухте Круглая – 0,69 и в открытом море – 0,71. Следует отметить, что в видовом составе потребленных пищевых объектов четко прослеживается влияние пространственной неоднородности – «пятнистости» распределения зоопланктона. В большинстве случаев в пищевом комке одного

малька отмечено преобладание только одной группы пищевых объектов (Harpacticoida или Cyclopoida). Некоторые пищевые компоненты встречаются в единичных случаях. У мальков длиной больше 15 мм в пищевом комке отмечены как одиночные яйца гидробионтов, так и целые кладки до 8 экз., насекомые со следами переваривания и чешуя рыб. Пищевые организмы из групп Cyclopoida, Calanoida и Cladocera были обнаружены в кишечниках в более переваренном виде, чем Harpacticoida.

Рис. 3. Качественный состав пищевых объектов, потребленных мальками кефали с разной длиной тела, собранных в Чёрном море в прибрежье Севастополя в августе-сентябре 2013 г. (% от общего количества потребленных организмов)

Анализ спектров питания молоди кефалей (из всех ареалов) в зависимости от ее длины (рис. 3) показал, что циклопоидная копепода-вселенец *O. davisae* является объектом питания мальков практически всех размеров и на всех станциях исследования, особенно для младших размерных групп в открытом море, у которых доля *O. davisae* варьировала от 40 до 100 % от пищевого комка. Безусловно, высокая доля *O. davisae* в питании кефалей является следствием численного преобладания данного вида среди копепод и в микрозоопланктонной фракции. *O. davisae*, вселившаяся в Чёрное море в начале 2000-х гг., с 2006 г. начала доминировать в Севастопольской бухте по численности в позднелетний – осенний периоды (Gubanova, Altukhov, 2007), с 2008 г. периодически составляя до 99 % от общей численности копепод (Altukhov et al., 2014). Максимальное количество яиц самки *O. davisae* продуцируют в июле (Svetlichny et al., 2016), и, соответственно, максимальная численность науплиусов и копеподитов данного вида приходится на август-сентябрь, в частности в 2011-2012 гг. последние составляли 98-99 % от общей численности метазойно-

го микрозоопланктона как в Севастопольской бухте, так и в открытом прибрежье (Серёгин, Попова, 2012).

Вероятно, из всех промысловых рыб Чёрного моря именно молодь кефалей наиболее эффективно использует новый кормовой ресурс, *O. davisae*, в связи с тем что интенсивный нерест и, соответственно, появление личинок у наиболее массового представителя Mugilidae, сингиля, происходит в августе-сентябре, у остроноса – в тот же период, у лобана нерест начинается в июне, но продолжается до конца августа – начала сентября (Дехник, 1973). Лишь у пиленгаса новая генерация в августе-сентябре представлена подросшей молодью, и какова роль *O. davisae* в ее питании, еще предстоит изучить.

Заключение

Проведенное исследование показывает, что мальки кефалей имеют широкую степень пластичности в питании, состав их пищи меняется в зависимости от места обитания. Несмотря на то что *O. davisae* является преимущественно прибрежным видом копепод, ее доля в питании молоди кефалей была наи-

более значительной в открытой части моря, составив в среднем 32 % от общего количества потребленных организмов, и была наиболее высокой (от 40 до 100 %) у мальков размерной группы 9-12 мм. В питании мальков из бухт доля *O. davisae* была лишь 3-9 %, а основу питания составляли гарпактикоиды, что, по-видимому, связано с их обилием и, соответственно, большей доступностью именно в мелководных прибрежных водах в отличие от мористой части, где основу питания составляли каланоидные копеподы и циклопоиды *O. davisae*. На индивидуальные особенности питания кефали однозначно влияет мозаичность распределения зоопланктонных организмов. Предположение о возможных различиях в пищевом спектре

и избирательности питания у мальков разных размерно-возрастных групп в открытом море и бухтах еще предстоит проверить в будущих исследованиях.

Тот факт, что циклопоидная копепода *O. davisae* потреблялась мальками кефалей всех размеров и на всех станциях, свидетельствует о том, что этот вид-вселенец в настоящее время стал достаточно важным компонентом кормовой базы молоди рыб в Чёрном море.

Благодарности

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований – региональный проект № 14-45-01581 и программы ФНИ (направления № 1001-2014-0014 и (1001-2014-0017).

Список литературы

- Дехник Т.В. (1973) *Ихтиопланктон Чёрного моря*. Киев, Наукова думка, 234 с. [Dekhnik T.V. (1973) *Ichthyoplankton of the Black Sea*. Kiev, Naukova dumka, 234 p. (in Russian)]
- Дука Л.А., Гордина А.Д. (1971) Видовой состав и питание молоди рыб Чёрного моря в зарослях цистозир. *Биология моря*, 23: 133–159 [Duka L.A., Gordina A.D. (1971) Species composition and nutrition of young fish in the Black Sea cystoseira thickets. *Marine Biology* [Biologia Morya], 23: 133–159 (in Russian)]
- Дука Л.А. (1973) Питание и пищевые взаимоотношения личинок и молоди рыб некоторых экологических группировок в биоценозе цистозир Чёрного моря. Сообщение 1. *Биология моря*, 31: 46–70 [Duka L.A. (1973) Nutrition and food relationships of fish larvae and juvenile of some environmental groups in the Cystoseira biocoenosis of the Black Sea. Report 1. *Marine Biology* [Biologia Morya], 31: 46–70 (in Russian)]
- Дука Л.А., Синюкова В.И. (1976) *Руководство по изучению питания личинок и мальков морских рыб в естественных и экспериментальных условиях*. Киев, Наукова думка, 110 с. [Duka L.A., Sinyukova V.I. (1976) *A study guide to the nutrition of larvae and juveniles of marine fishes under the natural and experimental conditions*. Kiev, Naukova dumka, 110 p. (in Russian)]
- Определитель фауны Чёрного и Азовского морей* (1969) Т. 2. Водяницкий В.А. (ред.) Киев, Наукова думка, 535 с. [The key of the fauna of the Black and Azov Seas (1969) Vol. 2. Vodyanickij V.A. (ed.) Kiev, Naukova dumka, 535 p. (in Russian)]
- Правдин Н.Ф. (1966) *Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных)*. М., Изд-во Пищевой промышленности, 267 с. [Pravdin N.F. (1966) *Guide to the fish study (mostly freshwater)*. Moscow, Food industry, 267 p. (in Russian)]
- Серёгин С.А., Попова Е.В. (2012) Численность и видовой состав метазойного микрозоопланктона в прибрежье Севастополя: 2009-2012 гг. *Рыбное хозяйство Украины*, 6 (83): 3–9

[Seregin S.A., Popova E.V. (2012) Abundance and species composition of metazoan microzooplankton in the coastal waters of Sevastopol: 2009-2012. *Fishing industry of Ukraine* [Rybnoe Hozyajstvo Ukrainy], 6 (83): 3–9 (in Russian)]

Altukhov D.A., Gubanova A.D., Mukhanov V.S. (2014) New invasive copepod *Oithona davisae* Ferrari and Orsi, 1984: Seasonal dynamics in Sevastopol Bay and expansion along the Black Sea coasts. *Marine Ecology*, 35 (suppl. 1): 28-34

Gubanova A.D., Altukhov D.A. (2007) Establishment of *Oithona brevicornis* Giesbrecht, 1892 (Copepoda: Cyclopoida) in the Black Sea. *Aquatic Invasions*, 2 (4): 407-410

Ferrari F.D., Orsi J. (1984) *Oithona davisae*, new species, and *Limnoithona sinensis* (Burckhardt, 1912) (Copepoda, Oithonidae) from the Sacramento San-Joaquin Estuary, California. *Journal of Crustacean Biology*, 4: 106-126

Khanaychenko A., Gubanova A., Svetlichny L., Vdodovich I., Gavrilova N., Mukhanov V., Aganesova L., Giragosov V. (2015) When the invaded community profit from the invader (the case of Asian cyclopoid in the Black Sea). *The 6th International Symposium of ecologists of Montenegro: The book of abstracts and programme*. Ulcinj, Montenegro, p. 63

Svetlichny L., Hubareva E., Khanaychenko A., Gubanova A., Altukhov D., Besiktepe S. (2016) Adaptive strategy of thermophilic *Oithona davisae* in the cold Black Sea environment. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 16: 77-90

Yankova M. et al. (2011) *Black Sea Fish Check List* http://www.blacksea-commission.org/_publ-BSFishList.asp (accessed on 12.05.2016)