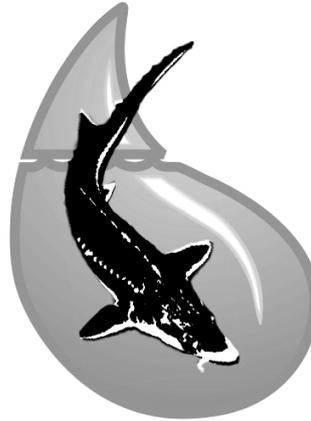


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

28.09–02.10.2015 Г.

**Ростов-на-Дону
2015**

УДК 639.5(285.32)(477.75)

ПРОБЛЕМА ЖИВЫХ КОРМОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ В ГИПЕРСОЛЕННЫХ ВОДОЕМАХ КРЫМА

Е.В. Ануфриева

ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,
г. Севастополь, Россия, lena_anufrieva@mail.ru

Развитие аквакультуры в значительной степени тормозится дефицитом живых кормов для личинок рыб. Актуальная задача – поиск новых кормовых объектов. Дан их краткий обзор в гиперсоленых озерах Крыма (*Fabrea salina*, *Brachionus plicatilis*, *Artemia*, *Moina salina*, *Daphnia atkinsoni*, *Cletocamptus retrogressus*, *Arctodiaptomus salinus*).

По прогнозам ООН к 2050 году численность населения достигнет 9550 млн. человек [25]. Возможно ли увеличить производство пищи для удовлетворения потребностей такого количества людей? Да, но только за счет увеличения продукции аквакультуры [10, 16, 24]. Слабое звено при выращивании разных коммерчески ценных организмов – культивирование личинок [23]. Их выращивание в контролируемых условиях требует не только разработки специальных методов и устройств, но и наличия достаточного количества живых кормовых организмов. Развитие аквакультуры в значительной степени тормозится дефицитом живых кормов и уязвимостью культивируемых гидробионтов к разным заболеваниям. Низкая устойчивость к заболеваниям часто является результатом некачественного и однообразного питания личинок [13]. Живые корма, в частности, науплиусы *Artemia*, используются как эффективные векторы доставки биологически активных веществ (нуклеиновых кислот, ферментов и пробиотиков) в организмы личинок рыб и раков. Использование цист *Artemia* – наиболее развитый подход для обеспечения личинок живыми кормами [14], но науплиусы *Artemia* не могут быть единственным живым кормом. Первые науплиусы *Artemia* настолько велики (0,35-0,60 мм), что не могут быть использованы как стартовый живой корм для личинок некоторых видов рыб, а из-за биохимического состава науплиусы *Artemia* не совсем полноценная пища для личинок рыб [12]. Для эффективного и устойчивого развития аквакультуры необходимы разнообразные живые корма, ведутся поиски новых объектов [5, 10, 12, 15, 22, 23]. В Крыму расположено множество гиперсоленых озер [19, 20], обитатели которых перспективны для использования в качестве живых кормов, некоторые уже используются в аквакультуре [15, 22]. Цель работы – дать обзор обитателей этих озер, перспективных в качестве живых кормов.

Инфузории. *Fabrea salina* Henneguy, 1890 (Ciliophora, Heterotrichida). Размер клеток 50-500 мкм, в крымских озерах – 130-320 мкм, плотность популяции влияет на размер [6]. Эти гало- и термотолерантные протисты существуют в диапазоне солености от 30 до 240 ‰, при температуре до +40 °C [11]. Вид может массово культивироваться, потребляя микроводоросли и дрожжи, достигая численности 50-200 инфузорий/мл в течение 7 дней, время генерации 12 ч [11, 15]. *F. salina*, в частности, является хорошим стартовым кормом для личинок *Lutjanus campechanus* (Роеу, 1860) [17] и др.

Коловратки. *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 (Rotifera, Brachionidae). Коловратки используются в качестве стартового корма для личинок рыб с 60-х годов [4, 7]. Существует более чем 2000 видов коловраток, но только виды рода *Brachionus* используются в качестве живого корма. *B. plicatilis* распространен в соленых озерах/прудах по всему миру, толерантен к широкому диапазону разных факторов. При оптимальных условиях среды плотность коловраток может достигать более 450 экз./мл. Длина тела – от 99 до 292 мкм. *B. plicatilis* наиболее распространенный и многочисленный вид коловраток в крымских гиперсоленых озерах. Исследования секвенирования ДНК показали, что *B. plicatilis* – комплекс криптических видов, включающий около 10 отдельных видов [21], в Крыму этот вопрос не изучали.

Ракообразные. Anostraca (Branchiopoda). Науплиусы *Artemia* являются основным живым кормом для личинок рыб [14]. Колебания в заготовке цист *Artemia* могут привести к росту или падению продукции аквакультуры. Резкое снижение заготовки цист из Большого Соленого озера (США), ведущего производителя цист *Artemia*, в 1994 и 1998 году, привело к негативному влиянию на аквакультуру во всем мире [14]. В Крыму находится как минимум 29 гиперсоленых

водоемов, в которых обитают два двуполовых вида артемий: *A. urmiana* Gunther, 1899 и *A. salina* (Linnaeus, 1758) и партеногенетические популяции *Artemia* [20]. В разных озерах Крыма партеногенетические популяции *Artemia* имеют разную ploидность [8]. Перспективы заготовки цист и биомассы артемий в водоемах Крыма изучены слабо, как и использование разных их видов и рас в культивировании.

Cladocera (Branchiopoda). Существует два перспективных вида ветвистоусых раков в гиперсоленых озерах Крыма – *Moina salina* Daday, 1888 [3] и *Daphnia atkinsoni* Baird, 1859 (Ю.А. Загородняя, устное сообщение). Они имеют покоящиеся стадии (эфиппиумы). Виды гало- и термотолерантны, могут существовать при солености до 120 ‰, не сложны для культивирования и уже используются в аквакультуре [12, 22].

Copepoda (Maxillopoda). Изучение возможности использования Copepoda в аквакультуре было начато в 70-х годах в Японии и Украине (ИнБИОМ, Л. И. Сажина). В крымских гиперсоленых озерах обитают представители двух отрядов веслоногих раков – Calanoida и Harpacticoida, которые могут эффективно использоваться в качестве живых кормов.

Harpacticoida – *Cletocamptus retrogressus* Shmankevich, 1875. Это наиболее распространенный вид харпактицид в крымских гиперсоленых озерах. Размер взрослых особей <0,5-0,6 мм. Вид – галотолерантный и встречается в озерах Крыма при солености до 360 ‰ [9], имеет покоящиеся стадии, легко культивируется, может достигать высокой численности, науплиусы могут служить стартовым кормом для самых мелких личинок рыб.

Calanoida – *Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885). Это наиболее широко распространенный и высокотолерантный к воздействию внешних факторов вид. Массово встречается в Крыму при солености от 3 до 80 ‰ [2], обитает и при солености до 300 ‰ [9], в диапазоне температуры 10-38 °С, толерантен к условиям гипоксии. Имеет покоящиеся стадии. Может достигать высокой плотности, используя широкий спектр пищевых объектов. *A. salinus* может трансформировать β-каротин потребляемых водорослей в 4-кето-4'-гидрокси-β-каротин, астаксантин и крустаксантин. Астаксантин – лучший антиоксидант и наиболее ценный каротиноид. *A. salinus* может быть лучшим источником астаксантина для личинок рыб и раков в аквакультуре [2], увеличение концентрации астаксантина в теле личинок ведет к повышению их иммунитета. В соленых Славянских озерах (Донецкая область) вид заготавливается и используется для кормления молоди культивируемых рыб [18]. Ведутся работы по оптимизации культивирования данного вида [1, 5].

Ресурсы организмов гиперсоленых водоемов Крыма, которые могут быть использованы для решения проблемы кормов в аквакультуре, все еще слабо изучены. Это не позволяет начать заготовку цист и биомассы взрослых организмов в водоемах Крыма, как и создание индустрии по их разведению. На Крымском полуострове работы по культивированию кормовых организмов можно вести в двух направлениях: разведение в естественных или искусственных открытых водоемах/прудах и интенсивное культивирование в закрытых помещениях/теплицах. Для реализации этого необходимо производить инвентаризацию ресурсов кормовых организмов в естественных водоемах, оценивать продуктивность их популяций и изучать их экологию, физиологию, генетику.

Список литературы

1. Аганесова, Л. О. Репродуктивные характеристики самок копепод *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus* при питании микроводорослями разных таксономических групп / Л. О. Аганесова // Мор. экол. журн. – 2011. – Отд. вып. № 2. – С. 7–10.
2. Ануфриева, Е. В. *Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) (Calanoida, Copepoda) в соленых водоемах Крыма / Е. В. Ануфриева, Н. В. Шадрин // Мор. экол. журн. – 2014. – Т. 13, № 3. – С. 5–11.
3. Загородняя, Ю. А. Кладоцера *Moina mongolica* – массовый вид в гиперсоленых озерах-лагунах Крымского полуострова / Ю. А. Загородняя, Н. В. Шадрин // Мор. экол. журн. – 2004. – Т. 7, № 4. – С. 41–50.
4. Максимова, Л. П. Биология мойн и коловраток и их разведение в качестве живых кормов для личинок сиговых рыб / Л. П. Максимова // Тр. Гос. НИИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 107–134.
5. Новоселова, Н. В. К методике массового культивирования живых кормов в условиях низкой температуры для молоди ценных видов морских рыб / Н. В. Новоселова, В. Н. Туркулова // Тр. ЮгНИРО. – 2008. – Т. 49. – С. 41–48.
6. Павловская, Т. М. Сезонные явления в сообществе инфузорий гиперсоленого озера Херсонесское (Крым) / Т. М. Павловская, А. В. Празукин, Н. В. Шадрин // Мор. экол. журн. – 2009. – Т. 8. – № 2. – С. 53–63.
7. Ханайченко, А. Н. Питание и продуцирование коловраток в экспериментальных популяциях при

комбинированном воздействии температуры и трофических условий (на примере *Brachionus plicatilis* Muller, 1786) : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.17 «Гидробиология» / А. Н. Ханайченко. – Минск ; Севастополь, 1988. – 24 с.

8. Числа хромосом и кариотипы некоторых популяций *Artemia salina* / Ю. А. Митрофанов, Ю. А. Ивановский, Л. Н. Лесникова, А. М. Макарычева // Цитол. и ген. – 1982. – Т. 16, № 4. – С. 11–14.

9. Anufriieva, E. Copepods in hypersaline waters worldwide: diversity, environmental, social, and economic roles / E. Anufriieva // Acta Geol. Sin. – 2014. – Vol. 88 (supp. 1). – P. 43–45.

10. Anufriieva, E. V. Biological resources in changing Arctic: Aquaculture as element of their sustainable use / E. V. Anufriieva, N. V. Shadrin // Geopolitics and Marine Production in a Changing Arctic (Norway, Tromso, 20-25 Jan., 2012) : Abstr. – Tromso, 2012. – P. 54.

11. De Winter, F. Preliminary experiments with the ciliate *Fabrea salina* as a potential live food for mariculture purposes / F. De Winter, G. Persoone // 10th European Symposium on Marine Biology. (Ostend, Belgium, 17-23 Sept., 1975) : Proc. – Ostend, 1975. – Vol. 1. – P. 37–48.

12. Important live food organisms and their role in aquaculture / P. Das, S. C. Mandal, S. K. Bhagabati, M. S. Akhtar, S. K. Singh // Frontiers in aquaculture / Eds.: J. K. Sundaray, M. Sukham, R. K. Mohanty, S. K. Otta. – New Delhi, 2012. – P. 69–86. – (Narendra Publishing House).

13. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing / K. Hamre, M. Yúfera, I. Rønnestad, C. Boglione, L. E. C. Conceição, M. Izquierdo // Rev. Aquacult. – 2013. – Vol. 5. – P. S26–S58.

14. Lavens, P. The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture / P. Lavens, P. Sorgeloos // J. Aquacult. – 2000. – Vol. 181, no 3. – P. 397–403.

15. Pandey, B. D. Preliminary and mass culture experiments on a heterotrichous ciliate, *Fabrea salina* / B. D. Pandey, S. G. Yeragi // Aquaculture. – 2004. – Vol. 232, no 1–4. – P. 241–254.

16. Results of an international introduction of *Artemia sinica* in the high-altitude Tibetan Lake Dangxiong Co: On a base of surveys in 2011 and 2013 / Q. Jia, E. Anufriieva, S. Liu, X. Liu, F. Kong, M. Zheng, N. Shadrin // Acta Geol. Sin. – 2014. – Vol. 88 (supp. 1). – P. 74–76.

17. Rhodesa, M. A. Evaluation of the ciliated protozoa, *Fabrea salina* as a first food for larval red snapper, *Lutjanus campechanus* in a large scale rearing experiment / M. A. Rhodesa, R. P. Phelpsa // J. Appl. Aquacult. – 2008. – Vol. 20, no 2. – P. 120–133.

18. Samchyshyna, L. V. Ecological characteristic of Calanoids (Copepoda, Calanoida) of the inland waters of Ukraine / L. V. Samchyshyna // Vestn. zool. – 2008. – Vol. 42, no 2. – P. 32–37.

19. Shadrin, N. V. The Crimean hypersaline lakes: towards development of scientific basis of integrated sustainable management [Electronic resource] / N. V. Shadrin // 13th World Lake Conf. (Wuhan, China, 1-5 Nov., 2009) : Proc. – Wuhan, 2009. – Mode of Access : http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/S12/s12-1.pdf

20. Shadrin, N. Distribution and historical biogeography of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) in Ukraine / N. Shadrin, E. Anufriieva, E. Galagovets // Int. J. Artemia Biology. – 2012. – Vol. 2, no 2. – P. 30–42.

21. Speciation in ancient cryptic species complexes: evidence from the molecular phylogeny of *Brachionus plicatilis* (Rotifera) / A. Gomez, M. Serra, G. R. Carvalho, D. H. Lunt // Evolution. – 2002. – Vol. 56, no 7. – P. 1431–1444.

22. Studies on the mass culture of *Moina mongolica* in seawater / Z. H. He, Y. Wang, H. Cui, L. Z. Guo, H. Qian // J. Fish. China. – 1998. – Vol. 22. – P. 17–23.

23. The use of harpacticoid copepods as live prey for *Amphiprion clarkii* larviculture: effects on larval survival and growth / I. Olivotto, F. Capriotti, I. Buttino, A. M. Avella, V. Vitiello, F. Maradonna, O. Carnevali // Aquaculture. – 2008. – Vol. 274, no 2. – P. 347–352.

24. Will the oceans help feed humanity? / C. M. Duarte, M. Holmer, Y. Olsen, D. Soto, N. Marbà, J. Guiu, K. Black, I. Karakassis // BioScience. – 2009. – Vol. 59, no 11. – P. 967–976.

25. World Population Prospects. The 2012 Revision : Executive summary / Department of Economic and Social Affairs. Population Division. – New York, 2013. – 94 p. – (ST/ESA/Ser.A/332).

THE PROBLEM OF LIVE FOOD ORGANISMS IN AQUACULTURE: THE PERSPECTIVE OBJECTS IN HYPERSALINE WATER BODIES OF THE CRIMEA

Anufriieva E.V.

A.O. Kovalevskiy Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russia, lena_ anufriieva@mail.ru

The development of aquaculture is largely inhibited by scarcity of live food for fish larvae. An overview of the inhabitants of Crimean hypersaline lakes, which are promising as live food (*Fabrea salina*, *Brachionus plicatilis*, *Artemia*, *Moina salina*, *Daphnia atkinsoni*, *Cletocamptus retrogressus*, and *Arctodiaptomus salinus*), is given in this work.