DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-11
УДК 576.89.616.99:597

Лососевая вошь *Lepeophtheirus salmonis* – реальная опасность для марикультуры России

Завьялова Е.А.
Zavyalova E.A.

Завьялова Е.А. – кандидат биологических наук, зав. лабораторией ихтиопатологии (aquazeda@mail.ru)
Алонцева Д.А. – младший научный сотрудник
Белименко В.В. – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (vlad_belimenko@mail.ru)
Булина К.Ю. – младший научный сотрудник
Дрошнев А.Е. – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук" (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН) 109428, Российская Федерация, г. Москва, Рязанский проспект, дом 24, корпус 1.

Ключевые слова: лососевые вши, *Lepeophtheirus salmonis*, аквакультура, марикультура, паразиты.

Резюме. В связи со снижением, по экологическим причинам, уровня мирового вылова рыбы все надежды в обеспечении человека белковыми продуктами обращены на один из наиболее активно развивающихся секторов сельского хозяйства – аквакультуру.

Задача ихтиопатологов и ветеринарных специалистов – контроль здоровья выращиваемой рыбы, так как разные виды морских рыб могут быть заражены инфекционными и/или инвазионными агентами, что в свою очередь, может сдерживать их использование в пищу человеку, а также вызывать потери поголовья, сдерживать темпы роста, оказывая негативное влияние на экономику предприятия.

Среди инфекционных болезней в аквакультуре распространены вирусные, однако чаще встречаются полиэтиологические заболевания, осложненные бактериями или связанные с повреждениями, наносимыми паразитами.

Заражение морскими вшами неизбежно, так как они естественная часть биоценоза, но рыбководческие предприятия, за счет интенсификации производства, создают идеальные условия для усиления роста численности паразитов, от которого может пострадать мигрирующая молодь дикой семги и горбуши.

Лососевые вши – ракообразные эктопаразиты, которые поражают как диких, так и выращиваемых лососевых рыб.

The Salmon Lice *Lepeophtheirus salmonis* – real danger for the mariculture in Russia

Zavyalova E.A.,
Alontseva D.A.,
Belimenko V.V.,
Bulina K.U.,
Droshnev A.E.

Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", 109428, Russian Federation, Moscow, Ryazansky avenue, 24/1.

Key words: Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, aquaculture, mariculture, parasites.

Abstract Because the ocean resources reduction caused by environmental reasons all hopes of providing people with protein products are turned to one of the most actively developing sectors of agriculture - aquaculture.

The scope of ichthyopathologists and veterinary specialists is to control of farmed fish health because marine fish can be infected with infectious and invasive agents and can restrain their use in human food, as well as cause livestock losses, restrain growth rates, having a negative impact on the economy of the enterprise.

Viral infections are common among infectious diseases in aquaculture, however, polyaeiological diseases are more common, complicated by bacteria or associated with damage caused by parasites.

Sea lice invasion is a natural part of the biocenosis, but due to the intensification of production, fish farms create ideal conditions for increasing the growth of the number of parasites, from which migratory wild salmon and pink salmon can suffer.

Salmon lice are crustaceans ectoparasites infected wild and farmed salmon. The size of females - up to 17 mm, cord-shaped egg bags - up to 53 mm, males - 5 ... 7 mm

Sea lice have a complex life cycle, consisting of three planktonic mobile successive stages: nauplius I, nauplius II and copepodids. After that, the organism enters the parasitic phase and attaches to the host - the stage of chalimus stage I and II, at which time it feeds on the epidermis of the fish. Then, by successive molting, the organism develops into mobile preadults I and preadults II forms, before finally shedding to the stage of puberty, when the adult female is larger than the male. The life cycle depends on temperature and can take from 28 days at 14°C to several months at colder temperatures.

Размер самок – до 17 мм, шнуровидных яйцевых мешков – до 53 мм, самцов – 5...7 мм

Морские вши имеют сложный жизненный цикл, состоящий из трех планктонных подвижных последовательных стадий: nauplius I, nauplius II и copepodids. После этого организм входит в паразитическую фазу и прикрепляется к хозяину – стадия chalimus I и II стадии, в это время он питается эпидермисом рыб. Затем, путем последователь-

Для цитирования / For citation

Завьялова Е.А. Лососевая вошь *Lepeophtheirus salmonis* - реальная опасность для марикультуры России / Е.А. Завьялова, Д.А. Алонцева, В.В. Белименко, К.Ю. Булина, А.Е. Дрошнев // Ветеринария и кормление. - М., 2020. - №1. - С.43-46

Zavyalova E.A. The Salmon Lice *Lepeophtheirus salmonis* - real danger for the mariculture in Russia / E.A. Zavyalova, D.A. Alontseva, V.V. Belimenko, K.U. Bulina, A.E. Droshnev // Veterinaria i kormlenie. - M., 2019. - №5. - P. 43-46

ной линьки организм развивается в подвижные preadults I и preadults II формы, перед тем как окончательно линять до стадии половой зрелости, когда взрослая самка крупнее самца. Жизненный цикл зависит от температуры и может занять от 28 дней при 14°C до нескольких месяцев при более холодных температурах.

Введение

В настоящее время употребление в пищу свежей рыбы является одним из трендов правильного питания человека, как источник ценного белка, жирных кислот и других веществ, которых нет в животных продуктах. Особенно важна в этом отношении морская и океаническая рыба, некоторые виды которой, например, атлантический лосось, к тому же являются деликатесом. По сведениям ФАО в разные годы норма потребления рыбы колеблется от 15 до 25 кг. Поэтому, для удовлетворения потребностей населения и насыщения рынка продукции все развитые страны используют возможности внутренних и внешних морей Мирового океана. В связи со снижением, по экологическим причинам, уровня мирового вылова рыбы все надежды в обеспечении человека белковыми продуктами обращены на один из наиболее активно развивающихся секторов сельского хозяйства – аквакультуру. Задача ихтиопатологов и ветеринарных специалистов – контроль здоровья выращиваемой рыбы, так как разные виды морских рыб могут быть заражены инфекционными и/или инвазионными агентами, что в свою очередь, может сдерживать их использование в пищу человеку, а также вызывать потери поголовья, сдерживать темпы роста, оказывая негативное влияние на экономику предприятия.

Среди инфекционных болезней в аквакультуре распространены вирусные, однако чаще встречаются полиэтиологические заболевания, осложненные бактериями или связанные с повреждениями, наносимыми паразитами.

Одни из таких – копеподы, или веслоногие раки (Copepoda) – самая большая группа ракообразных, перешедших к паразитическому образу жизни. Общее количество видов копепод, паразитирующих на рыбах, достигло почти 2000. По данным исследователей, 75 % из них являются морскими формами [1].

Этиология. *Lepeophtheirus salmonis* (лососевые вши, морские вши, "salmon lice") – ракообразные эктопаразиты из подкласса веслоногих (копепод) отряда Siphonostomatoida, которые поражают как диких, так и выращиваемых лососевых рыб (в основном из родов *Salmo*, *Salvelinus* и *Oncorhynchus*). Рачки довольно крупные: длина самок до 17 мм, шнуровидных яйцевых мешков – до 53 мм (Фото 1), самцы мельче – 5...7 мм (Фото 2) [1].

Эти паразитические рачки живут и питаются слизью, тканями, кровью хозяина, уменьшая эффективность преобразования питания в прирост и вызывая повреждения покровов тела (Фото 3 и 4), которые впоследствии вторично поражаются бактериями и грибами, а также вызывают общую иммуносупрессию организма, при этом сами рачки могут быть переносчиками опасных заболеваний, так что при высоком уровне заражения рыба погибает. Для эктопаразитов со свободноживущими стадиями жизни, такими как *L. salmonis*, поиск хозяина – это адаптивно-эволюционный процесс, который имеет решающее значение для завершения жизненного цикла и выживания вида. Лососевые вши используют сочетание механических, визуальных и химических сенсорных сигналов для идентификации и обнаружения потенциальных хозяев.

Морские вши имеют сложный жизненный цикл, состоящий из трех планктонных подвижных последовательных стадий: nauplius I, nauplius II и copepodids. После этого организм входит в паразитическую фазу и прикрепляется к хозяину – стадия chalimus I и II стадии, в это время он питается эпидермисом рыб. Затем, путем последователь-

ной линьки организм развивается в подвижные preadults I и preadults II формы, перед тем как окончательно линять до стадии половой зрелости, когда взрослая самка крупнее самца. Жизненный цикл зависит от температуры и может занять от 28 дней при 14°C до нескольких месяцев при более холодных температурах. Планктонные этапы и стадии chalimus I и II причиняют наименьшее повреждение хозяину, при этом в "юношеской" (preadults) и взрослой стадиях морские вши максимально опасны для рыбы, когда они подвижны и могут перемещаться от рыбы к рыбе, особенно самцы. Есть сведения, что прикрепленные стадии chalimus оказывают негативное влияние на иммунный ответ хозяина, увеличивая опасность заражения другим патогенам и вторичным инфекциям при повреждении эпидермиса в месте прикрепления [6, 13]. Имеются научные данные, что морские вши являются резервуарами и переносчиками возбудителей болезней, в том числе вируса инфекционного гемопозитического некроза (IHNV) [11], вируса инфекционной анемии лосося (ISAv [14]) и фурункулеза [13]. Эти исследования описывают выявление возбудителя у хозяина и одновременно во взрослых особях лососевых вшей, но не исследуют механизм передачи [13, 14]. Основа патологического процесса в том, что мобильные фазы жизни уничтожают большое количество эпителиальной ткани рыбы, формируя большую раневую поверхность, через которую проникает вторичная инфекция. Поэтому логично предположить, что особи, кормящиеся на зараженной рыбе, перемещаясь на интактную особь – заражают её.

Эпизоотология. С середины 70-х годов в аквакультуре Норвегии одна из серьезнейших проблем – поражение выращиваемого атлантического лосося веслоногими рачками вида *Lepeophtheirus salmonis* – лососевыми вшами. Сведения о неблагоприятном воздействии этих паразитов на дикого лосося и морскую форель *Salmo trutta* L. появились позднее, в 1992 году [18]. Сейчас лососевые вши являются постоянно встречающейся проблемой при выращивании атлантического лосося (*Salmo salar*) по всему миру: в Канаде, Шотландии, Ирландии, Англии, Чили, России и других странах, что обходится отрасли в колоссальные финансовые затраты ежегодно, из-за прямых потерь и за счет вложений в профилактику.

Не только предприятия выращивающие рыбу несут потери из-за вши, это заболевание опасно и для диких популяций рыб, мигрирующих через акватории и прибрежные районы, где расположены рыбоводческие хозяйства. Поэтому контроль и борьба с морскими вшами приоритетная задача специалистов-лососеводов, ветеринаров и научного сообщества во всем мире.

Негативное влияние лепеофтириоза на развитие отрасли. Еще одним значимым патогеном лососеводческой отрасли является вирус инфекционной анемии атлантического лосося (ISAv), при этом важное значение в его эпидемиологии имеют паразитарные морские вши, в частности *Lepeophtheirus salmonis*. Исследования зарубежных ученых наглядно показывают влияние заражения морскими вшами на тяжесть ISAv-инфекции и смертность при заболевании в экспериментальных условиях у выращенного атлантического лосося (*Salmo salar*). Был проведен ряд экспериментов, которые показали потенциальную опасность лососевых вшей. Полученные результаты свидетельствуют, что первичное заражение копеподами, а также одновременное заражение паразитами и вирусом значительно увеличивает смертность атлантического лосося, по сравнению с незараженными контрольными и зараженными ISAv группами. В иммунологических реакциях выявлено влияние вшей на противовирусный ответ и в целом угнетение иммунной системы хозяина, которое увеличивает успех внедрения паразита и восприимчивость к ISAv.

Экономические последствия для отрасли от этих болезней варьируются от 500 миллионов долларов США до

примерно 1 миллиарда долларов убытков по всему миру [4,8,12,15,17].

Лепеофтириоз как фактор экологической опасности. В течение последних лет количество особей в популяции диких атлантических лососей (*Salmo salar* L.) и морской форели (*Salmo trutta* L.) в Северной Атлантике уменьшилось [5, 7]. Кроме того, в конце 1980-х годов, непредсказуемый резкий спад морской форели в Шотландии совпал с почти полным крахом запасов морской форели в западной Ирландии [5] и сокращением атлантического лосося в Норвегии [7]. Причина этого феномена неизвестна до настоящего времени, но основная особенность снижение запасов лососевых рыб во всех случаях – это раннее возвращение в реки истощенной морской форели, сильно зараженной ювенильными стадиями лососевой вши *Lepeophtheirus salmonis*. В это же время при промышленном выращивании атлантического лосося уровень зараженности на фермах резко поднялся. Таким образом, остается неясным или паразиты культивируемой рыбы вызывают смертность диких рыб или наоборот, и зараженность диких популяций является вторичным атрибутом в многофакторной проблеме, так как существуют доказательства, подтверждающие обе гипотезы [5].

Мировой опыт борьбы и профилактики заболевания. В 1997 году в Норвегии был разработан и вступил в силу "Национальный план действий против морской вши на лососевых", который на региональном и местном уровне помог фермерам скоординировать усилия для реализации задачи [10].

С тех пор норвежские власти неоднократно меняли и дорабатывали правила и программы наблюдения в стрем-

лении контролировать инвазии в лососеводческих хозяйствах [9, 16]. Основой документа являются законодательные ограничения на максимальное среднее число паразитов на одну выращиваемую рыбу, обязательное доведение числа вшей до сведения ветеринарной контролирующей службы, организация профилактики, лечения и мониторинг заражения копеподами дикими рыб. Правилами установили максимальное пороговое значение 5 взрослых морских вшей на рыбу летом и осенью, со снижением до 2 взрослых самок весной – в период, когда большинство серебрянок находятся вне миграции. Позднее, в 2000 году, были установлены новые ограничения: в среднем 0,5 взрослых самок или 4 ювенильных особи или взрослых самца в период с декабря по июнь.

Помимо управления и регулирования, Норвегия выделяет значительные инвестиции, на разработку и применение лечебно-профилактических препаратов для ферм любого уровня. Стратегия профилактики включает использование перорального лечения медикаментозными препаратами, ванны для дезинсекции с помощью химических веществ, и некоторые биологические методы контроля численности морских вшей. Подобные исследования проводятся и в России – они направлены на использование пинагора (*Cyclopterus lumpus*) для контроля численности морских вшей (*Lepeophtheirus salmonis*) [3].

Заключение

Рыба исторически играет серьезную роль в экономике многих государств. В настоящее время наиболее активно развивается промышленная аквакультура в делевых садках, расположенных в пресных природных водоемах или бассейнах, куда подается вода, базирующаяся на выращи-

Фото 1. Самка *Lepeophtheirus salmonis*. Оригинал
Image 1. Female *Lepeophtheirus salmonis*. Original

Фото 3. Самка *Lepeophtheirus salmonis* на кожных покровах рыбы. Оригинал
Image 3. Female *Lepeophtheirus salmonis* on fish skin. Original

Фото 2. Самец *Lepeophtheirus salmonis*. Оригинал
Image 2. Male *Lepeophtheirus salmonis*. Original

Фото 4. Самец *Lepeophtheirus salmonis* в некротической язве на кожных покровах рыбы. Оригинал
Image 4. Male *Lepeophtheirus salmonis* in a necrotic ulcer on fish skin. Original

вании ценных видов лососевых рыб и марикультура – выращивание атлантического лосося и радужной форели в море. Несомненно, что заражение морскими вшами неизбежно, так как они естественная часть биоценоза, но рыбоводческие предприятия, за счет интенсификации производства, создают идеальные условия для усиления роста численности паразитов, от которого может пострадать мигрирующая молодь дикой семги и горбуши. Периодически в сети Интернет появляется информация от рыбоводов и рыбопромышленных предприятий о высоком уровне заражения паразитом: Северо-восток Сахалина (Восточно-Сахалинская морская подзона) – 2011 год [19]; Баренцево море (акватория Ура-губы) – 2015 год [20], т.е. в акваториях, где массово выращивается и вылавливается ценная и деликатесная лососевая рыба. При этом в стране отсутствует какая-либо нормативная документация по учету паразитов, а также борьбе и профилактике, в официальной статистике отсутствуют сведения о случаях выявления заболевания [2].

В аквакультуре всего мира уделяют серьезное внимание контролю над паразитами при промышленном разведении лосося, но после изучения существующей информации становится понятным, что необходимо не только защищать садковые популяции, но и не допускать распространения паразитов среди дикой семги. Для этого необходимо внимательно изучать и оценивать уровень зараженности *Lepeophtheirus salmonis* среди культивируемых, а также свободноживущих лососевых рыб.

Для решения этой проблемы необходимо объединение усилий ветеринарных специалистов, работников аквакультуры и представителей рыбоводной промышленности для получения полной и точной информации о масштабах заражения, а также принятие на вооружение мирового опыта борьбы с этой проблемой.

Литература

1. Гаевская, А.В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях / А.В. Гаевская - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. - с. 237
2. Гулюкин, М.И. Анализ эпизоотической ситуации по болезням рыб в России / М.И. Гулюкин, Е.А. Завьялова, А.Е. Дрошнев, С.А. Коломыцев // Ветеринария. - 2011. - № 8. - С. 3-7.
3. Жомова, А.И. Использование пинагора (*Cyclopterus lumpus*) как метода биологического контроля численности морских вшей (*Lepeophtheirus salmonis*) / А.И. Жомова, Н.Г. Журавлева // Материалы международной научно-практической конференции "Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производства". Мурманский государственный технический университет. Мурманск, 08 апреля 2016, - С. 176-179.
4. Abolofia, J. The Cost of Lice: Quantifying the Impacts of Parasitic Sea Lice on Farmed Salmon / J. Abolofia, J.E. Wilen, F. Asche // *Mar Resour Econ.* - 2017. - 32(3). - P. 329-49.
5. Report of the Sea Trout Working Group Department of the Marine, Dublin. - 1991
6. Barker, D.E. Preliminary studies on the isolation of bacteria from sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infecting farmed salmon in British Columbia, Canada / D.E. Barker, L.M. Braden, M.P. Coombs, B. Boyce // *Parasitology Research.* - 2009. - 105(4). - P. 1173-1177.
7. Berland B Salmon lice on wild salmon (*Salmo salar* L.) in western Norway. In: Boxshall GA, Defaye DD (eds) *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice*. Ellis Horwood, New York, 1993. - P. 179-181
8. Costello, M.J. Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish / M.J. Costello // *Trends Parasitol.* - 2006. - 22(10) - P. 475-483.
9. Directorate of Fisheries. Regulation for the control of sea lice in aquaculture facilities, Oslo, Norway; 2012. Available from: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140>;
10. Heuch, P.A. A review of the Norwegian National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids: The effect on wild salmonids / P.A. Heuch, P.A. Bjørn, B. Finstad, J.C. Holst, L. Asplin, F. Nilsen // *Aquaculture.* - 2005. - 246(1-4). - P. 79-92.
11. Jakob, E. Vector potential of the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* in the transmission of infectious haematopoietic necrosis virus (IHNV) / E. Jakob, D.E. Barker, K.A. Garver // *Diseases of Aquatic Organisms.* - 2011 - 97(2). P. 155-65.
12. Lafferty KD, Harvell CD, Conrad JM, Friedman CS, Kent ML, Kuris AM, et al. Infectious Diseases Affect Marine Fisheries and Aquaculture Economics. In: Carlson CA, Giovannoni SJ, editors. *Annual Review of Marine Science*, Vol 7. Annual Review of Marine Science. 7. Palo Alto: Annual Reviews; 2015. p.471-496.
13. Nese, L. Isolation of *Aeromonas salmonicida* From Salmon Lice *Lepeophtheirus salmonis* and Marine Plankton / L. Nese, O. Enger // *Diseases of Aquatic Organisms.* - 1993. - 16(1). - P. 79-81.
14. Oelckers, K. *Caligus rogercresseyi*: possible vector in the horizontal transmission of the virus of infectious salmon anaemia (ISA) / K. Oelckers, S. Vike, H. Duesund, J. Gonzalez, A. Nylund, G. Yany // *Latin American Journal of Aquatic Research.* - 2015. - 43(2) - P. 380-387.
15. Rodger HD. Fish Disease Causing Economic Impact in Global Aquaculture. Adams A, editor. Cham: Springer Int Publishing Ag; 2016. p. 1-34
16. Solsvik T. Norway introduces new salmon farm regulation to combat sea lice; 2017. Available from: <http://www.reuters.com/article/norway-salmon/norway-introduces-new-salmon-farm-regulation-to-combat-sea-lice-idUSL5N1GL3JU>
17. Torrissen O, Jones S, Asche F, Guttormsen A, Skilbrei OT, Nilsen F, et al. Salmon lice-impact on wild salmonids and salmon aquaculture. *Journal of Fish Diseases.* 2013; 36(3):171-94.
18. Urdal K (1992) Omfanget av lakselus p? vill laksefisk i fylka Nordland, Nord- og Sor-Trondelag, M?re og Romsdal og Sogn og Fjordane. Report Zoological Museum, Dept of Animal Ecology, University of Berg 19. <https://www.interfax.by/article/84158>
20. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/08/21/605819-russkaya-akvakultura-ubitok-lososevih-vshei>

Diseases of Aquatic Organisms. - 1993. - 16(1). - P. 79-81.

14. Oelckers, K. *Caligus rogercresseyi*: possible vector in the horizontal transmission of the virus of infectious salmon anaemia (ISA) / K. Oelckers, S. Vike, H. Duesund, J. Gonzalez, A. Nylund, G. Yany // *Latin American Journal of Aquatic Research.* - 2015. - 43(2) - P. 380-387.

15. Rodger HD. Fish Disease Causing Economic Impact in Global Aquaculture. Adams A, editor. Cham: Springer Int Publishing Ag; 2016. p. 1-34

16. Solsvik T. Norway introduces new salmon farm regulation to combat sea lice; 2017. Available from: <http://www.reuters.com/article/norway-salmon/norway-introduces-new-salmon-farm-regulation-to-combat-sea-lice-idUSL5N1GL3JU>

17. Torrissen O, Jones S, Asche F, Guttormsen A, Skilbrei OT, Nilsen F, et al. Salmon lice-impact on wild salmonids and salmon aquaculture. *Journal of Fish Diseases.* 2013; 36(3):171-94.

18. Urdal K (1992) Omfanget av lakselus p? vill laksefisk i fylka Nordland, Nord- og Sor-Trondelag, M?re og Romsdal og Sogn og Fjordane. Report Zoological Museum, Dept of Animal Ecology, University of Berg 19. <https://www.interfax.by/article/84158>

20. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/08/21/605819-russkaya-akvakultura-ubitok-lososevih-vshei>

References

1. Gaevskaya, A.V. Parazity i bolezni morskikh i okeanicheskikh ryb v prirodnykh i iskusstvennykh usloviyakh / A.V. Gaevskaya - Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika, 2004. - s. 237
2. Gulyukin, M.I. Analiz epizooticheskoy situatsii po boleznyam ryb v Rossii / M.I. Gulyukin, E.A. Zav'yalova, A.E. Droshnev, S.A. Kolomycev // *Veterinariya.* - 2011. - № 8. - S. 3-7.
3. ZHomoova, A.I. Ispol'zovanie pinagora (*Syclopterus lumpus*) kak metoda biologicheskogo kontrolya chislennosti morskikh vshej (*Lepeophtheirus salmonis*) / A.I. ZHomoova, N.G. ZHuravleva // *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii "Sovremennyye ekologo-biologicheskyye i himicheskyye issledovaniya, tekhnika i tekhnologiya proizvodstva"*. Murmanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. Murmansk, 08 aprelya 2016, - S. 176-179.
4. Abolofia, J. The Cost of Lice: Quantifying the Impacts of Parasitic Sea Lice on Farmed Salmon / J. Abolofia, J.E. Wilen, F. Asche // *Mar Resour Econ.* - 2017. - 32(3). - P. 329-49.
5. Report of the Sea Trout Working Group Department of the Marine, Dublin. - 1991
6. Barker, D.E. Preliminary studies on the isolation of bacteria from sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infecting farmed salmon in British Columbia, Canada / D.E. Barker, L.M. Braden, M.P. Coombs, B. Boyce // *Parasitology Research.* - 2009. - 105(4). - P. 1173-1177.
7. Berland B Salmon lice on wild salmon (*Salmo salar* L.) in western Norway. In: Boxshall GA, Defaye DD (eds) *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice*. Ellis Horwood, New York, 1993. - P. 179-181
8. Costello, M.J. Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish / M.J. Costello // *Trends Parasitol.* - 2006. - 22(10) - P. 475-483.
9. Directorate of Fisheries. Regulation for the control of sea lice in aquaculture facilities, Oslo, Norway; 2012. Available from: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140>
10. Heuch, P.A. A review of the Norwegian National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids: The effect on wild salmonids / P.A. Heuch, P.A. Bjørn, B. Finstad, J.C. Holst, L. Asplin, F. Nilsen // *Aquaculture.* - 2005. - 246(1-4). - P. 79-92.
11. Jakob, E. Vector potential of the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* in the transmission of infectious haematopoietic necrosis virus (IHNV) / E. Jakob, D.E. Barker, K.A. Garver // *Diseases of Aquatic Organisms.* - 2011 - 97(2). P. 155-65.
12. Lafferty KD, Harvell CD, Conrad JM, Friedman CS, Kent ML, Kuris AM, et al. Infectious Diseases Affect Marine Fisheries and Aquaculture Economics. In: Carlson CA, Giovannoni SJ, editors. *Annual Review of Marine Science*, Vol 7. Annual Review of Marine Science. 7. Palo Alto: Annual Reviews; 2015. p.471-496.
13. Nese, L. Isolation of *Aeromonas salmonicida* From Salmon Lice *Lepeophtheirus salmonis* and Marine Plankton / L. Nese, O. Enger // *Diseases of Aquatic Organisms.* - 1993. - 16(1). - P. 79-81.
14. Oelckers, K. *Caligus rogercresseyi*: possible vector in the horizontal transmission of the virus of infectious salmon anaemia (ISA) / K. Oelckers, S. Vike, H. Duesund, J. Gonzalez, A. Nylund, G. Yany // *Latin American Journal of Aquatic Research.* - 2015. - 43(2) - P. 380-387.
15. Rodger HD. Fish Disease Causing Economic Impact in Global Aquaculture. Adams A, editor. Cham: Springer Int Publishing Ag; 2016. p. 1-34
16. Solsvik T. Norway introduces new salmon farm regulation to combat sea lice; 2017. Available from: <http://www.reuters.com/article/norway-salmon/norway-introduces-new-salmon-farm-regulation-to-combat-sea-lice-idUSL5N1GL3JU>
17. Torrissen O, Jones S, Asche F, Guttormsen A, Skilbrei OT, Nilsen F, et al. Salmon lice-impact on wild salmonids and salmon aquaculture. *Journal of Fish Diseases.* 2013; 36(3):171-94.
18. Urdal K (1992) Omfanget av lakselus pa vill laksefisk i fylka Nordland, Nord- og Sor-Trondelag, M?re og Romsdal og Sogn og Fjordane. Report Zoological Museum, Dept of Animal Ecology, University of Berg 19. <https://www.interfax.by/article/84158>
20. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/08/21/605819-russkaya-akvakultura-ubitok-lososevih-vshei>