

УДК 597.553.2(282.257.21)

НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАВОДСКОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА КЕТЫ РЕКИ ПАРАТУНКИ

Г.В. Запорожец, О.М. Запорожец

Вед. н. с., к. б. н.; вед. н. с., д. б. н.; Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

683000, Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Тел., факс: (4152) 41-27-01. E-mail: zaporozhets.g.v@kamniro.ru,

zaporozhets.o.m@kamniro.ru

ПРОИЗВОДИТЕЛИ КЕТЫ, ДИКИЕ И ЗАВОДСКИЕ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СТРЕИНГ

Оценены некоторые последствия заводского воспроизводства кеты р. Паратунки. Отмечена отрицательная зависимость возврата производителей от количества молоди, выпущенной с Паратунского ЛРЗ. Выживаемость паратунской заводской кеты от молоди составила в среднем 0,36%, от икры — 0,28%, а дикой (от икры) — 0,67%. Рыбы, вернувшиеся от естественного нереста, достоверно старше заводских, в то же время происходит омоложение тех и других. Соотношение полов в устьевых исследовательских уловах 2010–2015 гг. у заводской кеты сдвинуто в сторону самцов, ее доля в устье в среднем составляла 46%, на нерестилищах — 27%, а у Паратунского ЛРЗ — 75%. Определен стрейнг заводских рыб на разные нерестилища.

SOME EFFECTS OF HATCHERY REPRODUCTION OF CHUM SALMON IN PARATUNKA RIVER

G.V. Zaporozhets, O.M. Zaporozhets

Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Leading Scientist, Dr. Sc. (Biology);

Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography

683000, Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya Str., 18

Tel., fax: (4152) 41-27-01. E-mail: zaporozhets.g.v@kamniro.ru,

zaporozhets.o.m@kamniro.ru

CHUM SALMON SPAWNERS, WILD AND HATCHERY, IDENTIFICATION, BIOLOGICAL PARAMETERS, STREING

Some effects of hatchery reproduction of chum salmon in Paratunka River were estimated. Negative correlation between returns and juvenile releases from the Paratunsky SH is observed. The survival of the Paratunsky hatchery salmon was averaged AS 0.36% from juvenile stock or 0.28% from egg, while the survival wild (from egg) – 0.67%. The fish in the wild stock returns were authentically older than the fish in the hatchery returns, but both stocks are getting younger. The gender ratio in the scientific catches in the estuary in 2010–2015 was in favour of males in the hatchery returns, when the contribution of the hatchery chum salmon was 46% in the estuary, 27% — on spawning grounds areas and 75% — near the Paratunsky SH. Evaluation of streing of the hatchery fish on different spawning grpunds is made.

На Камчатке в настоящее время функционируют пять лососевых рыбо-водных заводов (ЛРЗ), самым большим из которых является Паратунский (ПЛРЗ), расположенный на ручье Трезубец — притоке р. Паратунки в ~30 км от Авачинской бухты. Этот завод с 1992 г. выращивает и выпускает около 20 млн молоди кеты (от 2,3 до 21,9 млн экз.) и немного (86–830 тыс. экз.) кижуча, которые, скатываясь по реке, уходят на пастбищный нагул в морские воды, а затем, по прошествии нескольких лет, возвращаются взрослыми обратно на нерест.

Для закладки икры на инкубацию сотрудники ЛРЗ отлавливают производителей (как диких, так и заводских) в основном в низовьях р. Паратунки (вблизи пос. Николаевка), а также используют особей кеты, возвращающихся в ручей Трезубец.

Цель исследования — изучение последствий заводского воспроизводства кеты, а также оценка доли особей разного происхождения в различных местах водного бассейна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы материалы, собранные в результате ихтиологических съемок в бассейне Паратунки и на рыбоучетном заграждении Паратунского ЛРЗ в 1992–2016 гг., и данные КамчатНИРО по заполнению нерестилищ и промысловой статистике за те же годы. Количество производителей в местах нереста при отсутствии авиаучетов рассчитывали по материалам наших наземных съемок (Запорожец, Запорожец, 2008).

В период нерестового хода производителей ловили плавной сетью. На нерестилищах в основном собирали мертвых рыб. На Паратунском ЛРЗ также производили биологический анализ взрослых особей.

Идентификацию происхождения производителей кеты выполняли на основе «эталонных» выборок чешуи, взятых у рыб в местах естественного нереста на разных участках речного бассейна (условно — «дикие») и в рыбоучетном заграждении ПЛРЗ («заводские»). Для этого использовали особенности строения центральной зоны чешуи, формирующиеся в пресноводный и первый морской периоды жизни (Davis, 1987; Bernard, Myers, 1994; Запорожец, Запорожец, 2000).

Сравнительный анализ биологических характеристик производителей кеты разного происхождения проводили, опираясь на результаты индивидуальной идентификации особей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку одной из основных задач искусственного воспроизводства лососей на Камчатке является поддержание и, по-возможности, увеличение их запасов с целью промыслового изъятия, то изучение динами-

ки численности возвращающихся производителей представляет большой интерес.

В конце 1980-х – начале 1990-х гг. численность кеты р. Паратунки, по имеющимся данным промысловой статистики и авиаучетов, была максимальной, и подходы превышали 270 тыс. экз. В последующие годы произошло заметное снижение запасов, связанное в первую очередь со значительным нелегальным выловом лососей (Запорожец, Запорожец, 2007). С 2009 г. численность кеты начала расти, как и в большинстве других водоемов Камчатки и в целом Дальнего Востока (Запорожец и др., 2013; Шунтов и др., 2014; Заварина, 2016), но так и не достигла прежнего уровня (рис. 1). Первый заметный возврат заводских рыб отмечен в 1997 г., а самые большие подходы к ПЛРЗ регистрировали в 1999, 2002 и 2003 гг. (37–50 тыс. экз.).

Коэффициент возврата производителей от молоди (выживаемость), выпущенной в 1993–2013 гг., с учетом промысла изменялся в пределах 0,1–1,4%, в среднем — 0,36%. При этом имела отрицательная зависимость возврата от объема выпуска (рис. 2), отмеченная ранее для кеты, выращиваемой на ЛРЗ «Кеткино» и Вилуйском ЛРЗ (Запорожец, Запорожец, 2011; Запорожец и др., 2012). Выживаемость паратунской заводской кеты от икры составила 0,28%, а дикой — была существенно выше, 0,67%.

В возрастной структуре стада кеты р. Паратунки обычно присутствуют четыре класса: 0.2–0.5. При этом у заводских рыб модальная возрастная группа — 0.3, а у диких — 0.4. Сравнение среднего возраста возврата выявило достоверные отличия ($p < 0,0001$) между особями разного происхождения: заводские производители были младше диких как в период

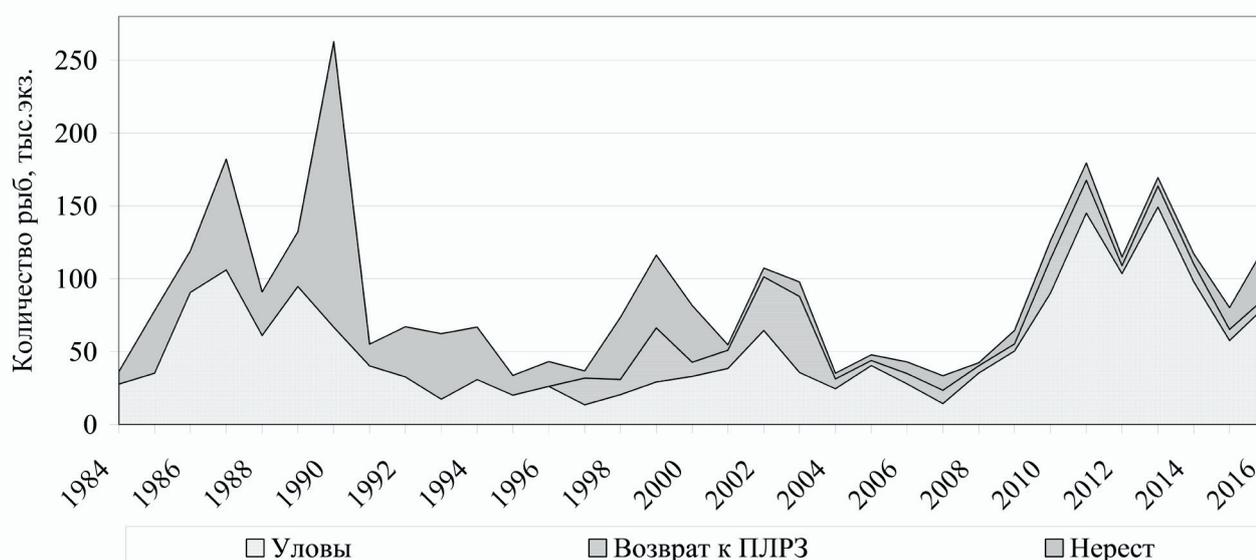


Рис. 1. Динамика запасов кеты в реке Паратунке в 1984–2016 гг.

1996–2009 гг. (рис. 3,верху) ($3,55\pm 0,01$ и $3,91\pm 0,01$ соответственно), так и в 2010–2015 гг. (рис. 3,внизу) ($3,46\pm 0,02$ и $3,66\pm 0,02$ соответственно). Ранее мы об-

наруживали аналогичные различия для кеты реки Авачи (ЛРЗ Кеткино) (Запорожец, Запорожец, 2011), а также оз. Б. Вилюй (Вилюйский ЛРЗ) (Запорожец и

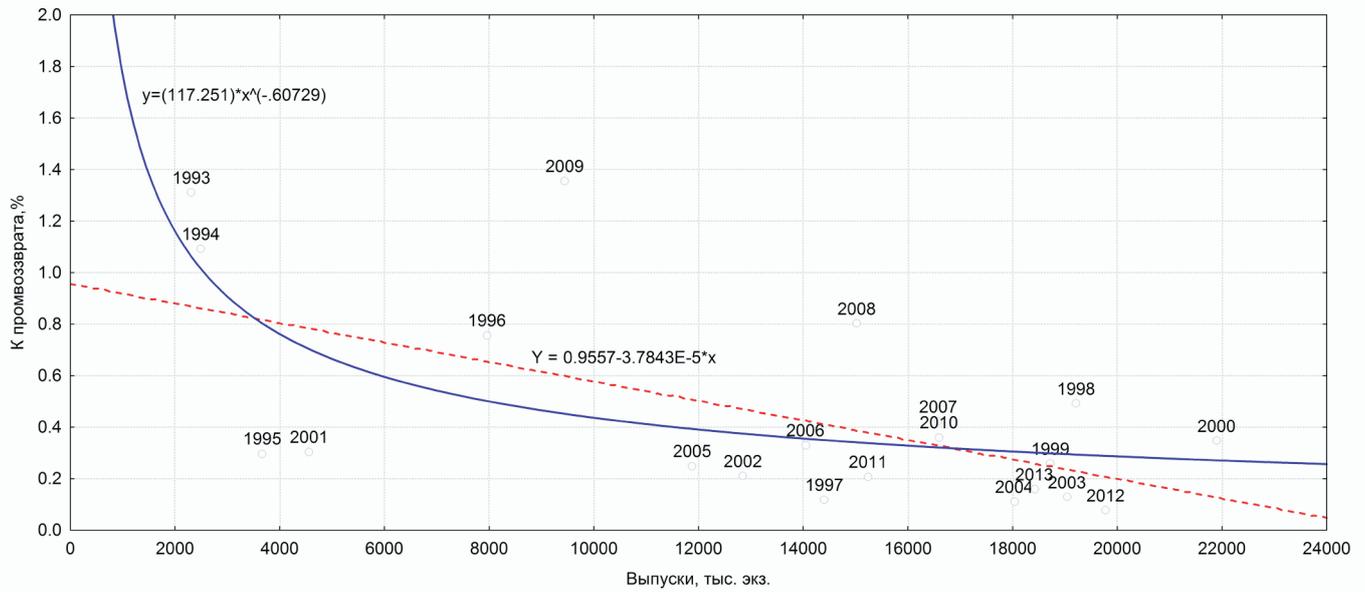


Рис. 2. Зависимость коэффициента возврата кеты к Паратунскому ЛРЗ от количества выпускаемой молоди. Метки у точек — годы выпуска. Сплошная линия — аппроксимация гиперболической функцией, пунктирная — прямой линией

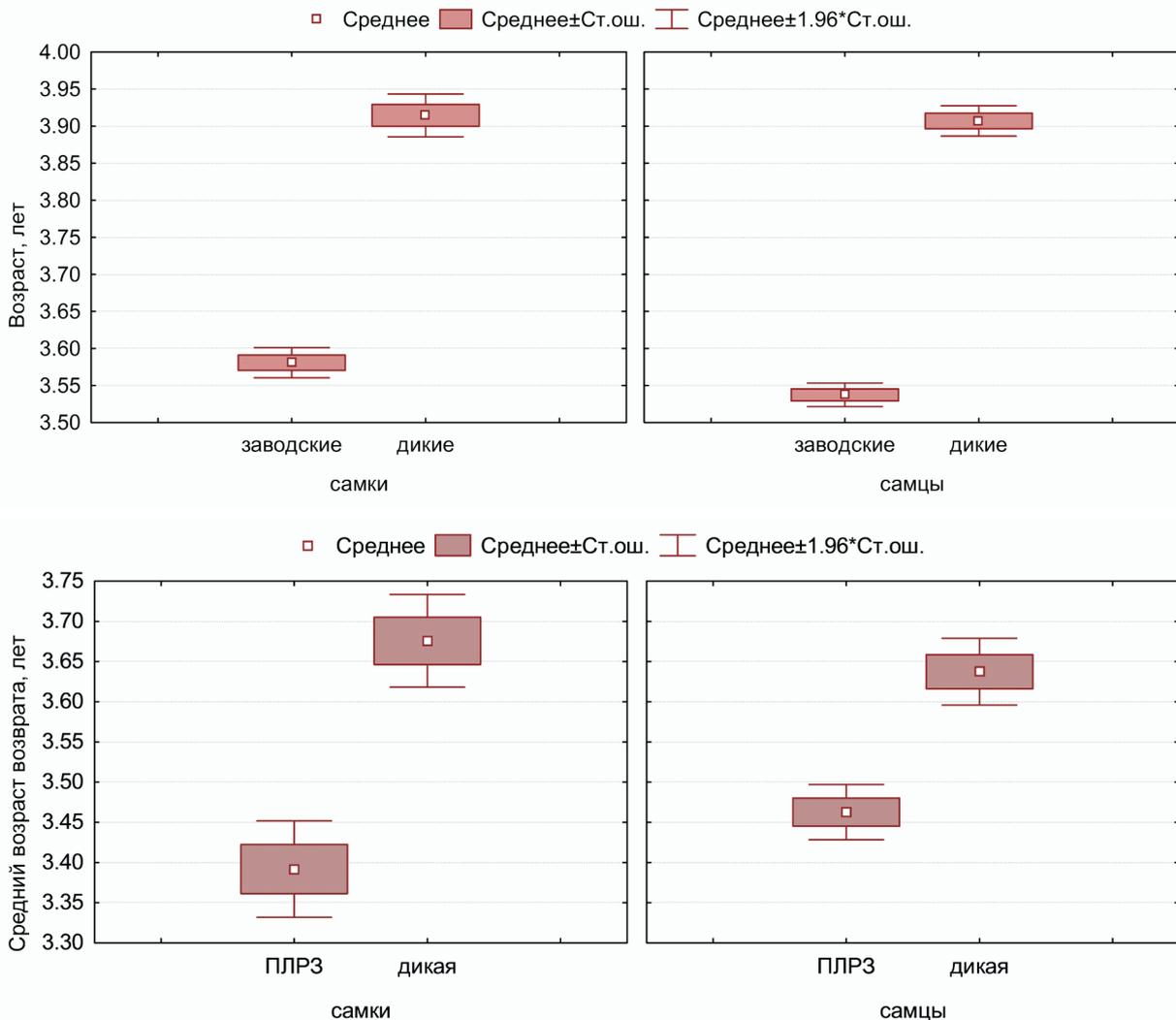


Рис. 3. Сравнение возраста возврата заводской и дикой кеты в бассейн реки Паратунки в 1996–2009 гг. (вверху) и 2010–2015 гг. (внизу)

др., 2012). Омоложение производителей заводской кеты отмечали и другие исследователи (Лысенко, Шабельский, 2002; Рослый, 2002; Горяинов и др., 2012; Иванков, Иванкова, 2015).

В целом средний возраст возврата снизился в обеих группах рыб, особенно за последние 10 лет. С другой стороны, такие показатели, как длина, масса и плодовитость кеты разного происхождения в период 2010–2015 гг. достоверно не отличались, хотя в предыдущий период исследований (1996–2009) самцы от естественного нереста были крупнее по размерам и массе, по сравнению с заводскими ($p < 0,0001$) (Запорожец, Запорожец, 2011).

Кроме прочего, нерестовый ход заводских производителей заканчивается обычно раньше, чем диких, прежде всего, из-за того, рыбоводы ЛРЗ прекращают лов кеты, когда ее количество заметно уменьшается, хотя в это время еще идет ее осенняя раса.

Соотношение самцы/самки у производителей дикой и заводской паратунской кеты в период 2010–2015 гг. в устьевых исследовательских уловах (до отбора самок браконьерами) также различно: у первых — 1:1, у вторых — 3:2 ($p < 0,001$). Подобные изменения половой структуры обнаружены и у выращиваемой в индустриальных условиях чавычи (Zaugg et al., 1992; Anderson et al., 2013) и стальноголового лосося (Daugherty et al., 2003), что может быть связано с акселерацией роста у культивируемых объектов.

По результатам идентификации происхождения особей по чешуе, в период 2010–2015 гг. доля заводских производителей в устьевых исследовательских уловах составляла в среднем 46%, на нерестилищах — 27%, а у Паратунского ЛРЗ — 75%. Близкие данные регистрировали и ранее (Запорожец, Запорожец, 2011). Надежность проведенной дифференциации подтверждена анализом отолитных меток в пробах 2014 г., проведенным н. с. КамчатНИРО Н.А. Растягаевой.

Одной из задач, представляющих научный интерес, была оценка стрейнга заводской кеты на разные нерестилища Паратунки. Максимальная доля производителей искусственного происхождения обнаружена на нерестилищах, расположенных в непосредственной близости от ПЛРЗ (37%), затем — на нижних нерестилищах, рядом с которыми идет основной отлов кеты для закладки икры на ЛРЗ (31%). Минимальный стрейнг отмечен на верхних нерестилищах (15–19%).

В среднем, в период с 1998 г. по 2015 г. уровень стрейнга заводских рыб на нерестилища р. Паратунки колебался около 30%. Известно, что значительная доля заводских рыб может заметно снизить числен-

ность и продуктивность диких популяций (Reisenbichler, Rubin, 1999; Ford, 2002; Ford et al., 2006; Araki et al., 2008; Kostow, 2009, 2012; Zaporozhets, Zaporozhets, 2012; Hayes et al., 2013).

К последствиям искусственного воспроизводства относится снижение общего возраста возврата паратунской кеты в последние годы, которое можно объяснить массовым проникновением заводских рыб на естественные нерестилища и, соответственно, смешанным нерестом, а также увеличение там доли самцов за счет изменения соотношения полов в заводском возврате.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Численность кеты реки Паратунки с 2009 г. начала расти (как и в других районах Камчатки), но уровня 1990-х гг. так и не достигла.

Отмечена отрицательная зависимость возврата производителей от количества молоди, выпущенной с Паратунского ЛРЗ. Выживаемость паратунской заводской кеты от молоди (коэффициент возврата) в среднем составила 0,36%, от икры — 0,28%, а дикой (от икры) — 0,67%.

Рыбы, вернувшиеся от естественного нереста, достоверно старше заводских, в то же время происходит омоложение тех и других.

Соотношение полов в устьевых исследовательских уловах 2010–2015 гг. у заводской кеты сдвинуто в сторону самцов.

В устье реки доля заводских производителей в среднем составляла 46%, на нерестилищах — 27%, а у Паратунского ЛРЗ — 75%. Максимальный стрейнг заводских рыб обнаружен на нерестилищах, расположенных в непосредственной близости от ПЛРЗ, минимальный — на верхних нерестилищах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горяинов А.А., Крупянко Н.И., Лысенко А.В., Партура И.З., Климин В.В. 2012. Результаты рыбохозяйственного мониторинга кеты и горбуши в Приморском крае // Бюл. изуч. тихоокеан. лососей на Дальнем Востоке / Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центр. С. 29–44.
- Заварина Л.О. 2016. Некоторые данные о нерестовых подходах, вылове, количестве на нерестилищах и динамике численности поколений кеты р. Авачи (Восточная Камчатка) / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. XVII Междунар. науч. конф. (16–17 ноября 2016 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 72–75.
- Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2011. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики: Монография. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 268 с.
- Запорожец Г.В., Запорожец О.М., Зорбиди Ж.Х. 2012. Воспроизводство кеты и кижуча на Виллюйском лососевом рыболовном заводе (Юго-Восточная Камчатка) // Изв. ТИНРО. Т. 169. С. 162–175.
- Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2000. Дифференциация естественных и искусственно воспроизводимых популяций кеты

- (*Oncorhynchus keta*) по особенностям структуры чешуи // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 5. С. 139–146.
- Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2007. Браконьерский промысел лососей в водоемах Камчатки: учет и экологические последствия. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 60 с.
- Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2008. Лососи реки Паратунки (Восточная Камчатка): история изучения и современное состояние. Петропавловск-Камчатский: СЭТО-СТ Плюс. 132 с.
- Запорожец О.М., Запорожец Г.В., Зорбиди Ж.Х. 2013. Динамика численности и биологические характеристики тихоокеанских лососей реки Большой (Западная Камчатка) // Изв. ТИНРО. Т. 174. С. 38–67.
- Иванков В.Н., Иванкова Е.В. 2015. Антропогенное воздействие на внутривидовую эколого-темпоральную дифференциацию и структуру популяций тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. Т. 181. С. 23–34.
- Лысенко А.В., Шабельский Д.Л. 2002. Влияние искусственного воспроизводства на линейно-массовые и возрастные показатели осенней кеты р. Нарвы (залив Петра Великого) // Тез. докл. Всерос. конф. молодых ученых, посвящ. 140-летию со дня рожд. Н.М. Книповича (Мурманск, 23–25 апреля 2002 г.). С. 128–129.
- Рослый Ю.С. 2002. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура. Хабаровск: Книжное изд-во. 210 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Шевляков Е.А. 2014. «Провальная» лососевая путина-2014 — ожидаемый общий результат и более благоприятная оценка на путину-2015 // Бюллетень изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. № 9. С. 3–10.
- Anderson J.H., Faulds P.L., Atlas W.I., Quinn T.P. 2013. Reproductive success of captive bred and naturally spawned Chinook salmon colonizing newly accessible habitat // *Evolutionary Applications*. 6 (2). P. 165–179.
- Araki H., Berejikian B.A., Ford M.J., Blouin M.S. 2008. Fitness of hatchery-reared salmonids in the wild // *Evolutionary Applications*. 1. P. 342–355.
- Bernard R.L., Myers K. 1994. The performance of quantitative scale pattern analysis in the identification of hatchery and wild steelhead. NPAFC Doc. FRI-UW-94xx. 18 p.
- Daugherty D.J., Sutton T.M., Greil R.W. 2003. Life-history characteristics, population structure, and contribution of hatchery and wild steelhead in a Lake Huron tributary // *J. Great Lakes Res.* 29. N 3. P. 511–520.
- Davis N.D. 1987. Variable selection and performance of variable subsets in scale pattern analysis. International North Pacific Fisheries Commission Document. Vancouver, Canada. FRI-UW-8713. University of Washington, Seattle. 47 p.
- Ford M.J. 2002. Selection in Captivity during Supportive Breeding May Reduce Fitness in the Wild // *Conservation Biology*. V. 16, No. 3. P. 815–825.
- Ford M.J., Fuss H., Boelts B., LaHood E., Hard J., Miller J. 2006. Changes in run timing and natural smolt production in a naturally spawning coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) population after 60 years of intensive hatchery supplementation // *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* 63, № 10. P. 2343–2355.
- Hayes M.C., Reisenbichler R.R., Rubin S.P., Drake D.C., Stenberg K.S., Young S.F. 2013. Effectiveness of an integrated hatchery program: Can genetic-based performance differences between hatchery and wild Chinook salmon be avoided? // *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* 70. № 2. С. 147–158.
- Kostow K.E. 2009. Factors that contribute to the ecological risks of salmon and steelhead hatchery programs and some mitigating strategies. *Rev Fish Biol. Fish.* 19: 9–31.
- Kostow K.E. 2012. Strategies for reducing the ecological risks of hatchery programs: Case studies from the Pacific Northwest // *Environmental Biology of Fishes*. DOI: 10.1007/s10641-011-9868-1.
- Reisenbichler R.R., Rubin S.P. 1999. Genetic changes from artificial propagation of Pacific salmon affect: the productivity and viability of supplemented populations // *ICES Journal of Marine Science*. 56. P. 459–466.
- Zaugg W.S., Bodle J.E., Manning J.E. 1992. Changes in hatchery rearing and release strategies resulting from accelerated maturation of spring chinook salmon by photoperiod control // *NOAA Techn. Rept. NMFS*. № 106. P. 35–41.
- Zaporozhets O.M., Zaporozhets G.V. 2012. Some consequences of Pacific salmon hatchery production in Kamchatka — changes in age structure and contributions to natural spawning populations // *Environ. Biol. Fish.* 94: 219–230.