

УДК 597.533.1

И.Г. Рыбникова, И.В. МатророваДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЗИТА-ИНДИКАТОРА *ANISAKIS SIMPLEX*
В ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII* (CLUPEIFORMES : CLUPEIDAE) В ПРИСАХАЛИНСКИХ ВОДАХ**

Количественные показатели зараженности сельди в водах Сахалина свидетельствуют о высокой зараженности рыб в бассейне Охотского моря, у восточного побережья острова. Причем в отдельные годы сельдь была инвазирована практически на 100 %. К акватории этого водоема приурочены локальные, так называемые местные популяции, а также широкомигрирующая сахалино-хоккайдская сельдь. В бассейне Японского моря, у западного побережья Сахалина величина показателей зараженности сельди значительно ниже. К этой акватории приурочены локальная популяция, а также широкомигрирующая сельдь сахалино-хоккайдской популяции. Анализ причинно-следственных связей зараженности сельди в указанных районах позволяет подтвердить полученные ранее выводы о популяционной структуре сельди, обитающей в водах, омывающих о. Сахалин.

Ключевые слова: сельдь, нематоды, анизакисы, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, индекс обилия.

I.G. Rybnikova, I.V. Matrosova**THE USE OF THE INDICATOR PARASITE *ANISAKIS SIMPLEX*
IN POPULATION STUDIES OF PACIFIC HERRING *CLUPEA PALLASII*
(CLUPEIFORMES : CLUPEIDAE) IN SAKHALIN WATERS**

Quantitative indicators of infestation of herring in the waters of Sakhalin reveal a high infection rate of the fish in the basin of the sea of Okhotsk, off the Eastern coast of the island. Moreover, in some years almost 100 % of the herring was infested. The so-called local populations as well as widely migrating Sakhalin Hokkaido herring are relative to the waters of this reservoir. In the basin of the sea of Japan, off the West coast of Sakhalin, the indicator values of herring infestation are much lower. The local population as well as widely migrating herring of Sakhalin Hokkaido population are relative to this area. The analysis of causality of herring infestation in these areas allows us to confirm the earlier conclusions about the population structure of herring inhabiting the waters around Sakhalin island.

Key words: herring, nematodes, anisakis, extensiveness of invasion, intensity of invasion, index of abundance.

Введение

В северо-западной части Тихого океана в разные годы были проведены паразитологические исследования рыб. По их результатам опубликованы разрозненные фаунистические и систематические работы, включающие материалы по нематодам рыб исследуемого региона [1–10]. По данным Г.Ф. Соловьевой [3], массовыми паразитами, зарегистрированными во всех дальневосточных морях, являются личинки нематоды *A. simplex*, обнаруженные у 42 видов рыб, в том числе у тихоокеанской сельди (зараженность 56,6 %). Анализируя роль трески в жизненном цикле *A. simplex* в Балтийском море, было отмечено, что заражение этих хищных рыб личинками 3-й стадии происходит через сельдь – основного пищевого объекта трески. Та же, в свою очередь, получает анизакисных личинок на той же 3-й стадии развития при питании ракообразными, главным образом, эвфаузидами. В прибрежных водах Балтики сельдь служит основным источником заражения анизакисными нематодами, помимо трески и судака, поскольку составляет значительную часть его пищевого рациона [5].

Использование анизакид как биологических индикаторов структуры популяции и биологических особенностей их хозяев подтверждает уже известные истины. Особенно большое значение подобный метод приобретает при изучении популяционной структуры животных, выделении их единиц запаса и организации рационального промысла.

Количественные показатели зараженности личинками *A. simplex* были использованы при дифференциации популяций горбуши в водах Сахалина [4]. Паразиты-индикаторы позволили решить вопросы дифференциации локальных стад нерки [11]. Различия в интенсивности инвазии минтая, обследованного в водах вокруг о. Хоккайдо, личинками *A. simplex* и *Contracaecum osculatum* позволили рекомендовать названных нематод в качестве биоиндикаторов при выделении единиц запаса этой массовой и очень важной в промысловом отношении рыбы [12].

Пять видов гельминтов, в том числе *A. simplex*, *Contracaecum* sp. и *Hysterothylacium* sp, использовали в качестве биологических меток при выделении единиц запаса тихоокеанской сельди в водах Калифорнии [13].

Именно благодаря существенным различиям в видовом составе гельминтов, в том числе анизакид, и частоте их встречаемости у кальмара Бартрама был сделан вывод об образовании им в северной части Тихого океана двух крупных группировок (на востоке и западе этого региона), не смешивающихся в нерестовый период [14].

Экскурс в историю использования анизакид в качестве биологических индикаторов при популяционных исследованиях рыб и беспозвоночных показывает, сколь полезными могут быть эти паразиты в таких случаях. Особенно эффективен паразитологический метод в тех случаях, когда его используют вкупе с другими методами, например, эколого-географическим, морфометрическим, генетическим.

Сведения о зараженности тихоокеанской сельди личинками этого паразита актуальны и представляют большой практический интерес. Являясь массовым видом паразитов, достаточно крупные и легко распознаваемые личинки *A. simplex* могут использоваться как паразиты-индикаторы популяций тихоокеанской сельди, эксплуатируемых промыслом.

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили выборки нерестовой тихоокеанской сельди, выловленной в Японском и Охотском морях (рис. 1). При выполнении биологического анализа только что выловленной сельди личинок нематоды выбирали из полости тела рыб; количество личинок подсчитывали в каждой особи.

Результаты и их обсуждение

Количественные показатели зараженности сельди в водах Сахалина свидетельствуют о высокой зараженности рыб в бассейне Охотского моря, у восточного побережья острова. Причем в отдельные годы сельдь была инвазирована практически на 100 % [9]. К акватории этого водоема приурочены локальные, так называемые местные популяции, а также широкомигрирующая сахалино-хоккейдская сельдь. В бассейне Японского моря, у западного побережья Сахалина величина показателей зараженности сельди значительно ниже. К этой акватории приурочены локальная популяция (декастринская), а также широкомигрирующая сельдь сахалино-хоккейдской популяции.

Сравнительный анализ зараженности сельди личинками анизакисов по районам исследования выявил места с наиболее высокими и наиболее низкими показателями зараженности. Высокая степень инвазии личинками анизакисов отмечена у нерестовой сельди южной части зал. Петра Великого [15], оз. Тунайча, в зал. Советская Гавань и у северо-восточного побережья о. Сахалин.

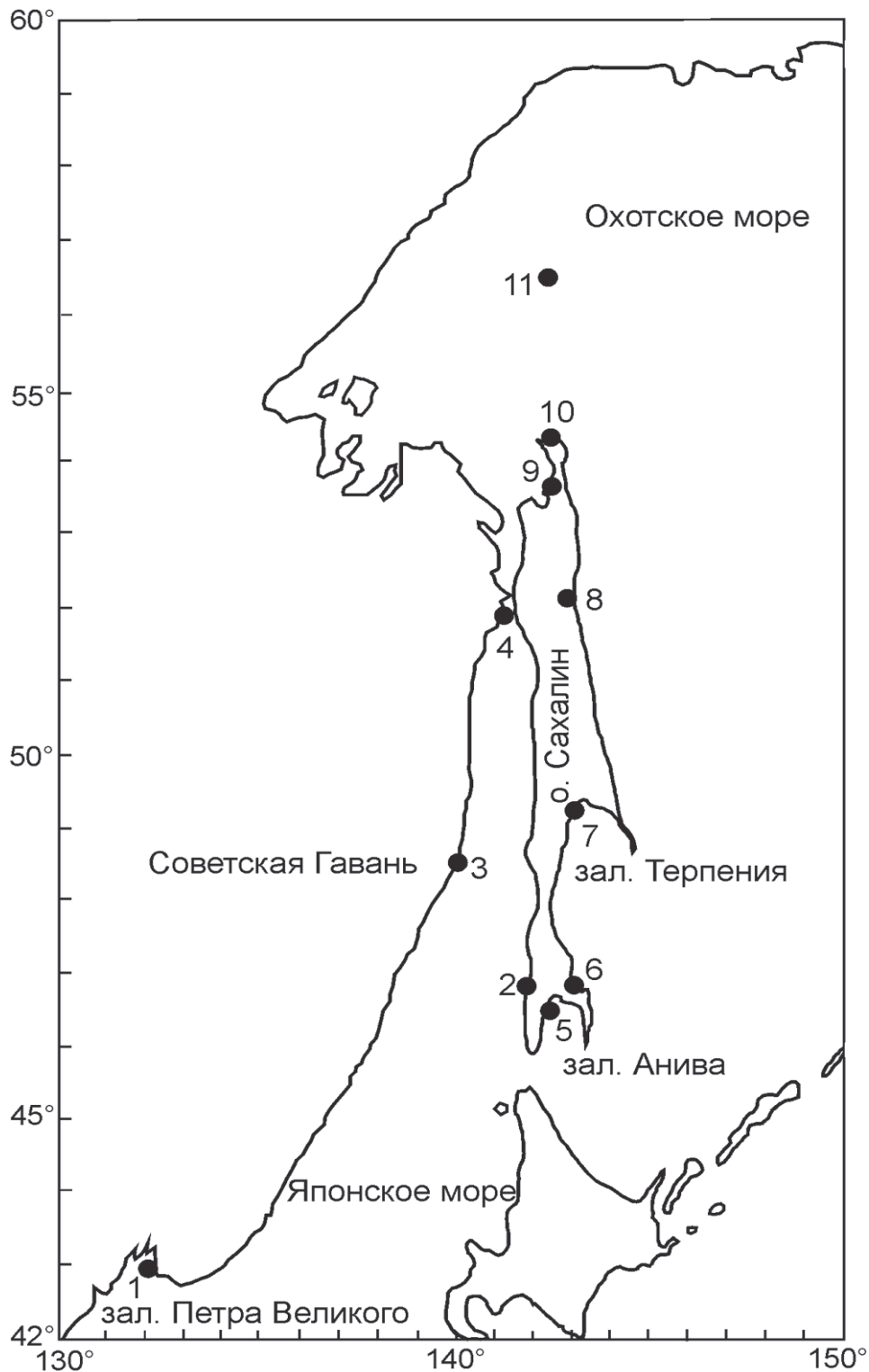


Рис. 1. Районы сбора выборок тихоокеанской сельди: 1 – зал. Петра Великого; 2 – юго-западный Сахалин; 3 – зал. Советская Гавань; 4 – северо-западный Сахалин; 5 – зал. Анива; 6 – оз. Тунайча; 7 – зал. Терпения, оз. Невское; 8 – северо-восточный Сахалин; 9 – Сахалинский залив; 10 – северный Сахалин; 11 – Ино-Кашеваровский район

Fig. 1. Areas of collecting Pacific herring samples: 1 – Peter the Great Bay; 2 – southwestern Sakhalin; 3 – Sovetskaya Gavan Bay; 4 – northwestern Sakhalin; 5 – Aniva Bay; 6 – Lake Tunaicha; 7 – Gulf of Patience, Lake Nevskoye; 8 – northeastern Sakhalin; 9 – Sakhalin Gulf; 10 – northern Sakhalin; 11 – Iony-Kashevarov area

Низкие показатели зараженности имели исследованные сельди у юго-западного Сахалина и в Сахалинском заливе (таблица). В начале 90-х гг. наблюдалась очень высокая зараженность сельди анизакисами в районах бассейна Охотского моря. Так, экстенсивность инвазии в этот период у сельди в зал. Терпения была 95 %, в оз. Тунайча – 80; в заливах северо-восточного побережья Сахалина – от 50 до 83; в Сахалинском заливе – 59,3 %. Для акватории северной части Японского моря (Татарский пролив) эти показатели были значительно ниже: у юго-западного Сахалина – 23; у северо-западного Сахалина – 14 %. В целом отмечено, что наименьшая степень зараженности была присуща сельди, которая обитала у побережья западного Сахалина. Несмотря на выявленную тенденцию к росту показателей инвазии, меньше всех была заражена сельдь, обитающая у юго-западного Сахалина (сахалино-хоккайдская популяция). Кроме того, отмечена повышенная зараженность рыб местных группировок, в том числе и озерных сельдей (Тунайча, Невское) [7, 16].

**Многолетние данные по зараженности сельди личинками *Anisakis simplex*
в разных районах Японского и Охотского морей
Multiyear data on the infestation of herring with the larvae of *Anisakis simplex*
in different areas of Japan and Okhotsk Sea**

Материал		Длина рыб, см		Число рыб	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии	Индекс обилия
Район	Годы	колебания	средняя				
1. Заливы Петра Великого, Посьета и Нарва Уссурийский, Амурский заливы, р. Раздольная	1996–2001	22,0–39,0	29,05	108	82,3	1–47	6,8
	2003–2008	21,0–30,6	24,05	112	50,9	1–5	1,04
2. Юго-западный Сахалин	1977–1979	21,0–39,5	28,50	465	12,5	1–11	0,3
	1992	26,0–32,0	29,28	100	23,0	1–12	1,02
	1994–1995	20,0–37,5	28,04	296	32,3	1–15	3,58
3. Зал. Советская Гавань	2000	22,0–37,0	34,08	100	95,0	1–25	11,95
4. Северо-западный Сахалин	1977–1979	20,5–28,0	25,20	231	14,5	1–5	0,18
	1985–1986	19,0–31,5	26,80	342	51,4	1–9	1,53
	1990–1991	21,5–31,5	26,34	150	14,0	1–10	0,45
5. Зал. Анива	1977–1979	17,5–27,0	19,60	100	20,0	2–4	0,57
6. Оз. Тунайча, юго-восточный Сахалин	1977–1979	12,2–25,5	19,30	371	30,7	1–1	0,89
	1992	15,0–29,0	20,37	200	80,0	1–155	9,73
7. Зал. Терпения	1977–1979	17,3–27,0	22,60	100	47,0	1–8	0,99
	1982–1983	17,5–32,0	24,00	1345	37,85	1–45	2,8
	1993	19,5–31,5	24,04	100	95,0	2–33	7,57
Оз. Невское	1981	21,0–26,5	23,44	99	61,6	1–15	3,7
8. Северо-восточный Сахалин	1992, 1998	15,5–31,2	25,56	400	72,5	1–56	5,86
	2003	25,4–32,0	26,0	50	80,0	1–14	3,8
9. Сахалинский залив	1991–1992	16,0–30,8	21,60	300	59,3	1–23	2,59
10. Северный Сахалин	2003	25,4–32,0	28,80	50	80,0	1–14	3,8
11. Ионо-Кашеваровский р-н	2006	26,0–32,0	28,74	57	50,0	2–5	1,5

Анализ причинно-следственных связей зараженности сельди в указанных районах позволил подтвердить полученные ранее выводы о популяционной структуре сельди, обитающей в водах, омывающих о. Сахалин.

Аллозимное изучение сахалинских сельдей внесло большой вклад в популяционно-генетические исследования тихоокеанской сельди. Было установлено, что у тихоокеанской сельди имеется выраженная внутривидовая популяционная структура. В Японском и Охотском морях имеется несколько популяционных совокупностей, которые можно интерпретировать как генетически обособленные локальные стада. Учитывая значимую межгодовую генетическую изменчивость внутри отдельных популяций, а также особенности дискриминации популяций, можно полагать, что локальное стадо у тихоокеанской сельди является подразделенной или генетически неоднородной популяцией. К генетически самостоятельным локальным стадам (подразделенным популяциям) можно отнести: (1) местные популяции вод Приморья и Сахалинского залива; (2) совокупность популяций сахалино-хоккайдской сельди; (3) совокупность местных популяций северо-восточного Сахалина и оз. Тунайча (рис. 2). Можно полагать, что локальное стадо у тихоокеанской сельди является подразделенной или генетически неоднородной популяцией. Популяция состоит из динамичных элементов – субпопуляций, обменивающихся между собой мигрантами. Различия между отдельными подразделенными популяциями поддерживаются комплексно за счет дифференцирующего естественного отбора и дрейфа генов [17, 18].

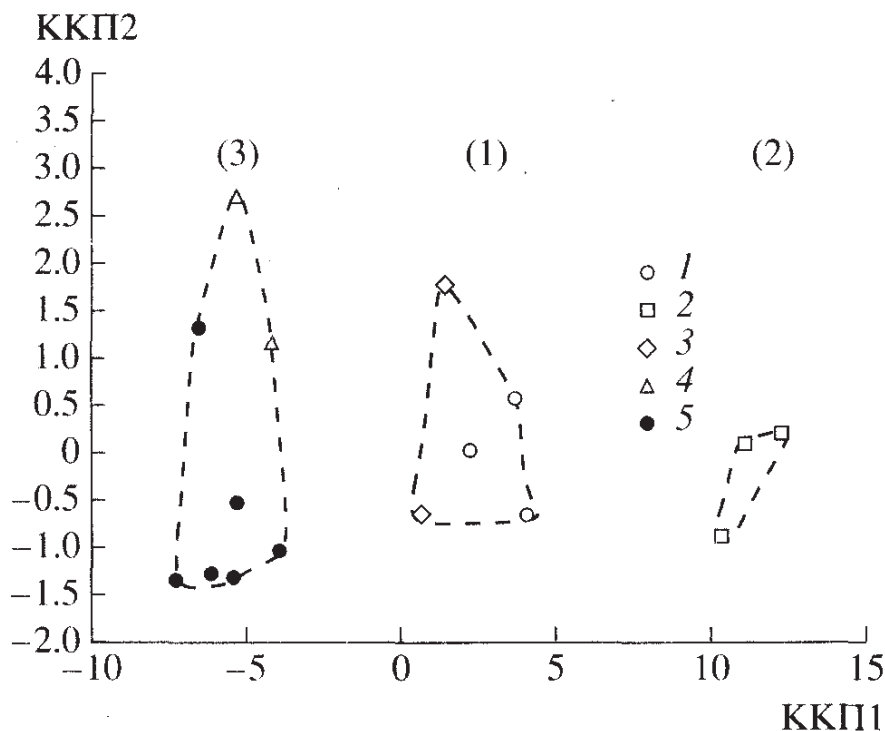


Рис. 2. Двухмерное распределение значений корней канонических переменных (ККП), полученных при дискриминантном анализе пяти популяций (1–5) тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*:

1 – приморская; 2 – сахалино-хоккайдская; 3 – Сахалинского залива; 4 – оз. Тунайча;

5 – северо-восточного Сахалина; пунктирными линиями показаны выделяющиеся локальные стада

Fig. 2. The two-dimensional distribution of the values of the roots of canonical variables (RCV) obtained from the discriminant analysis of five populations (1–5) of Pacific herring *Clupea pallasii*: 1 – Primorye population; 2 – Sakhalin-Hokkaido population; 3 – Sakhalin Gulf population; 4 – Lake Tunaycha population;

5 – North-Eastern Sakhalin population; the dotted lines show different local shoals

Нужно отметить, что результаты изучения аллозимной изменчивости тихоокеанской сельди согласуются с данными, полученными для североохотоморской группировки сельди

по данным RAPD [19], а также с данными об изменчивости контрольного региона мтДНК при изучении внутривидовой структуры тихоокеанской сельди Японского и южной части Охотского морей [20].

С помощью дискриминантного и факторного анализа признаков или морфометрических индексов была выявлена изменчивость и дифференциация многомерных векторов-особей в группы, которые имеют ясный биологический смысл, представляя локальные стада тихоокеанской сельди. Полученные данные многомерного анализа морфометрических признаков подтверждают опубликованные ранее морфобиологические и генетические сведения о наличии не менее трех локальных стад тихоокеанской сельди в водах Сахалина. Локальное стадо сахалино-хоккайдской сельди, дававшее в прошлом основные уловы в районе Сахалина, обнаруживает отчетливую морфометрическую дифференциацию, отличающую его от других группировок сельди в исследованном районе (рис. 3) [21].

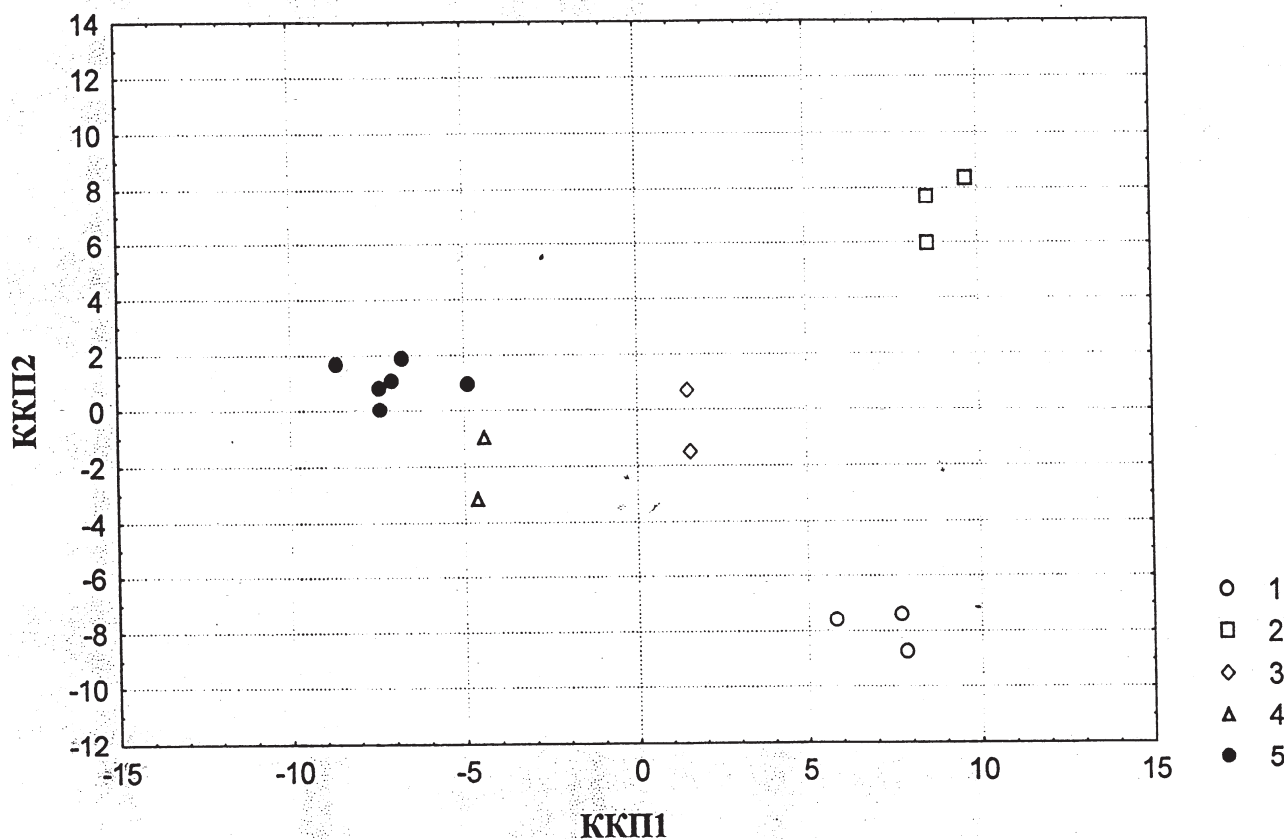


Рис. 3. Двухмерное распределение значений корней канонических переменных (ККП), полученных при дискриминантном анализе пяти популяций тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* и использовании аллозимных локусов и биологических признаков

Fig. 3. The two-dimensional distribution of the values of the roots of canonical variables (RCV) obtained by performing the discriminant analysis of five populations of Pacific herring *Clupea pallasii* and using allozyme loci and biological characteristics

Заключение

При анализе зараженности тихоокеанской сельди личинками *A. simplex* в присахалинских водах было выявлено, что показатели экстенсивности инвазии, интенсивности инвазии и индекса обилия в разных районах различаются, что объясняется приуроченностью рыб к раз-

ным популяциям и к определенным акваториям. Особенности режима присахалинских вод обуславливают своеобразие сезонной динамики инвазии сельди. Личинки *A. simplex* могут использоваться как паразиты-индикаторы популяций тихоокеанской сельди, эксплуатируемых промыслом.

Список литературы

1. Oshima T. Anisakis and anisakias in Japan and adjacent area // Progr. Med. Parasitol. Jap. 1972. Vol. 4. P. 301–393.
2. Курочкин Ю.В. Паразитологические исследования Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии // Изв. ТИНРО. 1974. Т. 88. С. 5–14.
3. Соловьева Г.Ф. Нематоды промысловых рыб северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 117. С. 65–73.
4. Вялова Г.П. Паразитозы кеты (*O. keta*) и горбуши (*O. gorbuscha*) Сахалина. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2003. 192 с.
5. Гаевская А.В. Анисакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. 223 с.
6. Буторина Т.Е. Ихтиопатология. Определитель распространенных паразитов рыб дальневосточных морей. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. 27 с.
7. Рыбникова И.Г., Пушникова, Г.М., Швецова Л.С. О зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2009. Вып. 21, ч. 1. С. 64–68.
8. Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М. Сезонная изменчивость зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод в присахалинских водах // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2010. Ч. 1. С. 82–86.
9. Пушникова Г.М., Рыбникова И.Г. О зараженности тихоокеанской сельди заливов северо-восточного Сахалина личинками нематод // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2012. Т. 25. С. 19–22.
10. Асеева А.Н., Мотора З.И., Лобода С.В. Паразитофауна тихоокеанской сельди северной части Охотского моря // Вопр. рыболовства. 2013. Т. 14, №1(53). С. 130–136.
11. Коновалов С.М. Дифференциация локальных стад нерки. Л.: Наука, 1971. 229 с.
12. Konishi K., Sakurai Y. Geographical variations in infection by larval *Anisakis simplex* and *Contracaecum osculatum* (Nematoda, Anisakidae) in walleye pollock *Theragra chalcogramma* stocks off Hokkaido, Japan // Fish. Sci. 2002. Vol. 68. P. 534–542.
13. Moser M., Hsieh J. Biological tags for stock separation in Pacific herring, *Clupea harengus pallasii* in California // J. Parasitol. 1992. Vol. 78, No 1. P. 54–60.
14. Bower S. M., Margolis L. Potential use of helminth parasites in stock identification of flying squid, *Ommastrephes bartrami*, in North Pacific waters // Can. J. Zool. 1991. Vol. 69, No 9. P. 1124–1126.
15. Соловьева Г.Ф. Нематоды некоторых промысловых рыб Японского моря // Паразитологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке: материалы межрегион. науч.-техн. конф. Новосибирск, 2002. С. 170–176.
16. Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М. О зараженности тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Clupeiformes, Clupeidae) личинками *Anisakis simplex* (Rudolphy, 1809) (Nematoda: Ascaridata) // Биол. моря. 2015. Т. 41, № 2. С. 116–121.
17. Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М., Беседнов Л.Н. Взаимодействие сахалино-хоккайдской сельди с другими популяциями этого вида // Биол. моря. 1998. Т. 24, №. 4. С. 218–227.

18. Kartavtsev Y.F., Rybnikova I.G. Genetic and morphobyological study of Pacific herring (*Clupea pallasii*) populations from the Seas of Japan and Okhotsk // Genetics. 1999. Vol. 35, No 8. P. 937–946.

19. Лапинский А.Г., Смирнов А.А., Горбачев В.В., Соловенчук Л.Л. Генетическая дифференциация североохотоморской группировки тихоокеанской сельди *Clupea pallasii Valenciennes, 1847* (Clupeidae: Clupeiformes) по данным RAPD // Вопр. рыболовства. 2008. Т. 9, №1(33). С. 128–137.

20. Горбачев В.В., Соловенчук Л.Л., Черноиванова Л.А. Внутривидовая структура тихоокеанской сельди *Clupea pallasii Valenciennes, 1847* (Clupeidae: Clupeiformes) Японского и южной части Охотского морей по данным об изменчивости контрольного региона митохондриальной ДНК // Биол. моря. 2011. Т. 37, № 6. С. 472–476.

21. Картавец Ю.Ф., Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М. Многомерный морфометрический анализ тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Сахалина (Clupeiformes, Clupeidae): исследование дифференциации популяций // Биол. моря. 2008. Т. 34, № 5. С. 336–345.

Сведения об авторах: Рыбникова Ирина Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: berehzok@mail.ru;

Матросова Инга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: ingavladm@mail.ru.