

УДК 597.553.2

**Е.И.Кальченко, А.И.Чистякова, Т.Л.Введенская; М.И.Юрьева**  
**(КамчатНИРО, г. Петропавловск-Камчатский;**  
**ТИНРО-центр, г. Владивосток)**

### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИКОЙ И ЗАВОДСКОЙ МОЛОДИ КЕТЫ (*ONCORHYNCHUS KETA*) ПРИ ВЫДЕРЖИВАНИИ В РЕЧНЫХ САДКАХ**

Дана сравнительная оценка динамики роста, питания, морфологических, морфофизиологических и биохимических показателей дикой и заводской молоди кеты, выдерживаемой в речных садках в период покатной миграции. Определена степень пригодности комплекса морфологических и морфофизиологических показателей в качестве критерия дифференциации рыб обоих типов воспроизводства.

**Kalchenko Ye.I., Chistyakova A.I., Vvedenskaya T.L., Yurieva M.I.** Biological parameters of wild and hatchery chum salmon (*Oncorhynchus keta*) reared in the river enclosures // *Izv. TINRO*. — 2006. — Vol. 145. — P. 75–85.

Dynamics of growth, feeding, and morphological, morphophysiological and biochemical parameters are compared for wild and hatchery juveniles of chum salmon reared in the river enclosures before their migration to the sea. During the whole period of experiment (43 days), the wild chum salmon fed more intense being compared to the hatchery chum salmon. That's why dynamics of lipids metabolism was less intense in the hatchery juveniles, that hampered transformation of fatty acids and provided a stable difference of the monounsaturated fatty acids content between the juveniles. When the experiment was completed, the wild chum salmon demonstrated higher level of polyunsaturated fatty acids, in particular 20:4n-6, 20:5n-3, and 22:6n-3 ones, that provided higher adaptability of wild juveniles in compare with hatchery juveniles.

A set of morphological and morphophysiological parameters is tested for acceptability to differentiation of the juveniles origin. However, the discriminate analysis has revealed that these parameters can be used only as temporary criteria of the differentiation and don't provide any highly reliable estimation of the origin of migrating juveniles.

Бассейн р. Паратунка (юго-восточное побережье Камчатки) является базовым водоемом Паратунского лососевого рыболовного завода (ПЛРЗ), специализирующегося на выращивании молоди кеты. Выпуск рыб с завода осуществляется в апреле—мае в период катадромной миграции кеты естественного воспроизводства. Это обстоятельство определяет актуальность исследований особенностей распределения, взаимодействия, дивергенции и дифференциации в реке покатников естественного и искусственного воспроизводства.

Ранее было показано наличие существенных различий между дикой и искусственно выращенной молодью тихоокеанских лососей по некоторым морфо-

физиологическим параметрам (Сравнительные данные ..., 1983; Басов, 1986). В.Н.Леман (1995) для решения проблемы дифференциации заводской и естественной молоди чавычи из уловов в эстуарии предложил использовать комплекс морфологических и морфофизиологических показателей, включающий такие, как индекс сердца, внутривисцерального жира, размера глаз, высоты тела и длины головы. Эти показатели, по его мнению, являются наиболее информативными. Американские исследователи (Mjaavatten et al., 1998) указывают на возможность использования данных о составе жирных кислот тканей лососей в целях дифференциации диких и заводских покатников. В настоящее время получил активное развитие метод идентификации лососей заводского происхождения с помощью массового отолитного мечения молоди, выращиваемой на рыбоводных заводах (Акиничева, Рогатных, 1996).

Цель работы — сравнительная оценка динамики роста, питания, морфологических, морфофизиологических и биохимических показателей дикой и заводской молоди кеты, выдерживаемой в речных садках в период покатной миграции, а также оценка степени их пригодности в качестве критерия дифференциации рыб обоих типов воспроизводства.

Эксперимент по выдерживанию дикой и заводской молоди кеты в садках был проведен на пункте гидрометеослужбы, который расположен в месте слияния рек Микижа и Паратунка в 2001 г. Дикая молодь была отловлена на месте, а заводская доставлена с ПЛРЗ. Для этого 450 шт. дикой молоди кеты (выловленной в апреле до выпуска рыб с ПЛРЗ) и 500 шт. заводской размещали в прямоугольных садках из мелкой ячейной (3 x 3 мм) металлической сетки. Размеры садков 1,25 x 1,02 и 1,27 x 1,12 м. Первоначально плотность посадки у обоих типов рыб составляла 352 шт./м<sup>2</sup>. Садки находились в 20 км от ПЛРЗ, на расстоянии 1,5 м от берега, на глубине 0,5–0,7 м. Скорость течения реки составляла в апреле 0,7 м/с, мае — 1,2 м/с, июне — 1,8 м/с. Температура в течение эксперимента изменялась от 3,8 °С в апреле до 6,0 °С в июне. Эксперимент продолжался 43 дня, с 21 апреля по 3 июня, в период покатной миграции молоди кеты естественного воспроизводства. Рыб, выдерживаемых в садках, не подкармливали, они питались естественным кормом. Отход был единичный, вызванный травматизмом рыб при перемещении садков в целях улучшения доступности кормовых организмов.

Ежедекадно для определения скорости роста, морфологических и морфофизиологических показателей (Винберг, 1956; Смирнов и др., 1972) фиксировали в 4 %-ном формалине по 50 шт. рыб каждого типа молоди. У 20 особей каждой экспериментальной группы брали желудки для оценки интенсивности питания (Руководство ..., 1961). Анализировали дикую и заводскую молодь с массой тела в пределах от 300 до 900 мг.

Дифференциацию выборок дикой и заводской кеты проводили с помощью дискриминантного анализа. Каждую рыбу характеризовали набором из 10 показателей (упитанность по Фультону и Кларк; индексы сердца, жабр, печени и внутривисцерального жира; длина кишечника, % от длины тела (АС); наибольшая высота тела, % от АС; длина головы, % от АС; диаметр глаза, % от длины головы). Вычисляли квадраты расстояния Махаланобиса между центроидами рассматриваемых выборок (количественная оценка различия комплексов биологических показателей рыб из разных выборок), величину F-статистики (оценка достоверности этих различий). Для математической обработки данных использовали программу STATISTICA версии 4.3.

Определение состава жирных кислот (ЖК) суммарных липидов тела рыб выполнено для 50 особей. Экстракцию липидов проводили смесью растворителей хлороформ—этанол (2: 1 по объему) по методу Фолча (Folch et al., 1957). Липиды подвергали омылению, ЖК переводили в форму метиловых эфиров и проводили их очистку с помощью препаративной тонкослойной хроматографии

в бензоле (Carreau, Dubacq, 1978). Метилловые эфиры ЖК анализировали методом газожидкостной хроматографии на хроматографе "Shimadzu GC-16A" (Япония) с пламенно-ионизационным детектором, снабженном капиллярной колонкой (30,0 м x 0,35 мм) с фазой Supelcowax-10, при температуре 190 °С. ЖК идентифицировали по индексам Ковача (Christie, 1988). Концентрацию ЖК рассчитывали с помощью базы обработки данных C-R4A Chromatopac.

До начала эксперимента молодь кеты заводского и естественного воспроизводства существенно различалась по морфологическим, морфофизиологическим и биохимическим показателям. Заводская кета превосходила дикую по массе ( $p < 0,001$ ), длине тела ( $p = 0,01$ ), упитанности ( $p < 0,001$ ), индексам внутривисцерального жира ( $p < 0,05$ ), печени, длины кишечника ( $p < 0,001$ ), наибольшей высоты тела ( $p < 0,001$ ), но уступала ей по индексам сердца ( $p < 0,05$ ), жабр ( $p < 0,001$ ), длины головы ( $p < 0,001$ ) и диаметра глаза ( $p < 0,001$ ) (табл. 1). Состав ЖК общих липидов тела заводской молодежи достоверно отличался ( $p < 0,01$ ) от такового у дикой — большим содержанием моноеновых (18:1n-9, 20:1n-9, 22:1n-11, 22:1n-9), но недостоверно меньшим — полиеновых кислот (20:4n-3, 20:5n-3, 21:5n-3, 22:5n-6) (табл. 2). Выявленные различия в составе ЖК у сравниваемых групп молодежи кеты были обусловлены разным характером их питания до эксперимента — естественными и искусственными кормами. Хорошо известно, что состав ЖК рыб сильно зависит от такового в потребляемой пище (Linko et al., 1985; Kirch et al., 1988). Как отмечал ранее В.Н.Акулин (1969), состав жирных кислот рыбы "копирует" состав жирных кислот корма.

Через 10 дней после начала эксперимента отметили снижение исходной массы диких рыб на 4,9 %, заводских — на 7,9 % (рис. 1). Это снижение, очевидно, было обусловлено адаптацией молодежи кеты к естественному питанию в условиях садков, о чем свидетельствовали низкие индексы потребления — соответственно 36,4 и 24,5 ‰ (рис. 2). Несмотря на это обстоятельство, линейный рост у обоих типов молодежи продолжался, причем у заводской он был выше (рис. 3). У дикой и заводской кеты происходило уменьшение индекса печени соответственно на 18,7 и 30,6 %, индекса внутривисцерального жира — на 19,5 и 30,3 и упитанности — на 6,5 и 15,4 % (по Фультону), 4,9 и 12,0 % (по Кларк). На данном этапе эксперимента между сравниваемыми группами молодежи сохранились достоверные различия только по трем индексам: сердца ( $p < 0,01$ ), внутривисцерального жира ( $p < 0,05$ ) и диаметра глаза ( $p < 0,05$ ). Это означает, что различия между заводскими и дикими рыбами, ясно выраженные в начале эксперимента, с течением времени постепенно нивелировались. Спектр питания у тех и других рыб различался незначительно, величина степени пищевого сходства достигала 81,9 %. В желудках встречались личинки различных насекомых (хируномиды, веснянки, поденки, мошки), нематоды, харпактикоиды, циклопы, клещи и растительные остатки, но доминирующую роль играли хируномиды (табл. 3). Произошли изменения и в составе жирных кислот тела кеты. У дикой молодежи кеты было отмечено увеличение доли насыщенных жирных кислот на 14,9 % с одновременным снижением полиеновых на 14,0 %. Возможно, это связано с недостатком кормовых организмов в условиях садков. Последнее согласуется с данными С.Д.Гурьяновой, П.О.Рипатти (1986), обнаруживших, что ограничение двигательной активности и недостаток естественной пищи у сеголеток карпа вызывают снижение уровня полиеновых кислот. У заводской молодежи отмечено лишь незначительное — на 1,4 % — уменьшение содержания последних. А.В.Архипов (1980) предложил использовать отношение концентраций пальмитиновой и олеиновой кислот (16:0/18:1n-9) в качестве характеристики интенсивности обмена липидов, назвав его индексом интенсивности обмена липидов. Согласно данному показателю, у кеты естественного воспроизводства уровень обмена в 2 раза выше, чем у заводских рыб (см. табл. 2). Сохранялось различие между обоими типами молодежи по содержанию моноеновых кислот.

## Morphological and morpho-physiological characteristics of juvenile chum salmon (April—June, 2001)

Тип молоди	Длина АС, мм М•м	Масса, мг М•м	Макс. высота тела, % от АС	Длина головы, % от АС	Диаметр глаза, % от длины головы	Длина кишечника, % от АС	Упитан- ность по Фульстону	Упитан- ность по Кларк	Индекс сердца, %	Индекс печени, %	Индекс полост. жира, %	Индекс жабр, %
21.04												
Дикая р	38,6•0,4 0,01	532•17 < 0,001	15,85•0,17 < 0,001	25,67•0,19 < 0,001	33,05•0,37 < 0,001	40,74•0,54 < 0,001	0,92•0,01 < 0,001	0,72•0,01 < 0,001	1,14•0,1 < 0,05	2,14•0,1	0,87•0,11 < 0,05	7,4•0,3 < 0,001
Заводская	40,5•0,6	693•30	17,32•0,28	24,97•0,28	31,16•0,38	44,58•0,67	1,03•0,02	0,81•0,02	0,82•0,09	2,37•0,20	1,36•0,2	5,89•0,25
2.05												
Дикая р	38,8•0,3 < 0,001	506•16 < 0,001	16,37•0,22	25,26•0,16	32,99•0,39 < 0,05	44,59•0,49	0,86•0,01	0,69•0,01	0,73•0,05 < 0,01	1,74•0,06	0,70•0,07 < 0,05	6,24•0,16
Заводская	41,7•0,5	638•24	16,57•0,19	24,64•0,34	29,66•1,34	45,39•0,51	0,87•0,01	0,71•0,01	0,51•0,04	1,65•0,07	0,95•0,09	6,05•0,14
12.05												
Дикая р	39,3•0,3 < 0,05	582•16	—	—	—	41,68•0,69	0,95•0,01 < 0,05	0,75•0,01	0,81•0,06 < 0,01	1,61•0,07	0,51•0,08	6,9•0,21 < 0,05
Заводская	42,5•1,2	660•41	—	—	—	42,47•1,45	0,86•0,04	0,69•0,04	0,53•0,07	1,64•0,26	0,63•0,15	5,98•0,33
23.05												
Дикая р	39,4•0,4 < 0,001	522•17 < 0,001	15,98•0,16	25,71•0,14 < 0,001	33,48•0,31	42,95•0,46	0,84•0,01	0,67•0,01	0,82•0,06 < 0,001	1,39•0,07	0,40•0,05	7,15•0,18 < 0,001
Заводская	43,8•0,5	745•24	16,24•0,15	24,30•0,19	32,53•0,61	45,02•1,01	0,89•0,02	0,70•0,02	0,57•0,04	1,67•0,16	0,38•0,11	6,15•0,17
3.06												
Дикая р	41,1•0,3 < 0,001	542•15 < 0,001	15,74•0,12	25,51•0,12 < 0,001	33,18•0,37 < 0,001	44,17•0,50 < 0,05	0,78•0,02	0,65•0,01	0,70•0,04	1,60•0,07 < 0,05	0,37•0,05	6,80•0,14
Заводская	44,2•0,5	721•27	15,53•0,22	24,27•0,30	31,13•0,41	41,98•0,50	0,83•0,02	0,66•0,01	0,60•0,11	1,35•0,10	0,34•0,07	6,37•0,19



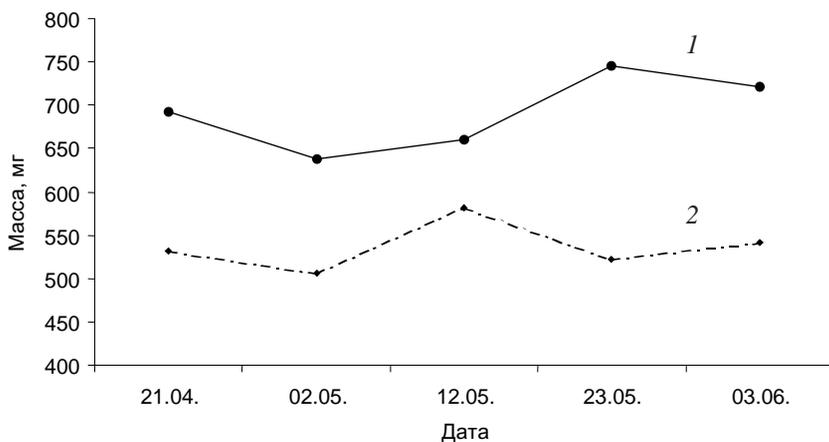


Рис. 1. Динамика массы тела молоди кеты в эксперименте: 1 — заводская молодь, 2 — дикая

Fig. 1. Chum salmon body mass dynamics in experiment: 1 — hatchery juvenile, 2 — wild juvenile

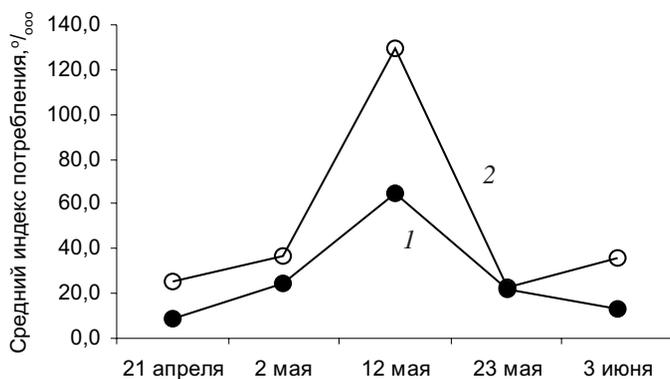


Рис. 2. Интенсивность питания молоди кеты в эксперименте: 1 — заводская молодь, 2 — дикая

Fig. 2. Juvenile chum salmon feeding intensity: 1 — hatchery juvenile, 2 — wild juvenile

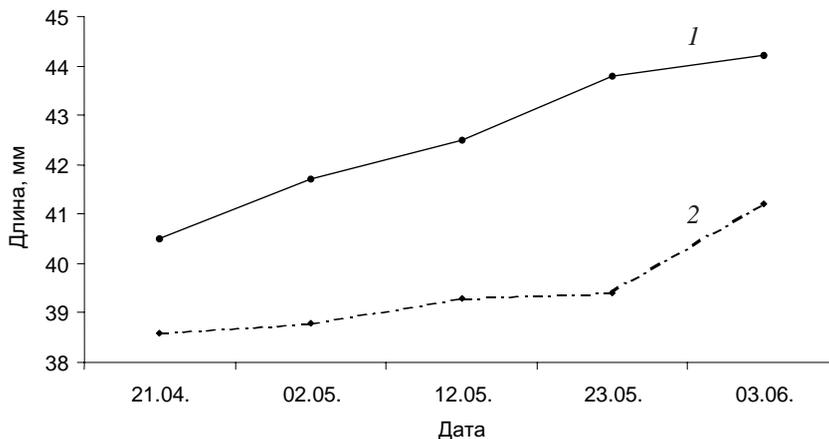


Рис. 3. Динамика длины тела молоди кеты в эксперименте: 1 — заводская молодь, 2 — дикая

Fig. 3. Chum salmon body length dynamics in experiment: 1 — hatchery juvenile, 2 — wild juvenile

Таблица 3

Питание молоди кеты в эксперименте, % от массы пищевого комка

Table 3

Food composition of juvenile chum salmon, % of stomach content weight

Компонент пищи	21 апреля		2 мая		12 мая		23 мая		3 июня	
	Заводская	Дикая								
Хирономиды	-	88,2	70,1	68,5	52,3	55,9	55,0	42,8	36,8	30,2
Личинки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Куколки	-	3,1	6,3	12,2	2,8	1,1	2,2	26,0	30,1	46,1
Имаго	-	-	1,6	4,1	2,8	-	2,2	4,3	5,0	10,3
Личинки веснянок	-	-	4,7	-	1,0	-	0,1	-	15,0	2,6
Личинки поденок	-	-	-	3,0	1,7	1,1	-	-	-	-
Мошки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Личинки	-	1,6	2,4	9,1	0,3	0,3	3,3	4,3	2,5	-
Куколки	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-
Личинки мотыля	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
Личинки лимонид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3
Коллемболы	-	-	-	-	-	-	-	2,2	-	1,3
Личинки прочих насекомых	-	-	-	-	-	+	-	2,2	-	-
Харлактоиды	-	0,6	+	+	+	0,1	+	0,3	0,4	0,1
Циклопы	-	-	0,2	-	-	+	+	0,1	0,1	+
Хидорусы	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1
Остракоды	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1
Биапелтуры	-	-	-	-	-	0,1	-	0,5	-	-
Клещи	-	-	0,5	-	+	-	-	-	-	0,1
Нематоды	-	-	0,1	0,1	0,3	+	0,1	-	0,1	0,1
Остатки искусственного корма	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Растительные остатки	-	6,5	14,1	3,0	38,1	41,2	37,0	17,3	10,0	7,7

Примечание. "+" — менее 0,1 %.

ких и заводских рыб отмечено повышение уровня полиеновых кислот соответственно на 6,4 и 1,1 %. Интенсивность липидного обмена у первых была по-прежнему в 2 раза выше, чем у вторых.

23 мая, после месяца выдерживания в садках, произошло снижение интенсивности питания у молоди кеты обоих типов. У диких рыб масса тела снизилась на 3 %, напротив, у заводских в этот период отмечен максимальный прирост — 1,1 %/сут. Причина различного роста сравниваемой молоди очевидно заключалась в спектрах ее питания. Заводские рыбы потребляли больше хирономид на стадии личинок, тогда как дикие — куколок, которые являются менее калорийным кормом (см. табл. 3). Последнее обстоятельство также повлияло и на состав жирных кислот тела кеты в эксперименте. У молоди естественного воспроизводства произошло снижение концентрации насыщенных и моноеновых жирных кислот (с одновременным увеличением полиеновых), а у заводской наоборот — повышение моноеновых и снижение полиеновых. Необходимо, отметить, что физиологическая роль насыщенных и моноеновых жирных кислот заключается в использовании их в качестве энергетических источников (Бурлаченко, Логвиненко, 1990), а полиеновых, как уже упоминалось выше, — в участии их в адаптации. Дикая кета достоверно отличалась от заводской большими индексами длины головы ( $p < 0,001$ ), сердца ( $p < 0,001$ ) и жабр ( $p < 0,001$ ).

3 июня, в конце эксперимента, индексы потребления у заводских рыб снизились до 13 ‰, а у диких повысились до 36 ‰. У заводской молоди кеты произошло уменьшение массы тела на 3,22 %, у дикой — незначительный прирост (0,4 %/сут). Следует отметить, что как дикие, так и заводские рыбы росли в условиях садков плохо, очевидно, вследствие ограничения доступности в них кормовых организмов. В среднем прирост массы тела за весь период эксперимента составил у первых 0,04 %/сут, а у вторых — 0,09 %/сут, прирост длины тела — соответственно 0,15 и 0,21 %/сут, т.е. показатели роста у заводской молоди в эксперименте были несколько выше, чем у дикой. Этот факт, на наш взгляд, можно объяснить следующими причинами. Во-первых, заводские рыбы имели до начала эксперимента большой запас энергетических веществ, аккумулярованных в печени, мышцах и внутривисцеральном жире, и, во-вторых, спектр их питания все же имел небольшие отличия от такового у диких рыб. Заводская кета по-прежнему достоверно отличалась от дикой меньшими индексами длины головы ( $p < 0,001$ ) и диаметра глаза ( $p < 0,001$ ). Дикая молодь достоверно превосходила заводскую по индексам печени ( $p < 0,05$ ) и длины кишечника ( $p < 0,05$ ), интенсивность питания диких рыб на протяжении всего эксперимента была выше, чем заводских. Индексы потребления в среднем составляли 49,9 ‰ у молоди кеты естественного и 26,6 ‰ — заводского происхождения. Интенсивность обмена липидов, в частности ЖК, была ниже у заводской молоди, с чем связаны сохраняющиеся достоверные различия ( $p < 0,001$ ) в содержании моноеновых кислот (18:1n-9, 20:1n-9, 22:1n-11, 22:1n-9) между сравниваемыми группами рыб в течение всего эксперимента (см. табл. 2). Это указывает на влияние (даже после 43 сут, проведенных в речных садках) состава искусственных кормов на состав ЖК кеты после выпуска ее с завода.

Полученные нами результаты, свидетельствующие о сохранении различий между обоими типами молоди по составу ЖК, согласуются с данными американских исследователей (Dosanjh et al., 1988), которые отмечали длительное влияние (даже после 35 дней, проведенных в морской воде) качества диеты в пресноводный период на формирование состава липидов тела смолтов чавычи. Но, к сожалению, определение состава ЖК рыб является весьма трудоемким, длительным процессом и не может использоваться в качестве экспресс-метода для дифференциации диких и заводских рыб.

В конце эксперимента у молоди кеты обоих типов воспроизводства отмечали повышение уровня насыщенных и снижение полиеновых жирных кислот, воз-

можно, связанное с ограничением доступности кормовых организмов в условиях садков. Тем не менее у кеты естественного воспроизводства доля полиеновых кислот, в частности арахидоновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, была выше на 8,7 %, что указывает на ее более высокие адаптационные способности по сравнению с заводской. Концентрация незаменимой арахидоновой кислоты (20:4n-6) у диких рыб к концу эксперимента превышала таковую у заводских в 2,4 раза. Известно, что эта кислота играет важную роль в функционировании мембран клеток жабр покотников при переходе из пресной воды в соленую. По данным Хиггса с соавторами (Higgs et al., 1992), молодь дикой чавычи в прибрежной зоне по сравнению с заводской имеет более высокий уровень арахидоновой кислоты в фосфолипидах жабр.

С помощью дискриминантного анализа было установлено, что выборки дикой и заводской молоди кеты в течение эксперимента достоверно различались по комплексу морфологических и морфофизиологических показателей (табл. 4). Квадрат расстояния Махаланобиса между центроидами выборок изменялся от 9,94 в начале до 3,61 в середине и 6,46 в конце эксперимента. Это означает, что различия между рыбами обоих типов воспроизводства, сильно выраженные в начале эксперимента, с течением времени имели тенденцию к снижению.

Таблица 4

Уровень достоверности различий комплекса морфологических  
и морфофизиологических показателей дикой и заводской  
молоди кеты в эксперименте

Table 4

Difference reliability level for the complex of morphological  
and morphophysiological characteristics of wild and hatchery  
juvenile chum salmon

Показатель	Дата				
	21.04	2.05	12.05	23.05	3.06
р	0,001	0,001	0,05	0,001	0,001
Расстояние Махаланобиса	9,94	3,28	3,61	5,11	6,46
Значения F-статистики	10,43	4,34	3,64	4,60	5,68

Таким образом, было выяснено, что комплекс морфологических и морфофизиологических показателей является только временным критерием дифференциации. Он не дает возможности с высокой долей вероятности определять принадлежность молоди в скате к диким или заводским покотникам. В будущих исследованиях предполагается для разделения молоди кеты естественного и заводского воспроизводства и оценки доли каждой в скате анализировать структуру отолитов рыб после их массового мечения на ПЛРЗ.

В результате эксперимента по выдерживанию дикой и заводской молоди кеты в речных садках в период ее покотной миграции было установлено следующее.

Интенсивность питания кеты естественного происхождения на протяжении всего эксперимента оказалась выше, чем заводской. В связи с этим интенсивность обмена липидов у заводской молоди была ниже, что тормозило скорость перестройки в составе ее ЖК и позволяло сохранять отличие от дикой по содержанию моноеновых ЖК до конца эксперимента. Это указывает на влияние (даже после 43 дней, проведенных в речных садках) состава искусственных кормов на состав ЖК кеты после выпуска ее с завода.

У молоди кеты естественного воспроизводства в конце эксперимента была выше доля полиеновых кислот, в частности арахидоновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, что указывает на ее более высокие адаптационные способности по сравнению с заводской.

Морфологические и морфофизиологические различия между рыбами обоих типов воспроизводства, сильно выраженные в начале эксперимента, с течением времени постепенно нивелировались.

С помощью дискриминантного анализа было выяснено, что комплекс морфологических и морфофизиологических показателей является только временным критерием дифференциации. Он не дает возможности с высокой долей вероятности определять принадлежность молоди в скате к диким или заводским покотникам.

В будущих исследованиях для разделения молоди кеты естественного и заводского воспроизводства и оценки доли каждой в скате предполагается проводить анализ микроструктуры отолитов рыб после их массового мечения на лососевых рыбоводных заводах.

## Литература

**Акиничева Е.Г., Рогатных А.Ю.** Опыт мечения лососей на рыбоводных заводах посредством термического маркирования // *Вопр. ихтиол.* — 1996. — Т. 36, № 5. — С. 693–698.

**Акулин В.Н.** Жирнокислотный состав фосфолипидов мышц и печени красной *Opsochinchus petcha* и зоопланктона из оз. Дальнего // *Вопр. ихтиол.* — 1969. — Т. 9, вып. 2. — С. 1094–1103.

**Архипов А.В.** Изменение обмена липидов у кур в онтогенезе // *Сельскохозяйственная биология.* — 1980. — Т. 30, № 5. — С. 756–761.

**Басов Ю.С.** Биологические основы лососеводства на геотермальных водах // *Биол. моря.* — 1986. — № 2. — С. 32–38.

**Белковский Н.М.** Жирнокислотный состав липидов некоторых кормовых организмов и кормов для рыб // *Тез. докл. 7-й Всесоюз. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб.* — Ярославль: Изд-во АН СССР, 1989. — С. 39–40.

**Болгова О.М., Ефимова Е.Н., Лазарева И.П. и др.** Жирнокислотный состав кормов карпа // *Биохимия молоди пресноводных рыб.* — Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала АН СССР, 1985. — С. 23–26.

**Бурлаченко И.В., Логвиненко И.А.** Изменение химического состава и обмен веществ у молоди кефалей в зимний период // *Тез. докл. Второго симпозиума по экологической биохимии рыб.* — Ярославль: Изд-во АН СССР, 1990. — С. 23–25.

**Винберг Г.Г.** Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. — Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1956. — 120 с.

**Гурьянова С.Д., Рипатти П.О.** Липидный статус карпов, выращенных в поликультуре с разной плотностью посадки // *Биохимия экто- и эндотермных организмов.* — Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала АН СССР, 1986. — С. 60–65.

**Крепс Е.М.** Липиды клеточных мембран. — Л.: Наука, 1981. — 339 с.

**Леман В.Н.** Обеспечить мониторинг эстуарно-речного периода жизни заводской и дикой молоди тихоокеанских лососей и определить жизнеспособность заводской молоди и возврат производителей: Отчет о НИР за 1995 г. — М.: РОИ “Центр ПИ КОД”, 1995.

**Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях.** — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 262 с.

**Сидоров В.С.** Экологическая биохимия рыб. Липиды. — Л.: Наука, 1983. — 240 с.

**Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А.** Применение методов морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // *Тр. Сев. НИИОРХ.* — 1972. — Т. 7. — 168 с.

**Сравнительные данные по качественным показателям покотного естественного и акселерированного кижуча:** Отчет о НИР / КамчатНИРО. № 4673. — Петропавловск-Камчатский, 1983. — 48 с.

**Шульман Г.Е., Юнева Т.В.** Роль докозагексаеновой кислоты в адаптациях рыб // *Гидробиол. журн.* — 1990. — Т. 26, № 4. — С. 43–51.

**Carreau J.P., Dubacq J.P.** Adaptation of macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // *J. Chromatogr.* — 1978. — Vol. 151, № 3. — P. 384–390.

**Christie W.W.** Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography — a reappraisal // J. Chromatogr. A. — 1988. — Vol. 447, № 2. — P. 305–314.

**Dosanjh B.S., Higgs D.A., Plotnikoff M.D. et al.** Preliminary evaluation of canola oil, pork lard and marine lipids singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // J. Aquaculture. — 1988. — № 4. — P. 45–387.

**Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G.H.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues (for brain, liver and muscle) // J. Biol. Chem. — 1957. — Vol. 226, № 1. — P. 497–509.

**Higgs D.A., Dosanjh B.S., Plotnikoff M.D. et al.** Influence of dietary protein to lipid ratio and lipid composition on the performance and marine survival of hatchery reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Bull. Aquaculture Assoc. Canada. — 1992. — Vol. 92, № 3. — P. 46–48.

**Kirch P.E., Iverson S.J., Don Bowen W. et al.** Dietary effects on the fatty acids signature of whole Atlantic cod (*Gadus morhua*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1988. — Vol. 55, № 6. — P. 1378–1386.

**Linko R.R., Kaitaranta J.K., Vuorela R.** Comparison of fatty acids in Baltic herring and available plankton feed // Comp. Biochem. Physiol. — 1985. — Vol. 82B, № 4. — P. 699–705.

**Mjaavatten O., Levings C.D., Poon P.** Variation in the fatty acid composition of juvenile chinook and coho salmon from Fraser River Estuary determined by multivariate analysis; role of environment and genetic origin // Comp. Biochem. and Physiol. — 1998. — Vol. 120B, № 2. — P. 291–309.

**Thongrod J., Tareuchi T., Saton J., Watanabe T.** Requirement of yamame *Oncorhynchus masou* for essential fatty acids // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1990. — № 8. — P. 1255–1269.

*Поступила в редакцию 5.05.05 г.*