

БИОЛОГИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 957.553.2

**ИНТРОДУКЦИЯ КОКАНИ *ONCORHYNCHUS NERKA KENNERLYI*
(SUCKLEY) В ОЗЕРА КАМЧАТКИ**

© 2007 г. Е.Г. Погодаев, С.И. Куренков

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии, Петропавловск-Камчатский 683602*

Поступила в редакцию 02.05.2007 г.

Окончательный вариант получен 02.07.2007 г.

Приведены результаты экспериментов по акклиматизации пресноводной формы нерки – кокани в пресноводные водоемы Камчатки. Изучены основные этапы становления и развития популяций вселенцев с учетом состояния водоемов и обитающей там ихтиофауны. Характерные особенности условий воспроизводства и нагула в различных водоемах определяют специфику процессов развития интродуцированных популяций кокани.

ВВЕДЕНИЕ

Крупномасштабный эксперимент по интродукции кокани в не имеющие промыслового значения водоемы Камчатки был начат в 1985 г. сотрудниками лаборатории мониторинга озерных экосистем Камчатского отделения ТИНРО. Необходимость подобного эксперимента обусловила программа поиска перспективных форм рыборазведения и акклиматизации. Основанием для работ в данном направлении послужила проведенная в 1976 г. успешная интродукция кокани в лишенное ихтиофауны кальдерное оз. Карымское. В период 1985-1990 гг. кокани вселили еще в несколько водоемов полуострова (табл. 1).

Таблица. 1. Водоемы со вселенной кокани.

Table 1. The lakes with introduction of kokanee salmon.

Озеро	Наличие местной ихтиофауны	Донорская популяция	Дата	Количество интродуцентов
Ксудач (Ключевое)	-	Кроноцкое	29.09.85	110 производителей
Тихое	+	Кроноцкое	25.09.85	65 производителей
Сево	+	Кроноцкое	01.10.86	80 производителей
Сево	+	Кроноцкое	18.09.87	80 производителей

Разнообразие условий для воспроизводства и нагула молоди во всех экспериментальных водоемах определили специфику процессов становления и развития в них популяций вселенцев, а в конечном итоге и их дальнейшую судьбу. Одни популяции кокани находятся еще в стадии становления, другие на пороге деградации, третьи вообще прекратили свое существование.

В настоящее время в связи с перспективными проектами создания на базе экспериментальных водоемов с интродуцированной кокани полносистемных рыбоводных хозяйств, возникла необходимость в ревизии всех

полученных результатов и оценки современного состояния экосистем водоемов и обитающих в них популяций кокани.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экспедиционные выезды на озеро Ксудач (Ключевое), Сево, Тихое осуществляли один-два раза в летне-осенний период в течение 80-90-х годов и 2000-2004 гг. Сбор материала производили на всех озерах по стандартной схеме – температурный разрез, тотальный облов планктона, гидрохимические пробы по горизонтам, отлов кокани для биологического анализа. За время работ проведено 44 температурных съемки. Гидробиологические пробы и пробы воды отбирали в центральной части озер батометром с горизонтов 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 и 80 м. В гидрохимических пробах воды определяли фосфаты, аммонийный азот, нитриты, нитраты, железо и кремний. Всего собрано и обработано более 236 проб. Материалом для исследований кормовой базы кокани послужили тотальные пробы планктона. Отбор проб планктона производили сетью Джеди (диаметр верхнего кольца 18 см, газ №67). Гидробиологический материал обрабатывали по стандартным общепринятым методикам. Всего собрано и обработано Базаркиной Л.А. более 75 планктонных проб.

Молодь и производителей кокани отлавливали ставными сетями ячеей 12-32 мм в литоральной зоне и в пелагической зоне по горизонтам. На морфологический анализ отловлено 410 экз. молоди и 1 220 производителей кокани. У всех рыб определяли возраст, пол, плодовитость, измеряли длину и массу тела.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Озеро Ксудач (ключевое)

Оз. Ксудач расположено в районе водораздела Западного и Восточного побережий Южной Камчатки (рис.) в кратере одноименного вулкана, образованного в результате мощного извержения 1907 г. и носящего имя Штюбеля. Кратер, заполненный водой, разделен узкой перемычкой на две части. Озеро Ксудач занимает южную часть и не имеет поверхностного стока. Максимальная длина – 4,2 км, ширина – 2,2 км. Площадь водного зеркала 5,3 км². Максимальная глубина 96 м, средняя – 60,6 м. Высота над уровнем моря – 416 м. В центральной части западного берега на протяжении 300-400 м литораль подогревается термальными водами. Температура воды у берега поднимается до 25-30 °С, а на суше, на глубине 10-15 см, температура достигает 70-80 °С. В силу незначительной ветровой экспозиции и больших глубин в водоеме преобладает лимнический круговорот вод. После продолжительного ледостава эпилимнион развивается быстро, но, как правило, достигает глубины не более 10 м, и только в конце сентября может опускаться до 20 м. Максимальные, известные нам поверхностные температуры не превышали 13 °С.

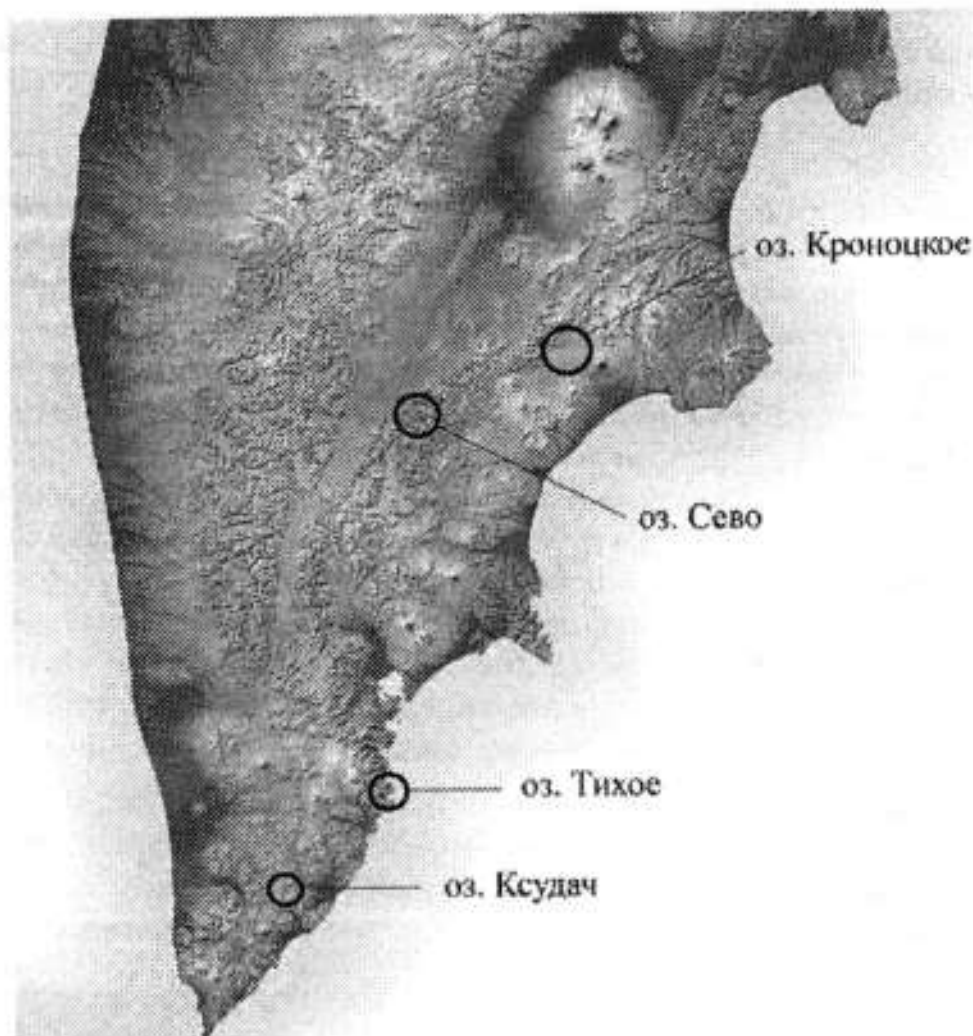


Рис. Географическое расположение исследуемых водоемов.
Fig. Geographical distribution of the lakes studied.

Зоопланктон оз. Ксудач состоит из небольшого количества форм, характерных для северных озер. Веслоногие раки здесь представлены *Acanthocyclops* sp., ветвистоусые раки – *Daphnia pulex*. Несмотря на то, что зоопланктонный комплекс оз. Ксудач по своему составу характерен для горных озер Камчатки, приведенные в таблице 2 количественные показатели планктона, ставят это озеро в особое положение. Как видно из таблицы, отмеченные в 1986 г., еще до вселения кокани, величины общей биомассы ракообразных являются чрезвычайно высокими для всех изученных камчатских озер. Что же касается биомассы циклопов и дафний, то в 1989 г. и, особенно, в 1990 г. большие величины не наблюдались ни в одном из водоемов нашего региона. Можно заметить, начиная с 1991 г., тенденцию к снижению продукционных показателей, причем темпы снижения весьма высоки, что определяется полной изоляцией водоема и лавинообразным нарастанием численности кокани.

Таблица 2. Многолетняя динамика биомассы кормового зоопланктона (мг/м³) в оз. Ксудач.
Table 2. Long-term dynamics of forage zooplankton biomass (mg/m³) in the lake Ksudach.

Вид	12.7.86	17.7.89	28.8.90	16.7.91	8.8.97	30.7.00
<i>Acanthocyclops</i> sp.	700	2439	973	400	40	522
<i>Daphnia pulex</i>	140	1173	6765	-	-	3
Общая биомасса	840	3612	7738	400	40	525

Наблюдения над популяцией кокани оз. Ксудач проводили с момента нереста поколения доноров. Уникальные кормовые условия, в которых нагуливалось первое поколение интродуцентов, отсутствие межвидовой и внутривидовой конкуренции позволили производителям кокани достигать значительно больших, по сравнению с донорами, размерно-весовых показателей и плодовитости (табл. 3). Максимально же известные ее размеры составили – 73 см и 4,65 кг.

Таблица 3. Средняя абсолютная плодовитость, соотношение полов и размеры тела производителей кокани первых поколений оз. Ксудач.

Table 3. Average absolute fecundity, sex ratio and size of adult kokanee from early Ksudach lake generations.

Поколение, год нереста, возраст	Плодовитость (шт.)	самцы/самки	% участия в нересте	Ср. длина тела, см
* 1985 3+, 4+	350	1:1	100	24,0
1988 2+	1350	2:1	20	27,6
1989 3+	1950	1:1	60	47,0
1990 4+	2300	2:1	15	52,0
1991 5+	2900	1:2	5	55,0
Поколение 1988				
1991 2+	1500	1:1	15	26,4
1992 3+	1800	2:1	80	30,4
1993 4+	2100	4:1	5	41,0

* Нерест «основателей».

* Spawning of introduced fish.

Первый, после вселения основателей, нерест состоялся в 1988 г., т.е. созревание, как самцов, так и самок произошло в возрасте 2+ (табл. 4). В уловах 1989 г. в основном присутствовали рыбы возраста 3+. Всех пойманных рыб данного возраста совершенно очевидно можно было разделить на три группы:

1. Отнерестившиеся особи с характерными повреждениями плавников и хвостового стебля, но продолжающие активно двигаться и питаться (нерест 1988 г.).

2. Особи с начальными признаками брачного наряда на 3-4 стадии зрелости (нерест 1989 г.).

3. Особи со стадией зрелости 1-2 (нерест 1990-1991 гг.).

Естественно, что наибольший интерес представляла первая группа, и в последующие годы наблюдений ей уделяли особое внимание. Уловы 1990 г.

показали присутствие в озере уже трех возрастных групп. Самая старшая группа рыб 4+ подразделялась на две хорошо дифференцируемые части – особи, вступающие в первый нерест и особи, отнерестившиеся в 1988 г., представленные рыбами с начальными стадиями развития половых продуктов и полностью регенерированным чешуйным покровом. Характерной особенностью этих рыб являлось нарушение пропорций тела. Хвостовой стебель и плавник примерно соответствовали размерам рыбы в период первого нереста, тогда как голова и тело за два года существенно увеличились в размерах. На чешуе отчетливо видна нерестовая метка. В 1991 г. наблюдения за этой группой, достигшей возраста 5+, были продолжены. Нам удалось проследить судьбу выживших после первого нереста особей на протяжении трех лет, что позволило сделать следующий вывод – процесс регенерации приводит к отставанию в росте от еще не нерестившихся рыб примерно на год. В дальнейшем происходит частичная компенсация в темпе роста, но конечные размеры особей, впервые нерестившихся в возрасте 5+, все же значительно выше. Развитие гонад не пошло далее начальных стадий протоплазматического роста, т.е. рыбы на протяжении трех лет оставались практически стерильными.

Таблица 4. Динамика становления возрастного состава кокани оз. Ксудач.

Table 4. The dynamics of age composition forming in Ksudach Lake kokanee.

1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	....	1997	1998	1999	2000
X	0+	1+	2+x	3+x	4+x	5+x	6+						
	0+	1+	2+x	3+x	4+x								
	0+	1+	2+x	3+x									
	0+	1+	2+x										
	0+	1+	.....	5+x									
0+	.....	4+x											
								.....	3+x	4+	5+		
								....	2+x	3+x	4+	5+	
								....	1+	2+x	3+x	4+	
									0+	1+	2+x	3+x	
									0+	1+	2+x		

* Возрастные группы, в которых встречались особи, выжившие после нереста. X – нерест основателей, x – нерест.

* The age groups, where were found samples, survival after spawning. X – spawning of introduced fish, x – spawning.

В первые годы, при благоприятных нерестовых условиях – отсутствии хищников и уникальной кормовой базе, выживаемость кокани от икры до производителей достигала, вероятно, не менее 30-50%. Если учесть, что «основателями» было отложено около 20 тыс. икринок, то общая численность первого поколения составляла, приблизительно, 8-10 тыс. особей. Соотношение полов в этом поколение было 1:1, т.е. количество самок равнялось 4-5 тыс. Таким образом, с 1988 по 1991 гг. только первым поколением, родившемся в озере, было отложено около 8 млн. икринок. Это привело к резкой вспышке численности

нагуливающейся молоди в 1990-1992 гг. и, как следствие, снижению кормовой базы и размеров производителей. Последние, в третьем поколении (от нереста 1989 г.) вступившие в нерест в 1993 г., вплотную приблизились к показателям «основателей». Мы предположили, что в дальнейшем должно происходить продолжение уменьшения размерных показателей производителей, увеличение доли самцов в популяции, снижение общей численности и стабилизация состава популяции, представленной мелкими, рано созревающими особями.

Однако, результаты, полученные в 1997-1998 гг., заставили нас пересмотреть предыдущее предположение. Неожиданным стал высокий процент самок, а также старших возрастных групп и «постпроизводителей», не уступающий по величине наблюдаемым в годы становления популяции (табл. 5). Поскольку в пробах 1993 г. подобные особи отсутствовали, мы полагали, что генотипы, способные к выживанию после нереста, а также несущие аллели возрастов 4+ и 5+ утеряны. Однако эволюционирование структуры популяции оз. Ксудач пошло иным путем, включающим весьма редкое для кокани явление, отмеченное только в одной из известных нам популяций – каннибализм (Иванков, 1984). Сеголетки кокани встречались в желудках рыб как старших возрастных групп (4+, 5+) и «постпроизводителей», обладающих наиболее крупными размерами, так и у рыб репродуктивного ядра популяции – 3+. Следует отметить, что дефицит биомассы зоопланктона вынудил кокани существенно изменить спектр питания. Если в 1989-1993 гг. рацион кокани в летний период состоял исключительно из акантоциклопсов и дафний с незначительным добавлением гаммаруса и имаго насекомых, то в 1997 г. пищевой комок состоял из бентосных организмов и упомянутых выше сеголетков кокани. Не трудно предположить, что в зимний период роль каннибализма в питании старших возрастных групп существенно возрастала. Значительное ухудшение общих кормовых условий для кокани в 1997-1998 гг. и каннибализм старших возрастных групп привели к увеличению смертности молоди, что существенно уменьшило ее плотность во время нагула. Падение численности одновременно нагуливающихся рыб несколько ослабило их пресс на кормовую базу, что позволило к 2000 г. биомассе циклопов восстановиться до уровня начала 90-х годов.

Исследования последних лет позволили установить существенные изменения в репродуктивной части популяции кокани. Уменьшилось относительное количество трехгодовалых производителей. Исчезли четырехгодовалые производители. Несмотря на снижение общей численности кокани, в 2000 г. отмечено измельчание и омоложение нерестовой части популяции. Все эти признаки свидетельствуют о том, что популяция кокани оз. Ксудач уже прошла стадию стабилизации и начала движение к деградации.

Уникальные кормовые условия оз. Ксудач, в которых нагуливалось первое поколение интродуцентов, отсутствие зоосоциальной напряженности, позволили

производителям этого поколения достигнуть максимально известных для кокани размеров (73 см, 4,65 кг). Резкое увеличение плодовитости (в 3-6 раз) привело к тому, что численность уже второго поколения достигла промысловых значений. Дальнейший рост численности и, соответственно, плотности не только ухудшил условия нагула рыб, но и привел к активизации внутривидовых процессов, выразившихся, в первую очередь, в усилении отбора на энергетически целесообразный генотип. Поскольку, в оз. Ксудач, отсутствовал один из основных для сложных ихтиоценозов элиминирующий фактор – хищники, главенствующей силой отбора становилась пищевая конкуренция внутри популяции.

Таблица 5. Некоторые биологические показатели производителей и «постпроизводителей» кокани оз. Ксудач в 1997 г.

Table 5. Some biological characteristics of kokanee spawners and post-spawners in Ksudach Lake in 1997.

Возраст	%	Ср. длина, см
2+	10,0	21,8
3+	62,0	32,8
4+	23,0	43,0
5+	5,0	50,2
Самцы	60,0	-
Самки	40,0	-
«Постпроизводители»		
3+	2,0	25,8
4+	80,0	38,6
5+	18,0	48,8
Самцы	12,0	-
Самки	88,0	-

Если рассматривать рост и созревание как процессы тесно связанные между собой, то наибольшее преимущество при напряженности пищевых отношений получал генотип, замедляющий рост (наименьшие энергетические затраты) и способствующий относительно быстрому созреванию (увеличение численности за счет оборачиваемости поколений). В обычной ситуации эти генотипы в первую очередь элиминируются хищниками, поскольку медленно выходят из-под их пресса. В данном же случае, наоборот, они становились преобладающими из-за быстрой оборачиваемости.

С хозяйственной точки зрения подобное положение крайне нежелательно, поскольку не только малые размеры рыбы делают промысел более сложным и менее рентабельным, но и поворот процесса в обратную сторону практически невозможен без уничтожения 90-95% численности популяции, обновления ее генофонда и восстановления кормовой базы. Вполне очевидно, что столь неблагоприятные последствия можно избежать только за счет искусственного регулирования численности популяции и, в первую очередь, посредством селективного промысла. Речь должна идти не только о традиционных орудиях лова, способных изымать преимущественно крупных и средних по размеру особей,

но и о других технологических приемах, позволяющих снижать численность младших возрастных групп.

Как показали результаты исследования, экосистема озера выдержала лавинообразное увеличение плотности нагуливающейся кокани во второй половине 90-х годов. Естественные внутривидовые механизмы регуляции с неизбежными издержками к 2000 г. снизили численность кокани. Это ослабило ее пресс на уже, казалось, окончательно подорванную кормовую базу. В дальнейшем, при условии организации промысла кокани, можно рассчитывать на постепенное восстановление биомассы кормового зоопланктона.

Озеро Сево

Оз. Сево расположено в отрогах Валагинского хребта в 30 км к юго-востоку от с. Мильково на высоте 600 м над уровнем моря. Озеро каньонообразной формы подпрудного типа. Длина озера 3,5 км, ширина 700 м. Площадь водного зеркала около 5 км². Глубина в районе завальной плотины более 80 м. Литораль развита слабо. Озеро со всех сторон окружено высокими сопками, подходящими к самому урезу воды. Коэффициент открытости долины очень низкий. В связи с этим, интенсивного ветрового перемешивания водных масс не происходит, что, в свою очередь, определяет специфику термического режима. Несмотря на довольно сильный прогрев поверхностных слоев в летний период, озеро не обладает мощным эпилимнионом. Только в конце сентября, когда уже начинается осеннее охлаждение поверхностных слоев, наблюдается опускание эпилимниона до глубины 20 м. Судя по сезонной динамике температур в слоях ниже 30-40 м, которые не подвержены в вегетационный период даже небольшому прогреву, соответственно не могут сильно охлаждаться и в зимний. Трехградусная изотерма в подледный период не опускается ниже 30 м. Таким образом, температурные условия нагула кокани в озере подо льдом можно считать хорошими.

Зоопланктон оз. Сево также состоит из небольшого количества форм характерных для северных озер. Веслоногие раки здесь представлены *Cyclops scutifer*, ветвистоусые раки – *Daphnia galeata* и *Bosmina longirostris*. Общая биомасса кормового зоопланктона достаточно высока (765 мг/м³), что позволяет поставить оз. Сево в ряд наиболее продуктивных озер Камчатки.

В отличие от оз. Ксудач, в оз. Сево до интродукции кокани уже существовала собственная ихтиофауна, представленная единственным видом – жилым гольцом мальмоидного типа. Перевозку кокани в оз. Сево производили два раза – в 1986 и 1987 гг. Динамика становления и развития популяции кокани в этом озере значительно отличалась от таковой в оз. Ксудач. Уже сам факт наличия двух донорских поколений кокани с самого начала формирования новой популяции кокани создал условия внутривидовой конкуренции среди возрастных групп дочерних поколений. Другим стабилизирующим фактором было наличие мощного

элиминирующего воздействия жилого гольца. Гольц выступал в роли естественного регулятора (подобно механизму в популяциях проходных лососей) возрастной и популяционной структуры формирующейся популяции кокани. Выедавая мелкую (медленнорастущую и поздносозревающую) молодь, он, с одной стороны, создавал условия, при которых преимущество получала быстрорастущая и раносозревающая молодь, с другой, регулировал численность одновременно нагуливающих рыб, не позволяя ее плотности достигнуть критических величин, способных привести к истощению кормовой базы.

Благодаря этим факторам внутривидовые процессы в период становления протекали плавно и стабильно, без «гигантизма», каннибализма и постпроизводителей. За все время существования популяции ни разу не встречались рыбы старше четырех лет, а в последние годы и эта возрастная группа не попадает (табл. 6). За все время не было ни одного случая поимки постпроизводителя. Размерно-весовые показатели производителей первых поколений кокани не отличались значительно от таковых у донорской популяции (табл. 7). В первые годы становления отмечали существенную диспропорцию в соотношении полов, но и этот показатель в последние годы выравнивался. К 2000 г. обнаружилось значительное уменьшение длины тела у производителей кокани.

Таблица 6. Динамика становления возрастного состава популяции кокани в оз. Сево.

Table 6. The dynamics of age composition forming in Sevo Lake kokanee population.

1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	.....	1997	1998	1999	2000
X 0+	1+	2+x	3+x	4+x									
	X 0+	1+	2+x	3+x	4+x								
		0+	1+	2+x	3+x	4+x							
		0+	1+	2+x	3+x								
	0+	1+	2+x	.....								
	0+	1+	.....	4+x									
	0+	.....	3+x										
										..2+x	3+x		
										...1+	2+x	3+x	
										0+	1+	2+x	3+x
											0+	1+	2+x

X – нерест основателей, x – нерест.

X – spawning of introduced fish, x – spawning.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что популяция кокани оз. Сево прошла стадию стабилизации. Плотность популяции на протяжении последних лет находится на уровне, превышающем пороговые величины. Об этом свидетельствует измельчание и омоложение репродуктивной ее части. Вероятно, стабилизирующая роль гольца недостаточна для предотвращения деградации популяции кокани.

Таблица 7. Средняя абсолютная плодовитость, соотношение полов и размеры тела производителей кокани оз. Сево.

Table 7. Average absolute fecundity, sex ratio and size of Sevo Lake adult kokanee.

Год нереста, Возраст	Плодовитость (шт.)	самцы/самки	Ср. длина тела, см
* 1986 3+, 4+	350	1:1	24,0
* 1987 3+, 4+	350	1:1	24,2
1989 2+	370	1:15	25,8
1992 2+	360	1:3	25,0
1992 4+	550	1:2	28,4
2000 2+	250	1:2	19,2
2000 3+	300	1:2	20,8

* Нерест « основателей».

* Spawning of introduced fish.

Условия становления популяции кокани в оз. Сево существенно отличались от таковых в оз. Ксудач. Поскольку температурные и кормовые условия в обоих водоемах примерно одинаковые, то определяющим направлением микроэволюционных процессов у интродуцированной в оз. Сево кокани являлось наличие хищников. Благодаря стабилизирующей роли этого фактора численность одновременно нагуливающих рыб увеличивалась постепенно, что обеспечило медленное усиление пресса кокани на вторичную продукцию и тем самым исключило возникновение экстремальных ситуаций связанных с подрывом кормовой базы. Другим следствием этого влияния стало отсутствие у последней популяции кокани экстраординарных проявлений, обычно не свойственных донорским популяциям, но ярко проявившихся в водоемах, где подобный фактор отсутствовал. С точки зрения регулятора возрастной структуры у формировавшейся популяции кокани наличие хищника сыграло отрицательную роль, так как максимально сократило количество возрастных групп у производителей сначала до трех, а в последние годы и до двух.

Вообще такая ситуация в условиях замкнутых водоемов нежелательна. Несмотря на то, что лососевые обладают значительным запасом генетической изменчивости, не следует забывать, что вновь образованные популяции кокани берут свое начало лишь от сотни производителей. За прошедшие годы, частота близкородственных скрещиваний безусловно возросла, что должно было повлечь за собой повышение коэффициента инбридинга. Естественный отбор стремится отбирать и закреплять в популяции мелкие и быстро оборачиваемые (рано созревающие) фенотипы, которые долгое время будут преобладать в стаде, даже при некотором улучшении условий нагула. Снижение инбредности популяции возможно путем дополнительного вселения кокани из Кроноцкого озера.

Для организации товарно-рыбоводного хозяйства на оз. Сево в настоящее время потребуется проведение целого комплекса мероприятий. Поскольку стабилизирующим фактором в условиях рационального хозяйствования в замкнутом водоеме должен стать промысел кокани, численность гольца, прежде выполнявшего эту функцию, необходимо значительно уменьшить. Ослабление элиминирующего фактора на ранних стадиях развития повысит выживаемость молоди. Увеличение плотности нагуливающейся молоди необходимо компенсировать повышением продуктивности всех трофических уровней экосистемы путем предварительного проведения фертилизационных мероприятий.

Озеро Тихое

Оз. Тихое находится в 80 км от г. Петропавловска-Камчатского на восточном побережье Тихого океана в южной части полуострова между бухтами Русская и Лиственичная. Имеет ледниково-фьордовое происхождение и расположено в горной долине на высоте 3 м над уровнем моря, от которого отделено неширокой (20-150 м) галечно-валунной косой. Сток из озера осуществляется подземной речкой с расходом, примерно 1-3 м³/сек. в южной части косы. Бассейн озера занимает площадь около 30 км². В озеро впадают р. Тихая и два крупных ручья. Максимальная длина озера – 2,9 км, максимальная ширина – 1,5 км. Площадь зеркала – около 2,4 км². Максимальная глубина 48 м. Уровенный режим непостоянный. В условиях ограниченного стока из озера, при выпадении большого количества осадков или в период паводка, разгрузка озера происходит медленно и уровень в нем может повышаться до 1 м и более.

Близость к морю определяет климатические особенности данного района. Воды озера весьма динамичны. Долина озера открыта воздействию ветров преобладающих направлений (запад-восток), что способствует перемешиванию. Несмотря на интенсивный ветровой режим, циркуляция не бывает полной и весенняя гомотермия не наступает. В основе этого лежит уникальное явление. В оз. Тихом в подледный период происходит расслоение всей толщи воды на три конвекционные зоны. Придонный десятиметровый слой не остывает ниже 4 °С. В слое 20-25 м постоянно поддерживается температура от 5 до 6 °С. В районе этих изобат существует выход теплых термальных вод. Этот тепловой клин даже в июне препятствует быстрому перемешиванию толщи воды и наступлению гомотермии. Средняя температура поверхностного 10-метрового слоя зимой может колебаться от 1,0 до 1,8 °С. В летний период эпилимнион развит слабо и не опускается ниже 10 м.

Для озера характерна чрезвычайно низкая продуктивность. Сообщество кормовых ракообразных состоит из *Podon leuckarti*, *Bosmina longirostris*, *Eudiaptomus gracilis*. Средняя биомасса зоопланктонных организмов в озере находится на уровне 140 мг/м³.

В 1985 г. в оз. Тихое из оз. Кроноцкого были перевезены 65 производителей кокани. Эксперимент по интродукции кокани в озеро можно считать неудавшимся, т.к. за все прошедшие годы нами не было поймано ни одного экземпляра кокани. Основными причинами неудачной интродукции кокани следует считать отсутствие полноценных литоральных нерестилищ и чрезвычайно низкую кормовую базу. Наличие хищников в озере, вероятно, сыграло свою отрицательную и решающую роль. В настоящее время в озере обитают в достаточно больших количествах только голец и кунджа.

Как показали исследования, в оз. Тихое присутствует целый набор негативных факторов. С одной стороны, в озере нет полноценных литоральных нерестилищ, с другой стороны – исключительно низкая продуктивность всех звеньев трофической цепи экосистемы и мощный пресс хищников. В существующих условиях, для перевода водоема в разряд товарно-рыбоводных хозяйств, по нашему мнению, можно рассматривать только два пути.

Первый – пастбищное рыбоводство. Для реализации этого направления, прежде всего, необходимо максимально сократить численность гольца и кунджи и повысить продуктивность экосистемы посредством фертилизационных мероприятий. Проблему искусственной молоди кокани можно решить либо перевозкой уже подрощенных мальков с других рыбоводных заводов, либо строить местный рыбоводный цех. Желательно установить адаптационный период для мальков в литоральных садках перед их выпуском в озеро. Рекомендованное количество выпускаемой молоди будет определено после оценки состояния кормовых условий в водоеме.

Второе – садковое рыбоводство. Для реализации этого варианта потребуются, в первую очередь, мероприятия, направленные на соблюдения максимальной естественной биологической чистоты водоема, с целью его перевода в специализированное садковое хозяйство. Данный вариант потребует строительства кроме инкубационного цеха еще и стационарных бассейнов для подращивания молоди в течение более длительного времени до значительных навесок (более 100 г), перед выпуском в плавучие озерные садки. Длительное подращивание молоди в стационарных бассейнах в условиях максимальных плотностей потребует решения проблемы вакцинации при соответствующем оборудовании. Основополагающей же составляющей успеха, несомненно, будет являться правильный выбор кормов. В условиях замкнутого водоема, первостепенное значение приобретает сбалансированность и экологическая апробированность гранулированных кормов. Ведь неиспользованные и осевшие на дно гранулы невозможно будет, при случае, подчистить.

Совмещение садкового и пастбищного рыбоводства на оз.Тихое, по нашему мнению, нецелесообразно, поскольку реализация каждого из этих направлений требует противоположных, взаимоисключающих методик.

Учитывая приведенные данные, следует признать наиболее предпочтительным видом товарного хозяйства в оз. Тихом именно садковое рыборазведение. Абиотические параметры отвечают необходимым требованиям. Эксплуатация плавающей садковой системы не окажет отрицательного влияния на жизнедеятельность существующих гидробионтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иванков В.Н. Проходная и жилая форма нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) о. Итуруп (Курильские острова). В кн.: Биология проходных рыб Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 1984. С. 65-73.

INTRODUCTION OF KOKANEE SALMON INTO THE LAKES OF KAMCHATKA

© 2007 y. E.G. Pogodaev, S.I. Kurenkov

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Petropavlovsk-Kamchatsky*

The results of the pioneer experiments on the acclimatization of resident freshwater sockeye salmon, kokanee salmon, in the freshwater watersheds of Kamchatka have been demonstrated. The principle stages of formation and development of the populations introduced in connection to the state of recipient watershed and local fish community have been described. The characteristic traits of the local spawning complex and conditions of feeding in different watersheds have revealed the specifics of developmental processes in the populations introduced and determined the results of the experiments.