

SUMMARY

The tentative results of observations on the development of the reproductive tissue in *Laminaria japonica* off Primorye are shown. The observations were made in three farms under different ecological conditions. It is concluded that thalluses for spreading spores on the stocking-rearing substrate of the plantations should be collected when the form of sporangium is normal and its size ranges from 70 to 75 mkm in the reproductive tissue. Sporozooids should be active and with accomplished all five stages of the activity.

УДК 639.2.371.2:639.3.032

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕРИЛЬНЫХ ГИБРИДОВ В ОСЕТРОВОДСТВЕ

Е. В. Серебрякова (ВНИРО)

В настоящее время широкое распространение получило товарное осетроводство, основным объектом выращивания которого является бестер — гибрид белуги со стерлядью. Из-за близкого генетического сходства скрещиваемых видов этот межродовой гибрид оказался плодовитым, поэтому появилась опасность возникновения гибридной интрогрессии при попадании бестера в естественные водоемы с сохранившимся нерестом осетровых.

Кариологическое изучение осетровых рыб показало, что кроме бестера могут быть плодовитыми и гибриды от скрещивания между собой белуги, севрюги, шипа, стерляди; при скрещивании этих видов с русским, амурским и сибирским осетрами гибриды бесплодны из-за значительных различий в числе хромосом (Burtzev, Nikoljukin, Serebryakova, 1976).

Об эффективности выращивания гибридов от разнохромосомных скрещиваний осетра со стерлядью, белугой и севрюгой писал Н. И. Николюкин, исходя из теоретических предпосылок о более раннем приобретении гибридами хозяйственно ценных качеств, в частности, вкусовых, и более высокой приспособляемости их к несвойственным для проходных осетровых рыб условиям.

В результате гистологического и цитологического анализа гаметогенеза у гибрида осетра со стерлядью были обнаружены нарушения в развитии половых желез (Семеновская, 1957; Бурцев, 1962; Серебрякова, 1964). Однако отмечены единичные экземпляры половозрелых гибридов осетра со стерлядью в естественных условиях и при искусственном выращивании (Аристовская, Лукин, 1948; Николюкин, 1954; Строганов, 1959), что послужило причиной для более подробного цитологического анализа эмбриогенеза первого поколения гибридов осетра со стерлядью, белугой и возвратного гибрида стерлядь \times (стерлядь \times осетр), чтобы установить возможность получения от них потомства и определить его жизнеспособность.

Экспериментальные скрещивания (F_1) проводили на Рогожкинском рыбозаводном заводе. Возвратные гибриды были получены в Аксайском рыбопитомнике. Икру инкубировали в аппаратах Ющенко, разделенных на секции сетчатыми перегородками, и в чашках Петри; мальков выращивали в лотках и аквариумах.

Гибридные формы оценивали по цитологическим показателям, соотношению нормальных и aberrантных митозов; по величине выживания в эмбриогенезе и личиночных стадиях.

Кариотипы всех исследованных гибридов содержат гаплоидные наборы хромосом обоих родителей. По определению кариотипов на стадии бластулы число хромосом у стерляди в модальном выражении равно 60; у осетров — 120—130; у гибридов — 90—96. Точно определить даже моду на давленных препаратах чрезвычайно трудно из-за широкой вариабельности мелких акроцентрических хромосом. Вероятно, числа хромосом несколько занижены, так как при отборе пластинок для исследования прежде всего учитывали стабильность числа крупных и средних хромосом, считая большее число микрохромосом на некоторых пластинках результатом их поломки при приготовлении препарата.

При изучении колхицинированных эпителиальных клеток у сеголетков установлено увеличение числа мелких акроцентриков: модальные числа хромосом у русского осетра колебались от 190 до 200; у стерляди от 105 до 112, числа крупных и средних метацентриков были относительно постоянными и примерно одинаковыми как в эмбриональных клетках, так и в эпителиальных (Burtzev, Nikoljukin, Serebrjakova, 1976).

В определениях обоими методами числа хромосом у исследованных гибридов (осетра со стерлядью) равнялись среднеарифметическому от чисел хромосом родителей.

Результаты анализа поведения хромосом и выживаемости гибридных форм представлены в табл. 1 и 2. Все скрещивания, в том числе контрольные, были проведены в двух повторностях. В таблицах приведены осредненные данные, так как показатели повторных скрещиваний статистически не отличались от начальных.

Первые поколения гибридов во всех вариантах скрещиваний очень близки между собой и немного отличаются от родительских видов (статистически неразличимы).

Как правило, для чистых видов характерна высокая выживаемость и отсутствие серьезных цитологических и морфологических нарушений. Обычно при клеточном делении наблюдалось не более 5—10% aberrаций (см. табл. 1), причем только отставание отдельных хромосом (см. табл. 2).

Для гибридов характерно большее разнообразие митотических нарушений. Иногда несколько хромосом расположено вне метафазной пластинки, наблюдается небольшое число мостов и 3—5 полюсных

Таблица 1

Распределение эмбрионов по частоте митотических нарушений и показателей выживания у гибридов белуги с осетром и стерляди с осетром ($F_1 F_{II}$)

Вид или гибридная форма	Количество икринок, % к исследованным (20 шт.)					Оплодотворение икры, %	Число уродливых эмбрионов перед выклевом		Выживание эмбрионов	
	без митотических аномалий	с частотой митотических аномалий					"легких"	"тяжелых"		
		1—5	5—10	10—20	20—30					30—100
Белуга	62,0	38,0	—	—	—	91,9	6,9	—	63,0	
Осетр	50,0	45,0	5,0	—	—	92,8	10,4	—	66,8	
Стерлядь	65,0	35,0	—	—	—	97,2	12,05	—	66,2	
Осетр × белуга	40,0	29,5	20,5	10,0	—	84,6	9,4	—	53,7	
Стерлядь × осетр	25,0	40,0	20,0	12,5	2,5	98,0	10,7	—	50,1	
Осетр × стерлядь	35,8	36,45	10,0	15,25	2,5	88,8	19,0	4,8	60,8	
Стерлядь × (стерлядь × осетр)	—	12,5	12,5	22,5	15,0	37,5	86,0	10,6	74,4	8,7

Соотношение типов митотических нарушений в эмбрионах гибридов
разнохромосомных родителей

Вид или гибридная форма	Число исследованных клеток	Количество aberrантных		Тип aberrации			
		шт.	%	отстав- ния хро- мосом	хромосо- мы вне пластинки	мосты	3-5-по- лярные митозы
Белуга	638	12	1,88	100	—	—	—
Осетр	583	27	4,8	100	—	—	—
Стерлядь	493	8	1,5	100	—	—	—
Осетр × белуга	392	38	9,9	73,4	20,0	—	6,6
Осетр × стерлядь	567	45	7,93	58,0	28,6	9,0	4,4
Стерлядь × осетр	598	45	7,6	48,8	33,5	6,6	11,1
Стерлядь × (стерлядь × осетр)	1100	236	21,4	41,9	8,2	24,1	25,8

митозов. Однако количество aberrаций в единичных эмбрионах не превышало 20%, а основную массу составляли либо нормальные икришки, либо с незначительными нарушениями.

По количеству оплодотворенной икры особи гибридных скрещиваний не отличались от контрольных. Тяжелые уроды (в основном с деформацией туловищного отдела) встречались только у гибрида осетра со стерлядью (4,8%).

Таким образом, кариотипические различия скрещиваемых видов незначительно повлияли на эмбриональное развитие и жизнеспособность F_1 , но привели к их бесплодию. Из нескольких десятков гибридов осетра со стерлядью и белугой, выращенных в прудах до 10—25-летнего возраста, плодотворным оказался один самец (стерлядь × осетр), который несколько сезонов подряд после гипофизарных инъекций давал текущие молоки. Оплодотворение его молоками икры стерляди в 1967, 1969 и 1972 гг. давало очень низкие результаты: выживание эмбрионов до выклева обычно не превышало 5—10%, несмотря на достаточно высокий процент оплодотворения (86%).

Изучение стерляди и гибридов $F_{\text{в}}$ показало, что нарушения в развитии начинались у $F_{\text{в}}$ — стерлядь × (стерлядь × осетр) после прохождения гастрюляции. Во всех повторностях завершали гастрюляцию только около 40% эмбрионов.

В контроле нормально развивалось 85% икры. Перед выклевом различия в развитии опытных и контрольных эмбрионов выразились еще более четко: у гибрида стерлядь × (стерлядь × осетр) отмечалось 74,4% тяжелых уродов. Слабая жизнеспособность гибрида появилась и на стадиях выклева. В обеих повторностях количество выклюнувшихся эмбрионов $F_{\text{в}}$ было очень низким — до 8,7%, у стерляди достаточно высоким (66,2%), у F_1 — 50,1% (см. табл. 1). Количество выживших личинок $F_{\text{в}}$ после их перехода на активное питание по отношению к числу посаженных составило лишь 4,25%.

По цитологическим показателям этот гибрид значительно отличался от контроля и $F_{\text{в}}$ — количество хромосом в blastomeres — колебалось от 27 до 123. Все эмбрионы были мозаичны, некоторые содержали большое количество гаплоидных и полиплоидных клеток, но эмбрионов, содержащих только клетки кратной ploидности, не обнаружено. Для всех икринок характерно большое количество самых разнообразных анафазно-телофазных aberrаций. Большая часть эмбрионов содержала грубые многочисленные нарушения — мосты, мультиполярные веретена (см. табл. 2).

Таким образом, очевидно, что спермии гибрида стерлядь × осетр, хотя и были жизнеспособны, обладали высокой подвижностью и обеспечивали довольно высокий процент оплодотворения икры, несли в себе дефектную генетическую информацию, ставшую причиной полной гибели эмбрионов.

Случайная вспышка сперматогенеза, проходившая с самыми разнообразными абберациями и только с 7,1 нормальными мейотическими анафазами, позволяет говорить лишь о частичной фертильности гибридов осетра со стерлядью.

По литературным данным, самцы в IV стадии зрелости встречались в незначительном количестве только среди волжских гибридов (Дюжиков, 1959; Бурцев, 1967); более 90% самок от общего числа исследованных были стерильны; основная масса половых клеток претерпевала пикнотическую дегенерацию на разных фазах синаптного пути (Персов, 1954; Семеновская, 1957; Бурцев, 1962).

Нарушения на ранних стадиях развития гонад наблюдали и у естественных гибридов осетра с севрюгой и шипом (Бурцев, 1967).

Мы не располагаем данными о плодовитости естественных гибридов осетра с белугой; пять исследованных 11—15 годовалых прудовых экземпляров были полностью стерильны, наблюдалось полное жировое перерождение генеративной части гонад (Бурцев, 1967).

Таким образом, гибриды разнохромосомных видов осетровых рыб стерильны и в этом их преимущество, так как не исключается их выращивание в естественных водоемах совместно с родительскими видами.

Можно рекомендовать их для выращивания в морских садках в районах, запретных для содержания плодовитого бестера.

Гибриды осетра со стерлядью, белугой и севрюгой были рекомендованы Н. И. Николюкиным как быстрорастущие, жизнестойкие формы для промышленного выращивания с тем, чтобы получать в два вегетационных периода высококачественную товарную рыбу.

Средняя масса годовиков гибрида осетра со стерлядью достигает 109,6 г при максимуме 150 г, осетра — значительно ниже — 47,2 г (Николюкин, 1972).

Аквариумное и прудовое выращивание обеих реципрокных форм белуги с осетром показало преимущество гибрида осетр × белуга. Он более жизнестоек и отличается более интенсивным ростом. Годовики его достигали 117,6 г, тогда как масса осетров не превышала 54 г (Тимофеева, Шпилевская, 1954).

Об успешном выращивании гибрида осетра с севрюгой писал Н. И. Бизяев (1949). Темп роста гибрида был выше, чем у выращиваемых вместе с ним родительских видов, кроме того, он оказался более жизнеспособным.

Гибриды разнохромосомных видов осетровых интересны еще и тем, что благодаря большому количеству хромосом имеют и большие возможности генной комбинаторики. Подобные скрещивания могут быть более успешными из-за относительно малого значения возможных нарушений в отдельных хромосомах.

Выводы

1. Гистологическое и цитологическое исследование половых желез гибридов осетра со стерлядью и белугой, выращиваемых в прудах до 20-летнего возраста, позволило выявить значительные нарушения в развитии их гонад. Потомство от единственного созревшего самца гибрида стерлядь × осетр было нежизнеспособным. Полученные данные свиде-

тельствуют о стерильности этих гибридных форм, и поэтому опасность интрогрессии при попадании их в естественные водоемы с сохранившимся естественным нерестом осетровых исключается.

2. Попытки получить жизнеспособное потомство от инъецированных самцов естественных гибридов осетра со стерлядью оказались неудачными, однако обнаружение единичных зрелых самок заставляет экспериментально проверить их способность давать жизнеспособное потомство при возвратных скрещиваниях с самцами исходных видов.

3. По литературным данным преимущество гибридов разнохромосомных скрещиваний при выращивании в искусственных условиях очевидно, но для рекомендации их в промышленное производство необходимы дополнительные экспериментальные данные по темпу их роста и жизнестойкости сравнительно с родительскими видами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Аристовская Г. В., Лукин А. В. Осетр Средней Волги. — Труды Татарского отделения ВНИИ речного рыбного хозяйства, 1948, вып. 3, с. 67—72.
- Бизяев И. Н. Опыт выращивания осетро-севрюжьих гибридов в пруду. — Рыбное хозяйство, 1949, № 10, с. 42—43.
- Бурцев И. А. О воспроизводительной способности гибрида осетра со стерлядью. — ДАН СССР, 1962, 144, № 6, с. 1377—1379.
- Бурцев И. А. Некоторые данные по гаметогенезу гибридов осетровых рыб. — Труды ЦНИОРХ, 1967, б. т. 1, с. 252—257.
- Дюжиков А. Г. О естественной гибридизации рыб на Волге. — ДАН СССР, 1959, т. 129: № 1, с. 194—197.
- Николюкин Н. И. Отдаленная гибридизация рыб. — М.: Пищевая промышленность, 1972.—335 с.
- Персов Г. М. Выступление в прениях. — Труды совещания по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных, 1954, вып. 3, М., Изд-во АН СССР, с. 183.
- Семеновская К. С. О половых железах гибрида между осетром и стерлядью в связи с вопросом о его способности к размножению. — ДАН СССР, т. 114, № 1, 1957, с. 229—231.
- Серебрякова Е. В. Изучение хромосомных комплексов в цитологии сперматогенеза гибридов осетровых рыб. — Известия ГосНИОРХ, 1964, т. 57, с. 279—285.
- Строганов Н. С. Опыты выращивания и акклиматизации осетровых рыб в прудах. — Бюллетень научно-технической информации Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции, 1959, № 3, с. 15—25.
- Тимофеева Н. А., Шпилевская Г. В. Гибридизация белуги с осетром. — Труды Саратовского отделения Каспийского филиала ВНИРО, 1954, т. 3, с. 83—99.
- Burtz'ev, I. A., N. I. Nikoljukin, E. V. Serebryakova. Karyology of the Acipenseridae family in relation to the hybridization and taxonomy problems. *Ichthyologia*, 1976, v. 8, No. 1, p. 27—34.

An opportunity of using sterile hybrids in sturgeon culture

Serebryakova E. V.

SUMMARY

The caryologic study of sturgeon has revealed that hybrids obtained as a result of interbreeding between giant sturgeon, sterlet, stellate sturgeon and ship sturgeon may be fertile whereas hybrids resulted from crossing the above-mentioned species with Russian, Amur and Siberian sturgeon are always sterile because of genome differences between two groups of species.

In hybrids obtained from interbreeding of sturgeon fish with different amount of chromosomes the development of the reproduction system is disturbed. The investigation of embryogenesis of hybrids (sturgeon × sterlet F_1 and F_2) revealed that the hybrid sperm was genetically defective. The development of the return hybrid was different from that of the first generation and parental species in the incubation and larval period, i. e. rough numerous chromosome anomalies and almost all larvae of the return hybrid were dead.