

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БУРЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ИМЕНИ В.Р. ФИЛИППОВА



**ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции,
посвященной 300-летию Российской академии наук и Дню Российской науки
(Улан-Удэ, 5-9 февраля 2024 г.)

Улан-Удэ
2024

Печатается по решению организационного комитета конференции

Редакционная коллегия:

Цыбиков Бэликто Батоевич – ректор ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА, канд. с.-х. наук, доцент, председатель;
Алтаева Ольга Алексеевна – проректор по НИР и МС, канд. с.-х. наук, доцент, заместитель председателя;
Калашников Сергей Сергеевич – начальник Управления научных исследований и инноваций; канд. техн. наук, доцент;
Васильева Наталья Александровна – зам. декана по НИР агрономического факультета;
Кушкина Юлия Алексеевна – зам. декана по НИР факультета ветеринарной медицины, канд. биол. наук, доцент;
Башкуева Мария Романовна – зам. декана по НИР технологического факультета, канд. биол. наук, доцент;
Зими́на Ольга Гениановна – зам. декана по НИР инженерного факультета, канд. техн. наук, доцент;
Тимофеев Владимир Иванович – зам. декана по НИР экономического факультета, канд. экон. наук, доцент;
Чимитова Ирина Зоригтеевна – зам. директора по НИР института землеустройства, кадастров и мелиорации, канд. социол. наук, доцент;
Давыдова Оксана Юрьевна – редактор журнала «Вестник Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова», канд. биол. наук, доцент;
Ахметшакирова Екатерина Юрьевна - специалист УНИИ, ответственный за размещение сборника в БД РИНЦ

П 76 Приоритетные задачи научно-технологического развития агропромышленного комплекса: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук и Дню Российской науки (Улан-Удэ, 5-9 февраля 2024 г.). – Улан-Удэ: ФГБОУ ВО БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2024. – 640 с. Системные требования: PC не ниже класса Intel Celeron 2 ГГц; 512 RAM; Adobe Acrobat Reader.
ISBN 978-5-8200-0548-0

В сборник вошли материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. Материалы размещаются в авторской редакции.

УДК 631.145:001

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования

PC не ниже класса Intel Celeron 2 ГГц; 512 RAM; Adobe Acrobat Reader.

ISBN 978-5-8200-0548-0

© Коллектив авторов, 2024
© ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова», 2024

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ, КАК ФЕНОТИПИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

Михаил Григорьевич Воронов¹, Евгения Николаевна Назарова²

^{1,2} Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова,
Улан-Удэ;

¹ Байкальский филиал ФГБНУ ВНИРО, Улан-Удэ, Россия.

¹ voronov_mg53@mail.ru

² evgeniya.nazarova.1981@mail.ru

***Аннотация.** Показано, что производители омуля, заходящие в реку Селенга, представлены тремя морфо-экологическими группами – пелагической, прибрежной и придонно-глубоководной, которые имеют четко выраженные биологические различия. Заходя в разное время, имея разную степень зрелости и миграционные возможности, осваивают разные по удаленности нерестилища и нерестятся в разное время. Их генетическое разнообразие поддерживается за счет экологической и пространственной изоляции, сводя к минимуму фактор панмиксии. Основа нерестового стада омуля реки Селенга – пелагическая морфо-экологическая группа, пространственно-временная структура которой выражена в трехпиковой кривой. Эта пространственная изоляция между производителями разных периодов захода по мере нерестовой миграции увеличивается, поэтому ежегодно они осваивают разные по удаленности участки нерестилищ. Производители разных сроков захода, имеют разные морфофизиологические показатели, основные из которых – разная степень зрелости и разный миграционный потенциал. Эти различия у производителей ежегодно присутствуют, не зависимо от времени начала нерестовой миграции в реку. Такая закономерность возможна только при наличии их генетической неоднородности, которая имеет наследственную природу. По аналогии установленных связей у пород разных теплокровных животных – фенотипических признаков с их генетическими различиям (маркерами), а также у разных пород карпа и радужной форели, позволяют утверждать о наличии генетических различий и у производителей омуля разных периодов захода. Пространственно-временная структура производителей омуля генетически обусловлена, что позволяет ему с максимальной эффективностью реализовать воспроизводственный потенциал популяции, при изменяющихся природных факторах.*

Ключевые слова: байкальский омуль, фенотип, генотип, пространственно-временная структура, морфофизиологические и биологические показатели, наследственность.

Proceedings Paper

BIOLOGICAL AND MORPHOPHYSIOLOGICAL TRAITS OF BAIKAL OMUL PRODUCERS AS A PHENOTYPIC INDICATOR OF THEIR GENETIC HETEROGENEITY

Mikhail G. Voronov¹, Evgenia N. Nazarova²

^{1,2} Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, Ulan-Ude, Russia

¹ Baikal Branch of VNIRO, Ulan-Ude, Russia.

¹ voronov_mg53@mail.ru

² evgeniya.nazarova.1981@mail.ru

Abstract. *It is shown that omul producers entering the Selenga River are represented by three morpho-ecological groups – pelagic, coastal and bottom-deep, which have clearly expressed biological differences. Entering at different times, having different degrees of maturity and migratory opportunities, they develop spawning grounds of different remoteness and spawn at different times. Their genetic diversity is maintained by ecological and spatial isolation, minimizing the factor of panmixia. The basis of the spawning stock of omul of the Selenga River is a pelagic morpho-ecological group, the spatial-temporal structure of which is expressed in a three-peak curve. This spatial isolation between producers of different entry periods increases in the course of spawning migration, so every year they develop spawning grounds of different remoteness. Producers of different dates of entry have different morphophysiological indicators, the main of which are different degrees of maturity and different migration potential. These differences are present in producers every year, regardless of the time of the beginning of spawning migration into the river. Such a pattern is possible only in the presence of their genetic heterogeneity, which is hereditary in nature. By analogy of the established relationships between breeds of different warm-blooded animals - phenotypic traits with their genetic differences (markers), as well as in different breeds of carp and rainbow trout, it is possible to assert the presence of genetic differences in omul producers of different periods of entry. The spatial-temporal structure of omul producers is genetically determined, which allows it to realize the reproductive potential of the population with maximum efficiency, under changing natural factors.*

Keywords: Baikal omul, phenotype, genotype, spatial-temporal structure, morphophysiological and biological indicators, heredity.

Введение. Исходя из определения, что фенотип - это совокупность внешних и внутренних видимых признаков, приобретенных в результате онтогенеза. Поскольку онтогенез это индивидуальное развитие организма, то в ихтиологии мы имеем дело с популяций, а не с отдельным экземпляром особи какого-то вида. Именно популяция выступает как наименьшая самовоспроизводящая единица вида [1;2;14;16] то признаки, которые характеризуют популяцию и внутрипопуляционные формирования, выработанные в процессе эволюции, как приспособления к условиям воспроизводства, следует рассматривать как фенотипические. Нерестовое стадо байкальского омуля пелагической морфо-экологической группы (МЭГ) реки Селенга выражено трехпиковой кривой и представляет его пространственно-временную структуру [6]. К фенотипическим признакам производителей омуля пелагической МЭГ можно отнести степень развития гонад, жирность, упитанность, значения комплексного морфо-биологического показателя. Генотип - это наследуемая информация организма фенотипических признаков. Поэтому для популяции, как самовоспроизводящейся таксономической единице, наследуемыми являются те фенотипические признаки, которые определяют успех реализации репродукционного потенциала. Как было показано [5;6;7], время захода, скорость хода по реке, удаленность осваиваемых нерестилищ омулем реки Селенга определяются состоянием зрелости половых продуктов и связанных с ним морфо-физиологическим показателем. Именно состояние зрелости гонад самок омуля пелагической МЭГ, а по нашему мнению эти признаки наследуемые [3;5;6;7] от которых и зависит освоение наиболее продуктивных нерестилищ с комплексом благоприятных абиотических факторов в эмбриональный период развития и определяют эффективность реализации репродукционного потенциала популяции.

Наиболее сложно организованная структура нерестовой части популяции наблюдается у анадромных мигрантов, к таковым относится и байкальский омуль. Внутрипопуляционная структура нерестовой части популяции является результатом приспособления к условиям воспроизводства и обеспечивает наиболее эффективную

реализацию репродукционного потенциала. Нерестилища омуля в реке Селенга распространяются от 20 до 600 км от устья, поэтому адаптация к условиям воспроизводства шла по способности производителей освоения нерестилищ разной удаленности. Необходимый потенциал энергии определяется условиями нагула перед нерестом в озере Байкал в конкретном году, поэтому и потенциальная дальность хода и способность реализации миграционного потенциала ежегодно различная. Удаленность осваиваемых нерестилищ омулем пелагической МЭГ в реке Селенга определяется степенью зрелости его гонад и связанными с ней жирностью и комплексным морфо-физиологическим показателем.

Целью работы является показать, что фенотипические признаки у производителей байкальского омуля пелагической МЭГ разных периодов захода генетически обусловлены.

Материал и результаты исследований

Работа основана на анализе материалов многолетних исследований по учету захода производителей байкальского омуля в реку Селенга с 1983 по 2023 гг., особенностей их нерестовой миграции и динамики продвижения по реке к местам нереста, особенностей динамики их созревания, удаленности осваиваемых нерестилищ. Используются основные биологические показатели: КЗ – коэффициент зрелости гонад; ИЗ – индекс зрелости [2]; Ем – миграционный потенциал - это комплексный морфо-физиологический показатель [24]. Проведен анализ литературных данных по взаимосвязи фенотипических признаков и обуславливающих их генетических маркеров у животных разных пород и систематических группы. Проработано свыше пятидесяти источников, посвященных этой проблеме.

Нерестовое стадо омуля, заходящее в реку Селенга, представлено тремя морфо-экологическими группами: пелагической, прибрежной и придонно-глубоководной. Основные видимые отличительные признаки этих МЭГ омуля представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Основной перечень отличительных признаков у байкальского омуля разных морфогрупп

Признак	М о р ф о г р у п п а		
	Пелагический	Прибрежный	Пр.-глубоководный
Форма тела	Веретеновидная, круглое в сечении	Нежное, веретеновидно-усеченное, вальковатое	Уплощенное, широкое, грубое, овальное в сечении
Хвостовой стебель	Тонкий, длинный	Тонкий, короткий	Толстый, короткий
Рыло	Длинное, острое, зачастую кончик темный	Укороченное, остренькое, зачастую кончик светлый	Короткое, тупое
Глаза	Маленькие, кругловатые	Средние, треугольные	Большие, круглые
Жаберные тычинки	Тонкие, частые, длинные, ровные, 46-51, ср.48 шт.	Тонкие, заостренные, 42-48, ср.44 шт.	Грубые, редкие 36-44, ср.40 шт.
Чешуя	Средняя, легкоспадающая	Мелкая, трудноспадающая	Крупная, легкоспадающая
Пищевод	Тонкостенный, легко отрывается, ср.толщина стенки 1.9 мм	Средний, отрывается с усилием, ср.толщина стенки 2.2 мм	Толстостенный, вырывается вместе с жабрами, ср.толщина стенки 3.3 мм
Рот	Средний, легко входит палец	Маленький, палец входит с трудом	Большой, входит два пальца
Грудные плавники	Короткие	Средние	Длинные
Голова	Средняя	Маленькая	Большая
Минимальная длина (АД) полового созревания, см	28	23	29
ср. вес овулированной икринки, мг	8.9	9,3	7.0

Было показано [7], что основа нерестового стада омуля (более 90 %) реки Селенга представлена производителями пелагической МЭГ (Рис. 1).

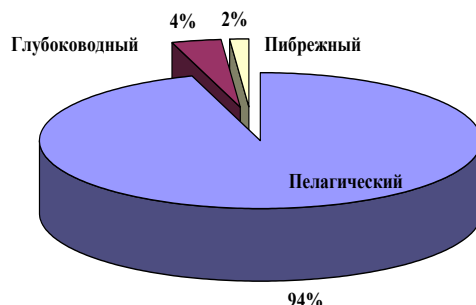


Рисунок 1 - Расовый состав нерестового стада омуля, заходящего в р. Селенгу за период с 1970-2003 гг.

Также было установлено, что стадо производителей омуля пелагической МЭГ неоднородно, а его пространственно-временная структура выражается в трех пиковой кривой интенсивности захода (Рис. 2).

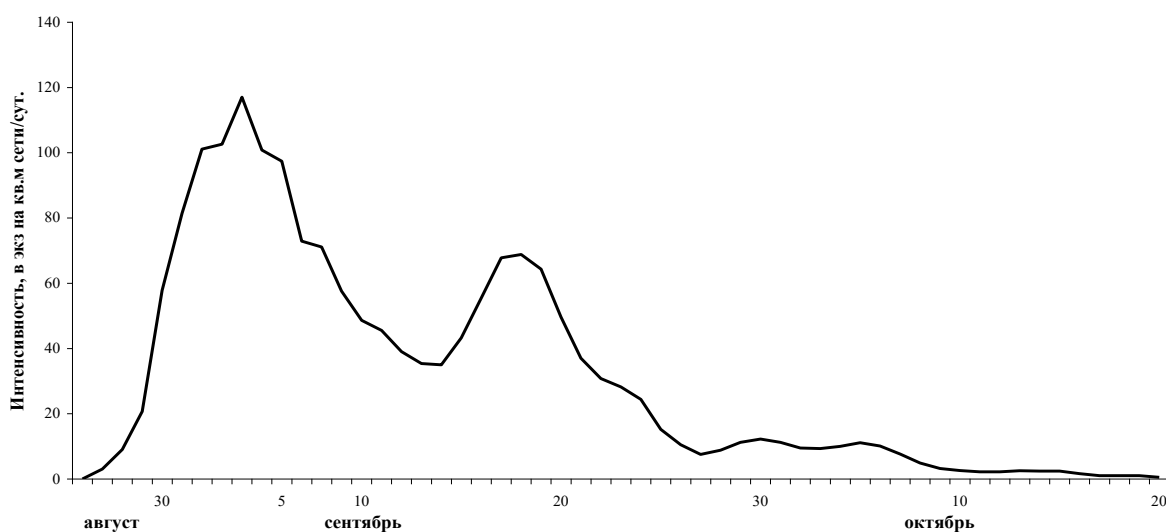


Рисунок 2 - Динамика захода пелагического омуля, р.Селенга по данным 1983-1989 гг.

Данные представленные на рисунке 3 наглядно демонстрируют, что численное соотношение рыб, заходящих в разные периоды захода, варьируют в весьма значительных пределах. Установлена зависимость численности рыб первого периода (в %) от времени захода. Так в годы с экстремально ранними и поздними датами захода находятся в обратной пропорциональной зависимости ($r = -0.62$). Из этого следует, что чем раньше начинается нерестовая миграция в реку, тем большее количество производителей приходится на первый период захода и наоборот. Тогда на второй и, особенно на третий периоды приходится меньшее количество производителей и наоборот (Рис. 3).

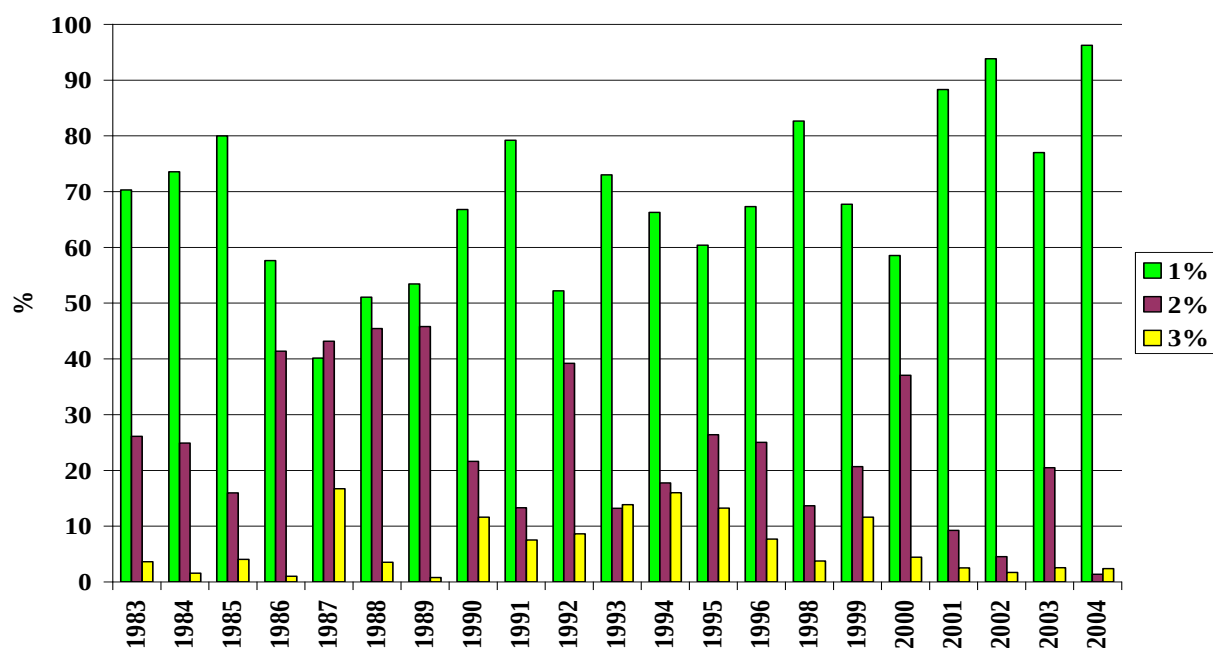


Рисунок 3. - Соотношение численности производителей омуля пелагической морфогруппы по периодам захода в р.Селенга, %.

Анализ биологических и морфо-физиологических показателей [24] (КЗ, ИЗ и Ем), характеризующих состояние зрелости гонад самок омуля при заходе, демонстрирует их взаимосвязь и взаимозависимость ($r = 0.9$) (Табл. 2). Чем раньше начинается заход омуля в р.Селенгу, тем ниже степень зрелости половых продуктов и выше миграционный потенциал.

Ежегодно, при любых сроках захода значения КЗ, ИЗ и Ем самок пелагического омуля р.Селенги первого, второго и третьего периодов имеют достоверные различия ($t_{\text{st}} = 3$, при $t_d > 9$). Взятые в комплексе перечисленные признаки определяют миграционные возможности рыб, из чего следует, что производители омуля разных периодов захода имеют разную потенциальную дальность хода.

Таблица 2 - Морфофизиологические показатели самок омуля пелагической МЭГ по периодам захода

Год	1 период				2 период				3 период			
	КЗ	ИЗ	Ем	n	КЗ	ИЗ	Ем	n	КЗ	ИЗ	Ем	n
1983	11,01	43,34	0,675	82	13,87	52,14	0,410	107	18,02	67,74	0,250	49
1984	14,00	61,23	0,464	87	19,32	72,63	0,305	225	21,00	81,92	0,209	63
1985	10,71	46,72	0,648	174	12,69	47,71	0,502	236	79,00	62,63	0,329	57
1986	14,18	52,99	0,351	143	16,83	63,34	0,306	183	18,66	80,17	0,240	67
1987	13,47	49,44	0,449	112	14,67	55,00	0,413	132	18,40	64,92	0,299	71
1988	10,52	38,65	0,595	188	15,46	15,00	0,404	204	17,27	78,01	0,268	59
1989	12,28	46,25	0,539	79	16,41	58,12	0,393	81	20,75	82,30	0,201	39
1992	14,29	60,89	0,440	80	15,06	74,97	0,311	44	18,03	71,89	0,311	29
1993	12,74	44,93	0,497	75	15,00	67,12	0,439	28	18,75	72,02	0,336	19
2002	9,82	36,98	0,776	113	16,62	64,33	0,379	96	21,32	89,85	0,231	35
2007	11,00	44,03	0,586	162	13,65	58,91	0,447	61	17,59	78,24	0,268	23
2018	12,91	49,82	0,689	79	18,89	73,96	0,313	24	22,81	82,52	0,254	31
	14,70	59,03	0,435	53								

Кривые динамика интенсивности захода омуля пелагической МЭГ в р.Селенга, как средние многолетние (Рис.2, 4), так и ежегодные (Рис.5, 6, 7) показывают [6], что заходящие на нерест производители неоднородны. По мере нерестовой миграции и продвижения омуля вверх по реке расстояние между производителями омуля, особенно первого и второго периодов все более увеличивается. Работы, проведенные в 2002 и 2007 годах, показали (Рис. 8 и 9), что зашедшие производители во время хода по реке все больше отдаляются друг от друга, увеличивая пространственную изоляцию. Характер динамики интенсивности хода омуля на 165-ом км идентична динамике интенсивности хода на 35-ом км от устья. При этом продолжительность времени периодов захода увеличивается. [8].

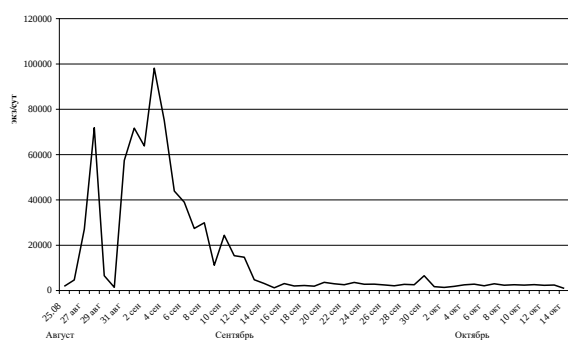


Рис.6 Динамика захода омуля пелагической МЭГ, р.Селенга 35 км, 2002г.

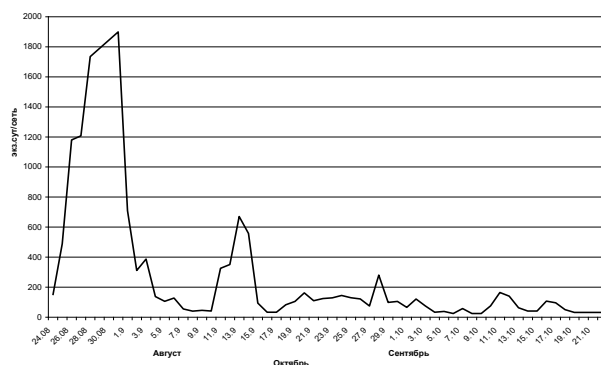


Рис.7. Динамика захода омуля пелагической МЭГ, р.Селенга 35 км, 2007г

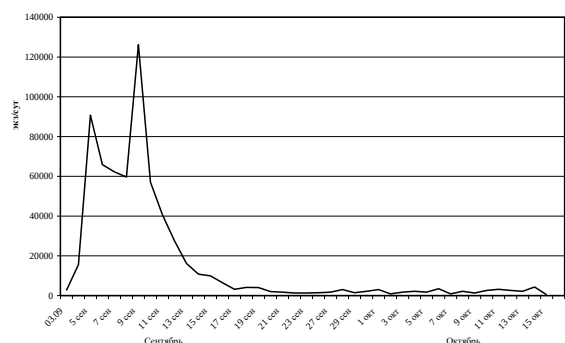


Рис.8 Динамика захода омуля пелагической МЭГ, р.Селенга 165 км, 2002г.

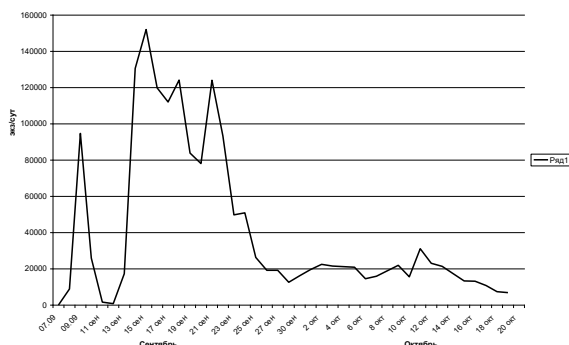


Рис.9. Динамика захода омуля пелагической МЭГ, р.Селенга 167 км, 2007г.

Пространственная изоляция при освоении нерестилищ производителями омуля разных периодов захода реализуется посредством увеличения скорости и продолжительности времени хода. Ежегодное сохранение такой стратегии освоения как можно большей протяженности нерестилищ позволяет говорить о наследственной природе такой закономерности.

В таблице 5 на основании литературных источников по фактам реальных исследований представлены сводные данные проявления фенотипических признаков, имеющих генетическую основу [4;3;10;11;12;13;14;15;17;19;23]

Таблица 5- Данные по фенотипическим признакам и генетической обусловленностью у пород животных из разных систематических групп

Вид	Порода	Фенотипический признак	Генетический маркер	Автор
Карп	Украинский чешуйчатый	Экстерьерные породные признаки	Локусы: трансферина, Альбумина, естраз, Малатдегидрогеназ, абомин-ензиму, супероксиддисмутази.	Т. А. Нагорнюк, А. А. Алексеенко, С. И. Тарасюк, 2011
	Украинский рамчатый			
	Разные породы	Генетически маркированного «Баттерфляй»	Маркерному гену D	В. Н. Дементьев и др., 2009
Форель	Рофор	Экстерьерные породные признаки	Средняя по трем Лocusам: One111, Ssa197, Ssa408	В. С. Артамонова ¹ , В. А. Янковская ² , В. М. Голод ³ , А. А. Махров,
	Росталь			
	Адлер			
	Адлерская янтарная			
	Форель Дональдсона			
	Камлоопс			
Форель золотичтая, Форель типичная	Богатая липидами гипаксиальная мускулатура	Электрофоретической подвижности белков скелетных мышц	Золотова А, Панов В, Есавкин Ю., 2011	
Лошади	Орловский рысак	Масть	Молекулярно-генетических маркеров (MC1R и Tug ДНК	Князев, С. П., 2003.
		Репродуктивное долголетие	По частотам аллей и частотам генотипов MC1R и Tug	Красикова,Н. В., 2004.
		Масти	Наследственность	Задорова, Н. Н., 2018
Овцы	Разные породы	экстерьерных особенностей	С разными генотипами	Гончаренко (Ильиных) Г. М.
	Романовская	Естественная резистентность	Аллели: трансферина TfD, альбумина MB	Темирова С.У., 1994.

Представленные данные исследований однозначно показывают наличие наследственной информации фенотипических признаков. Исходя из литературных данных и проводимых генетических исследований следует, что селекционная работа в животноводстве основывается на эмпирической, а не теоретической основе. То есть, преследуя какие-то фенотипические или хозяйственно-полезные признаки производится скрещивание, и при удачном исходе, получая какую-либо породу с нужными экстерьерными показателями, проводятся некоторые генетические исследования в поисках генетических маркеров, отличающих эту породу от других. Эти работы показывают, что любые фенотипические показатели генетически обусловлены и передаются по наследству.

Обсуждение результатов

Байкальский омуль, являясь стайной рыбой освоил основные биотопы озера Байкал: пелагиаль открытой части озера до 200 метровой глубины осваивается омулем пелагической МЭГ (многотычинковым), пелагиаль прибрежной зоны - омулем прибрежно-пелагической МЭГ (среднетычинковым) и склоновые зоны придонных слов – омулем придонно-глубоководной МЭГ (малотычинковым) [21]. Образовав пелагические и батипелагические

МЭГ, омуль стал основным потребителем кормовой базы Байкала и самым массовым промысловым видом. Основные фенотипические признаки байкальского омуля разных МЭГ (Табл. 1) - это результат его приспособления к условиям нагула в Байкале. Поскольку в реке Селенга нерестятся все три МЭГ, то фактор панмиксии сводится к минимуму за счет экологической изоляции и в некоторой степени – пространственной [6]. Внутрипопуляционная структура омуля пелагической МЭГ выработана в процессе эволюции, как результат приспособления к условиям воспроизводства. В качестве основного фактора создания внутрипопуляционной структуры выступила разная протяженность осваиваемых нерестилищ. Заходя в разные сроки нерестовой миграции, имея разную степень зрелости при заходе и зависимость от ее морфофизиологические показатели – такие как жирность и миграционный потенциал, которые рассматриваются нами как фенотипические признаки, носят наследственную природу (Табл. 2). Экспериментальными работами на трех генерациях пеляди было показано, что состояние зрелости это наследуемый признак [3]. Омуль помеченный в р.Большая Речка через год был повторно пойман в этом же месте в сходные сроки [18;25]. Из этого следует, что время захода и состояние зрелости гонад омуля разных периодов захода, это наследуемые показатели. Гетерогенность нерестового стада омуля пелагической МЭГ отражается в пространственно-временной структуре (Рис. 2, 4, 5, 6, 7), которая сохраняется в течение всей нерестовой миграции (Рис. 8 и 9). Именно пространственная изоляция производителей разных периодов захода сводит к минимуму возможность свободного скрещивания и гомогенизации нерестового стада.

Анализ литературных данных по генетическим и фенотипическим исследованиям создаваемых пород животных разных систематических групп указывает на то, что все фенотипические признаки имеют наследственную природу (Табл. 5). Данные генетических исследований как по внутривидовой дифференциации байкальского омуля - разных МЭГ, так и внутрипопуляционной структуры нерестового стада отсутствуют. По аналогии генетических исследований на породах разных животных, показывающих наследуемость фенотипических признаков, можно сделать предположение, что внутрипопуляционная структура омуля пелагической МЭГ с набором фенотипических признаков генетически обусловлена.

Выводы и предложения.

1. Производители омуля, заходящие в р.Селенгу в разные периоды захода имеют достоверные различия по основным биологическим морфо-физиологическим показателям таким как КЗ, ИЗ и Ем.
2. Физиологическое состояние производителей омуля каждого периода захода - это наследуемый признак.
3. Трехпиковая кривая интенсивности захода производителей омуля пелагической МЭГ в р.Селенгу отражает его пространственно-временную структуру, которая обусловлена генетически.
4. При искусственном воспроизводстве во избежание нарушения природно-сложившейся структуры и обеднению генофонда не следует смешивать производителей омуля разных периодов захода.

Список источников

1. Алтухов Ю.П. Наследственная гетерогенность популяции Тихоокеанских лососей и ее значение для теории и практики регулируемого рыбного хозяйства. -В кн.: Генетика и размножение морских животных. Владивосток, 1981, с.20-28.
2. Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А. Стратегия рационального хозяйственного использования лососевых с точки зрения популяционной генетики. -В кн.: Морфология, структура популяций и проблемы рационального использования лососевидных рыб. Тез. доклад. Л., 1983, с.4.
3. Андрияшева, М. А. (1985). Наследуемость репродуктивных признаков у самок пеляди (С. peled GM). Л., 1985, Труды ГОСНИОРХ, т. 235, 21-30.
4. Артамонова В. С., Янковская В. А., Голод В. М., Махров А. А. Генетическая дифференциация пород радужной форели (*parasalmo mykiss*), разводимых в российской федерации. \\\ ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Труды ИБВВ РАН, вып. 73(76), 2016, С.25-45.
5. Воронов М.Г. Особенности нерестовой миграции байкальского омуля 2018 года в р.Селенга. \\\ В сборнике: Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАВМ. Редколлегия: Стекольников А. А. (отв. редактор), Карпенко Л. Ю. (зам. отв. редактора), Иванов В. С., Токарев А. Н., Лукина Ю.Н., Пристач Л. Н., Трушкин В. А., Бахта А. А., Полистовская П. А., Санкт-Петербург , 2018. С. 16-18.
6. Воронов М.Г. Эколого-биологические основы повышения эффективности воспроизводства омуля в р.Селенге в современных условиях.// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - Санкт-Петербург, 1993. - 18с.
7. Воронов М.Г., Воронова З.Б., Воронов А.М. Экспресс-методики, как надежный инструмент мониторинга биолого-физиологического состояния производителей байкальского омуля р. селенги. \\\ В сборнике: Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. Улан-Удэ, 2020. С. 302-307.
8. Воронов М.Г., Жугдурова С.В. О наследуемости некоторых экологических аспектов и морфо-физиологических показателей у производителей байкальского омуля р. селенга. \\\ В сборнике: Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки. Улан-Удэ, 2021. С. 308-313.
9. Воронов М.Г., Жугдурова С.В., Ахметшакирова Е.Ю. Морфо-физиологические показатели у производителей омуля разных периодов захода в р. Селенга. \\\ В сборнике: Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. 2020. С. 308-316.
10. Гончаренко (Ильиных) Г. М. Изучение генетической структуры и идентификация генов, детерминирующих процесс фенотипического проявления хозяйственно полезных признаков в разных породах овец в условиях сибирско-дальневосточного региона. Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий, РАН, Профиль автора в SCIENCE INDEX. Список публикаций в РИНЦ.
11. Дементьев В. Н., Катасонов В. Я., Дума В. В. [и др.] Генетическое маркирование породы карпа с помощью гена окраски / // Известия КГТУ. – 2009. – № 15. – С. 24-27. – EDN NYNWXT
12. Задорова, Н. Н. О фенотипической детерминации мастей в орловской рысистой породе лошадей / Н. Н. Задорова // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3(6). – С. 50-56. – EDN YTNSUH
13. Золотова А, Панов В, Есавкин Ю, Биология двух фенотипических форм форели - LAP LAMBERT. AcademicPublishing. 2011.-141 с
14. Кирпичников В.С. Внутривидовая генетическая и кариологическая дифференциация Тихоокеанских лососей рода *Oncorinchus*. –В кн.: Морфология, структура популяций и проблемы рационального использования лососевидных рыб. Тез. доклад., Л., 1983, с.97-98.
15. Князев, С. П., Гуторова Н. В. Структура популяций орловских рысаков по генотипам локусов пигментообразования MC1R и Tyr и фенотипам масти / // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – Т. 38, № 2. – С. 73-78. – EDN PFYXYX

16. Коновалов С.М. Основные проблемы популяционной биологии тихоокеанских лососей. -В кн.:Тез. докл. четырехстороннего совещ.(СССР,США,Канада,Япония, Южно-Сахалинск, 1978, окт.). Владивосток, 1978, с.24-29.
17. Красикова, Н. В. Связь генетических маркеров с селекционными признаками лошадей орловской рысистой породы : специальность 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Красикова Наталья Владимировна. – Новосибирск, 2004. – 21 с. – EDN MAXWE
18. Мишарин К.И. Байкальский омуль. -В кн. Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз.Байкал. Иркутск,1958, с.130-287.
19. Нагорнюк, Т. А. Генетические и экстерьерные особенности украинских чешуйчатых и рамчатых карпов антонинско-зозуленецкого типа / Т. А. Нагорнюк, А. А. Алексеевко, С. И. Тарасюк // Рибогосподарська наука України. – 2011. – № 4(18). – С. 99-106. – EDN YSYJFF.
20. Савостьянова Г.Г. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика различных групп радужной форели. \\\ Сборник статей Генетика, селекция и гибридизация рыб издательство «Наука», Москва 1969 г. С. 243-251
21. Смирнов В.В., Смирова-Залуми С.С., Суханова Л.В. Микроэволюция байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi). – Новосибирск: СО РАН – 2009. - С.147-174.
22. Смирнов В.В., Шумилов И.П. Омули Байкала. - Новосибирск: Наука. - 1974. - 160с.
23. Темирова, С. У. Генетическая структура и естественная резистентность овец романовской породы в зависимости от линейной принадлежности : специальность 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Темирова Сайма Умаргаджиевна. – Москва, 1994. – 14 с. – EDN ZJBJGT
24. Штундюк Ю.В.,Шевченко И.С. Миграционный потенциал - комплексный морфо-физиологический показатель. - В кн. Морфология, структура популяций и проблемы рационального использования лососевидных рыб.(Тез. коорд.совещ. по лососевид. рыбам.),Л., 1983, с.248-249.
25. Voronov M.G., Bolshunova E.A., Luzbaev K.V. Spawning migrations of the baikal omul. \\\ В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Forum on Natural Resources, the Environment, and Sustainability" 2021. С. 012017. DOI 10.1088/1755-1315/670/1/012017. – EDN RYPMBG.