

Новосибирский государственный аграрный университет
Новосибирский филиал ФГБОУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
(ЗапсибВНИРО)

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И
РАЗВИТИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ:
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И
ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ВОДОЕМОВ И ОБЪЕКТОВ РАЗВЕДЕНИЯ,
ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ»

Материалы
(11-13 ноября 2020 г., г. Новосибирск)

НОВОСИБИРСК 2020

УДК 556.1115:591+639.1
ББК 28.082

Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: материалы международной конференции, г. Новосибирск, 11-13 ноября 2020 г. / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морузи. – Новосибирск: НГАУ. – 2020. – 240 с.

ISBN 978-5-94477-289-3

В сборнике опубликованы материалы, представляющие результаты научных исследований доложенных на Международной конференции «Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания» (11-13 ноября 2020 г., г. Новосибирск). В них рассматриваются вопросы биоразнообразия, структуры, динамики популяций и сообществ гидробионтов, состояние запасов, воспроизводство, ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов аквакультуры.

Издание представляет интерес для гидробиологов, ихтиологов, ихтиопатологов, работников рыбного хозяйства, специалистов-экологов и может быть полезно преподавателям вузов, аспирантам и студентам.

Статьи печатаются в авторской редакции

The collection contains materials representing the results of scientific research reported at the International conference "Current state and development of aquaculture: ecological and ichthyopathological state of reservoirs and breeding facilities, cultivation technologies" (November 11-13, 2020, Novosibirsk). They address issues of biodiversity, structure, dynamics of populations and communities of hydrobionts, state of reserves, reproduction, and ichthyopathological state of reservoirs and aquaculture facilities.

The publication is of interest to hydrobiologists, ichthyologists, ichthyopathologists, fisheries workers, environmental specialists and can be useful for University teachers, graduate students and students.

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2020 г.
Входит в РИНЦ®: да

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ПРОМЫСЕЛ СТРОИТСЯ НА ТУНДРОВОМ МУКСУНЕ

Н.Д. Гайденок, А.И. Пережилин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация,
alex_pr@sibsau.ru

Аннотация. На основании анализа экспериментальных данных показано наличие в популяционном континууме муксуна Енисея двух элементов – остатков бывшего Тазовско-Среднеенисейского стада – Обской морфотип – и Норильско-Курейско-Таймырский морфотип. Рассматривается связь генетических исследований с геологической историей.

Ключевые слова: Енисей, популяционный континуум, тундровый муксун, морфотип, динамика биомассы

CURRENTLY FISHING IS BUILT ON TUNDRA MUKSUN

N.D. Gaydenok, A.I. Perezhilin

Summary. Based on the analysis of experimental data, the presence of two elements in the population continuum of the Yenisei muksun was shown – the remains of the former Tazovsko-Middle Yenisei herd – the Ob morphotype – and the Norilsk-Kureisko-Taimyr morphotype. The relationship between genetic research and geological history is considered.

Keywords: Yenisei, population continuum, tundra muksun, morphotype, biomass dynamics

Таково было одно из заключений А.А. Лобовиковой о состоянии промысла енисейского муксуна (ЕМ) в конце 1950-х – середине 1960-х гг. [12, 13], когда от доминирующей фракции континуума ЕМ – речного муксуна, которого также нельзя отождествлять с его анонимом – речным муксуном Лены – мало чего оставалось – рис. 1. Забегая вперед отметим, ситуация, отраженная в заключении А.А. Лобовиковой, повторилась после 2010 г., во второй период безлимитного промысла [6], когда промысел также вновь стал строиться на тундровом муксуне – рис. 2, фото 2 и 3.

Причиной сему служит тот факт, что обитающий на фарватере Енисея речной муксун удобнее облавливается, чем тундровый, обитающий в западной части Енисейской Губы, отдаленной от фарватера.

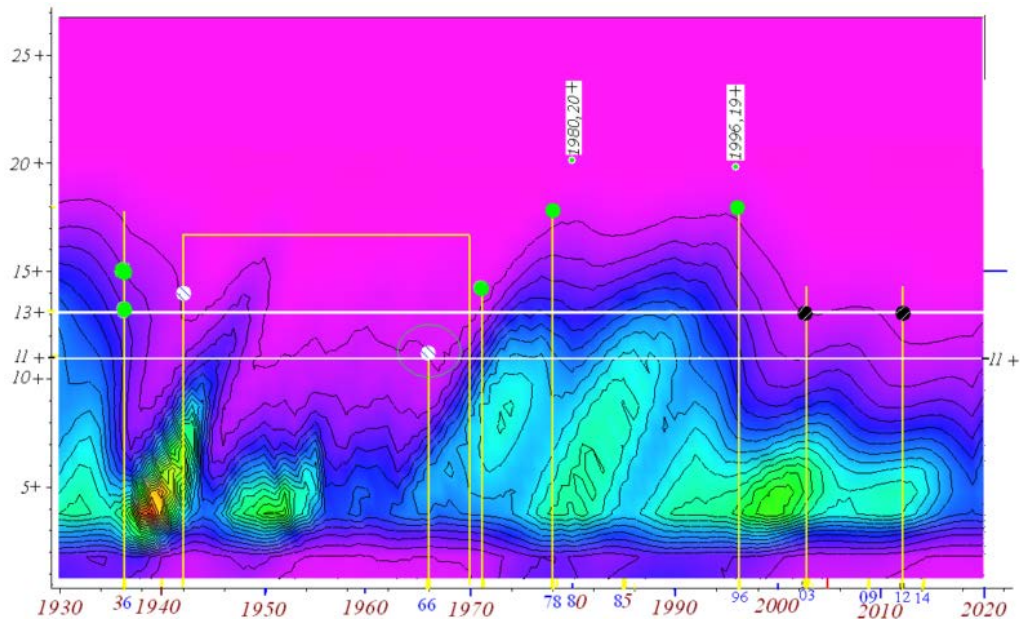


Рис. 1. Динамика биомассы популяционного континуума ЕМ

Вернемся в 1960-е гг. Здесь естественно встал вопрос о природе тундрового муксуна. Проще говоря – «откуда он появился». И иного выхода уже не оставалось, как вспомнить о расах ЕМ, которые обнаружил Н.Г. Некрашевич [15] в конце 1920-х – середине 1930-х гг. основываясь на теории рас Л.С. Берга [3].

Однако, к расам ЕМ в Красноярске относились весьма странно – и отрицать их как бы не могли и полностью принимать тоже не хотели – выдвигая контрдоводы в пользу их отсутствия [16]. Иначе говоря – дифференциация есть, но не на классические расы Л.С. Берга. А то, что регистрируется требует еще дополнительных исследований для понимания их природы.

Далее, после введения запретов и прочих ограничительных мер – как увеличение шага ячеи – в конце 1960-х – середине 1970-х гг. [6] биомасса ЕМ стала расти (рис.1) и дифференциация популяционного континуума ЕМ на компоненты вновь свелась к приданию тундровому муксуна некоего отдаленно-степенного статуса – « ...а, местные расы ...» [11] и доминирующего становления положения монотипичности ЕМ.

Такое положение дел продолжалось до середины 2000-х – конца 2010 гг., пока в результате фиксации результатов полевых наблюдений на цифровую технику не обнаружили следующие довольно противоречивые факты:

1. По результатам наблюдений А.В. Опрышко на промысле Левинские Пески (ниже п. Дудинка) в 2012 г. за период ожидаемого хода речного муксуна (конец августа – начало октября) в ставной невод попало не более 10 особей ЕМ;

2. В том же году С.М. Чупров обнаруживает в районе п. Дудинка довольно отличную от доминирующей части популяционного континуума ЕМ (фото 4-6, рис. 2) особь тундрового муксуна (фото 2, рис. 2).

3. По наблюдениям ихтиолога Туруханской Рыбинспекции И.М. Демчина в районе Туруханска с начала 2000-х гг. началось падение уловов;

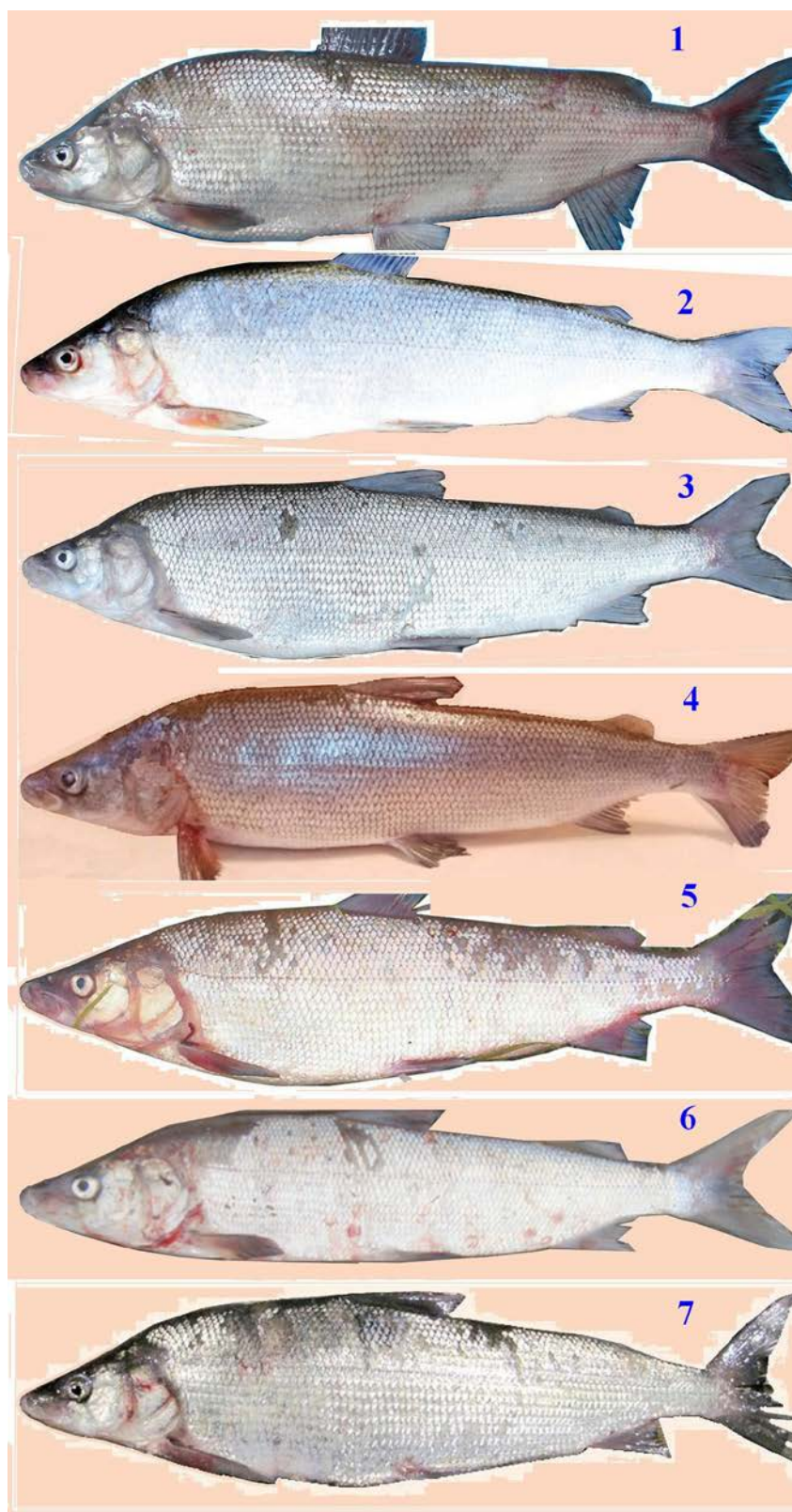


Рис 2. Муксуны Обь-Хатангского сектора Сибири: Обской тип морфометрии (верхние 3 фото) – Обь-Томская популяция (фото 1 А.Г. Селюкова) и енисейский тундровый (фото 2 С.М. Чупрова; фото 3 В.А. Заделенова) и Таймырский тип морфометрии - енисейский классический многотычинковый полупроходной (фото 4 Е.М. Зарицкой; фото 5 В.А. Заделенова; фото 6 А.А. Курбатского) хатангский аналог енисейского широкотелого (речного) (фото 7 Ю.В. Будина)

Пункты поимки муксунов рассматриваемых типов морфометрии показаны на рис.3.

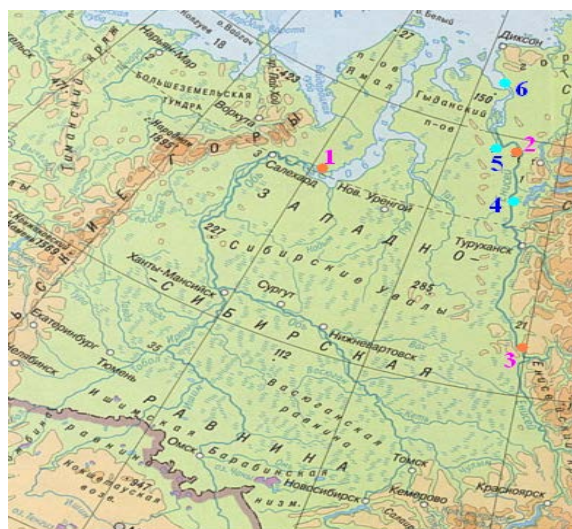


Рис.3. Пункты локализации муксунов на рис.2

4. П.М. Клементенок, проводивший исследования ЕМ на протяжении более 20 лет в районе Горла Енисея (Воронцовский морозильник), не выделял различных типов морфометрии ЕМ. Заметим сразу – все пробы на генетический анализ ЕМ были взяты с Воронцовского морозильника.

При сопоставлении этих фактов не остается ничего иного, кроме того, как вспомнить выводы А.А. Лобовиковой для периода 1950-1960 гг. – регистрируется в нижнем течении Енисее вовсе не речной муксун, а тундровый, характер нагульных и нерестовых миграций которого довольно сходен с таковыми у муксуна Оби [14].

Все это свидетельствует, как о сложном взаимодействии компонентов популяционного континуума ЕМ, так и, как следствие, о эволюционной неоднородности его.

Далее, все результаты полевых наблюдений и фотоматериалы стали доступны после проведения исследований ЕМ, построенных на традиционно неизбежной для альянса енисейских и обских с уральскими ихтиологами монотипичности речного муксуна построенной на статусе доминирования и исчезающей подчиненности еще двух компонентов континуума ЕМ – тундрового и широкоотелого – «...а, местные расы...» – начало 2020 г.

Действительно, выше рассмотренный аналог «принципа гегемонизма» – монотипичности и, как следствие, уникальности муксунов конкретных речных бассейнов – характерен не только для Енисея, но и для Оби.

Ярким подтверждением этому может служить работа [9], содержащая материалы по «...исследованию внутривидовой изменчивости муксуна, обитающего в реке Обь (точка наблюдения Ямбура) во временном аспекте (2012-2014 гг.). На основании полученных данных проведен анализ внутривидовой изменчивости гена цитохром В (Cyt B) митохондриальной ДНК 89 экземпляров муксуна. Исследованные особи имеют одинаковый митохондриальный гаплотип и обладают низкой степенью полиморфизма по анализируемому локусу», результаты которой позволяют сделать заключение о том, что в рамках используемой методологии анализа невозможна как внутривидовая, так и тем более

внутриподвидовая (расы) дифференциация.

Далее, в 2020 г. в интернете [8] под рубрикой «Грамотно восстановить запасы муксуна поможет генетика» приводятся следующие результаты: – «По заказу правительства ЯНАО совместно с Российским центром освоения Арктики проведено масштабное исследование популяции муксуна по определению генетических маркеров муксуна на всем ареале его обитания, где специалисты Института экологии растений и животных УрО РАН пришли к выводу, что тазовский и обской муксун – генетически идентичны. Суть исследования заключалась в том, чтобы получить генетический материал от всех популяций муксуна, обитающих в крупнейших реках Западной и Восточной Сибири. На основании материала, полученного от 11 популяций, была составлена их генетическая карта. В том числе исследовалось маточное стадо муксуна, выращенное на Собском рыбноводном заводе.

Генетический анализ муксуна из искусственных популяций Собского рыбноводного завода показал, что он не отличается по генетическим маркерам от природных популяций, а наиболее близки к популяциям рек Западной Сибири, и могут быть использованы в качестве донорских в ходе проведения мероприятий по восстановлению численности популяций Оби и Таза. При этом выявлены видовые различия с популяциями муксуна, обитающего в реках других регионов Западной и Восточной Сибири, включая Енисей», – отмечает в заключении к работе руководитель исследований, член-корреспондент РАН Владимир Богданов».

Итак, согласно цитируемому источнику главная цель предпринятых масштабных исследований – «доказать, с одной стороны, идентичность популяции собского рыбзавода природным обскому и тазовскому муксуну и, с другой, отличность обского и тазовского муксуна от муксуна других сибирских рек, включая Енисей».

Рассмотрим на сколько адекватны полученные выводы с позиций особенностей, как геологической эволюции и морфометрии, так и результатам исследований самой инструментальной генетики муксуна сибирских рек, автором которых является С.Н. Балдина [1, 2].

Но прежде необходимо задать вопрос уральским ученым – «Представители какой популяции были положены в основу маточного стада Собского рыбноводного завода? Если это муксун Верхнеобского стада, то зачем доказывать идентичность его самому себе?»

Самым первым шагом здесь является тот факт, что в пределах сибирских рек обитает только один вид муксуна, включающий определенное количество подвидов в зависимости от речного бассейна [5], а инструментальная российская генетика, по мнению заведующих лабораторий генетики как системы ВНИРО, так и ИЭМЖ в настоящее время не дает устойчивой дифференциации даже на уровне вида, не говоря уже о более низких уровнях – подвид, раса и т.д.

Действительно, по результатам ПЦР-ПДРФ анализа мтДНК не представляется возможным дифференцировать два вида – полупроходного сига пыжьяна *S. pidschian* и муксуна *S. Muksun* [1] рис. 2. Нет никакой гарантии уже на дифференциацию указанных видов, не говоря о подвидах.

Поясним это конкретным примером. На рис. 2 фото 1 показан обской муксун, который согласно исследованиям уральских ученых генетически идентичен тазовскому и полностью отличен от некоего «общего» муксуна Енисея с Воронцовского морозильника, где, как сказано выше, находится преимущественно речной (классификация А.А. Лобовиковой) или классический многотычинковый полупроходной муксун, который на фото 4-6 рис. 2.

Как видно по трем морфометрическим признакам, которые детально рассматриваются в работе [7], обской муксун отличен от двух подвидов енисейского – фото 1 против фото 4-6, но зато идентичен тундровому муксуну – фото 2 и 3, где представлена взрослая и неполовозрелая особь одного образа. Поэтому надо более осторожно давать утверждения об отличиях.

Проанализируем результаты прочих генетических исследований сибирского муксуна. Пионерскими исследованиями здесь, несомненно, являются работы С.Н. Балдиной [1, 2]. И не смотря на тот факт, что они были проведенные без учета подвидовых особенностей, которые на кластере С.Н. Балдиной дополнены авторами настоящей работы, тем не менее, они показали генетическую дифференциацию муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) сибирских рек по мтДНК – на рис. 5.

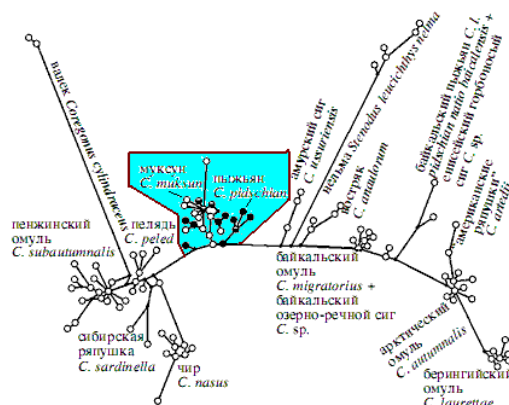


Рис. 2. Минимально протяженная сеть комплексных гаплотипов сиговых рыб. См. рис. 3.

Рис. 4. Медианная сеть комплексных гаплотипов сиговых рыб: фрагмент рис. 11 [1]

Однако, здесь возникает коллизия – при отсутствии устойчивой дифференциации видов – *C. pidschian* и *C. Muksun* – существует дифференциация подвидов!

Если бы существовала дифференциация видов, то дифференциация подвидов мола быть в случае сравнения подвидов указанных на рис. 5.

Исследования уральских ихтиологов также показывают не только общность Обской и Тазовской популяций, но и отличие их от енисейских [8].

Однако они, как и С.Н. Балдина [1], не указывают подвидовой принадлежности муксуна в своих исследованиях. В тоже время известно, из работы [10], что на Жиганском многоостровье были отобраны широкотелые речные муксуны. Поэтому не удивительна близость речного муксуна с Жиганского многоостровья с муксуном с фарватера Енисейской Губы – рис. 2, фото 4-7 – она видна и по морфометрии.

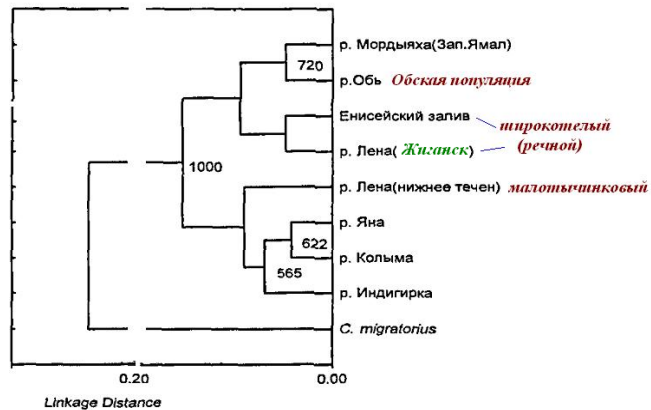


Рис. 5. UPGMA дендрограмма *C. muksun* по данным аллозимного анализа (рис. 10 из [1] с дополнениями подвидов)

В тоже время объединение в один кластер (рис. 5) муксуна из среднего течения Оби, представляющего собой искусственную популяцию из Ленинградской области [1], и речных муксунов Енисея и Лены только подтверждает отсутствие устойчивой дифференциации муксуна и сига.

Несомненно, у уральских ученых совершенно иными были бы результаты при сравнении енисейского тундрового муксуна (рис. 2., фото 2 и 3) и обского (рис. 2., фото 1). Поэтому давать категоричные заключения о различии всех элементов обского и енисейского континуума не обосновано. Тем более, что обская и тазовская популяции разошлись только в последний раз, как минимум 20 тысяч лет назад и имеют в настоящее время разные нерестилища (рис. 5). Причем тазовская популяция и популяция енисейского тундрового муксуна разошлись еще позже – 13-10 тысяч лет назад при дифференциации Среднеенисейского стада.

Далее, исследования генетиков государственного аграрного университета Северного Зауралья (г. Тюмень) [9] по сути дела только подтверждают уникальность и обособленность Верхнеобского стада, которая обусловлена особенностями геологической эволюции, оставляя при этом в стороне вопрос об идентичности Верхнеобского и Тазовского стада обского муксуна.

Самыми новейшими на настоящий момент времени в плане генетики сибирского муксуна являются исследования Е.А. Боровиковой и Ю.В. Будина [4], где кроме фактического подтверждения результатов С.Н. Балдиной [1, 2] о полифилетичном происхождении различных подвидов муксуна служит довольно категоричный вывод – муксуна как вида не существует, а есть только вид *C. lavaretus*.

Такое заключение Е.А. Боровиковой в значительной мере обусловлено тем фактом, что основные исследования отечественных и зарубежных ихтиологов Европейской части России в большинстве массы своей относятся к сигам, в то время как в Азиатской части России муксун более значим (хотя бы в прошлом) в промысловых уловах.

Кроме того, как показывает анализ геологической эволюции сиговых – муксун индикатор подпорных водоемов ледников и находки его в европейской части известны, например, как Валаамский сиг, представляют собой эндемиков озер на месте бывших подпорных водоемов.

В этой связи развивая тенденцию можно воспользоваться эквивалентностью и говорить только о существовании вида *Coregonus muksun* (Pallas).

Согласно вышеизложенному, здесь сразу встает вопрос о причинах

морфометрической и, с большой вероятностью, генетической эквиваленции тундрового подвида енисейского муксуна и полупроходного обского муксуна.

Ответом на этот вопрос служит, с одной стороны, общность эволюционной истории тазовского стада обского муксуна и, с другой, как это ни странно на первый поверхностный взгляд, различие эволюционной истории тазовского и верхнеобского – кетьско-томьско-бийского (по названиям соответствующих рек) – стада обского муксуна, которая рассматривается в работе [7].

Список литературы

- 1 Балдина С.Н. Внутривидовая генетическая дифференциация и филогеография сигов (*P. Coregonus*) Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.07. – М., 2010. – 23 с.
- 2 Балдина С.Н., Гордон Н.Ю., Политов Д.И. Генетическая дифференциация муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) и родственных видов сиговых рыб (*Coregonidae*, *Salmoniformes*) Сибири по мтДНК // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 7. – С. 896-905.
- 3 Берг Л.С. Список рыб Колымы // Ежегодник Зоол. музея АН. – СПб., 1908. – Т.13. – С. 69-107.
- 4 Боровикова Е.А., Будин Ю.В. Морфологическое и генетическое разнообразие двух форм муксуна *COREGONUS MUKSUN* (*SALMONIDAE*) бассейна реки Хатанга как ключ для понимания филогенетических взаимоотношений муксуна и сига *C. LAVARETUS* // Вопросы ихтиологии. – 2020. – Т. 60, № 6. – С. 707-720.
- 5 Гайденок Н.Д. Структура внутривидовых континуумов муксуна рек Сибири // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 51-60.
- 6 Гайденок Н.Д., Баранов А.Н., Чмаркова Г.М. Моделирование, экология и промысел ихтиофауны Енисея и Оби и морских млекопитающих Карского моря. – Красноярск, СибГАУ, 2014. – 452 с.
- 7 Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. Анализ морфометрических показателей сиговых // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: Сб. ст. междунар. конф. – Новосибирск, 2020. – *данный сборник*.
- 8 Грамотно восстановить запасы муксуна поможет генетика // Интернет-портал Fishnews.ru: Сетевое издание. Дата размещения 21.08.2020 г. – URL: <https://fishnews.ru/news/39831> (дата обращения: 07.10.2020).
- 9 Кабицкая Я.А., Коновалова Т.А., Бойко Е.Г. Современные подходы к изучению популяции муксуна Обь-Иртышского рыбохозяйственного района // Молодой ученый. – 2016. – №6.5 (110.5). – С. 73-78. – URL <https://moluch.ru/archive/110/27440/> (дата обращения: 09.10.2020).
- 10 Кирилов А.Ф., Сивцева Л.Н., Жирков Ф.Н. и др. Фауна рыб нижнего течения р. Лены на территории Жиганского района // Жиганский улус: история, культура, фольклор. – Якутск: Бичик, 2012. – С. 12-14
- 11 Куклин А.А. Биологическая характеристика муксуна р. Енисей и перспективы его рыбохозяйственного использования: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – Красноярск, 1982. – 158 с.
- 12 Лобовикова А.А. Биологические группы муксуна в системе Енисея // Мат. сов. по биол. продуктивности Сибири. – Иркутск, 1966. – С. 49-50.
- 13 Лобовикова А.А. К экологии нереста восточносибирского сига и карской ряпушки // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири: Тр. Красноярского отд. СибНИПКРХ. – Красноярск, Красноярское книжное изд-во, 1975. – Т. 10. – С. 61-66.

- 14 Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд. ВНИОРХ. Нов. серия. – Тюмень: Тюм. кн. изд-во, 1958. – Т. 1. – 252 с.
- 15 Некрашевич Н.Г. К познанию муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) р. Енисея // Тр. Биол. ин-та ТГУ. – Томск, 1940. – Т. 7. – С. 178-197.
- 16 Подлесный А.В. Муксун *Coregonus muksun* (Pallas). Промыслово-биологический очерк // Тр. Сиб. отд. ВНИИОРПХ. – 1948. – Т. 7. – С. 112-146.

УДК 639.3

АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИГОВЫХ

Н.Д. Гайденок, А.И. Пережилин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация,
alex_pr@sibsau.ru

Аннотация. Рассматриваются результаты анализа морфометрических показателей основных видов сиговых и муксунов популяционного континуума Енисея. Показана линейная зависимость пропорции максимальной высоты тела от пропорции головы в длине тела и возможность представления эволюции сиговых в виде результата дигибридного скрещивания. Анализируются варианты возможных предковых форм муксуна. Показана потенциальная возможность выступать в данном качестве двух современных видов – североамериканского сельдевидного сига *Coregonus clupeaformis* и балтийско-североморского острорылового *Coregonus oxyrinchus*.

Ключевые слова: сиговые, морфометрические показатели, анализ, зависимость

ANALYSIS OF THE MORPHOMETRIC INDICATORS OF WHITEFISHES

N.D. Gaydenok, A.I. Perezhilin

Summary. The results of the analysis of morphometric indicators of the main species of whitefishes and muksuns of the population continuum of the Yenisei are considered. The linear dependence of the proportion of the maximum body height on the proportion of the head in body length and the possibility of presenting the evolution of whitefishes as a result of dihybrid crossing are shown. Variants of possible ancestral forms of muksun are analyzed. Potential ability to act in this capacity of two modern species – the North American herring whitefish *Coregonus clupeaformis* and the Baltic-North Sea sharp-nosed *Coregonus oxyrinchus*.

Keywords: whitefish, morphometric indicators, analysis, dependence

В работе [5] указывается на роль морфометрических исследований в плане дифференциации – идентичности популяционных континуумов муксуна Сибирских рек.

Забегая вперед отметим, что здесь речь не может идти только об однородности, но и вообще применимости теории рас Л.С. Берга [2] – ихтиологические исследования, проведенные как на различных бассейнах, так и