

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**



**Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет**

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ**

**Материалы VIII Международной научно-технической  
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых**

(Владивосток, 25 ноября 2022 года)

Электронное издание

Владивосток  
Дальрыбвтуз  
2023

УДК 639.2  
ББК 65.35  
К63

**Организационный комитет конференции:**

**Председатель:** Щека Олег Леонидович, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

**Зам. председателя:** Полещук Денис Владимирович, канд. техн. наук, доцент, председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

**Секретарь:** Клипак Марина Борисовна, аспирант кафедры «Технология продуктов питания»

**Адрес оргкомитета конференции:**

690087, г. Владивосток  
ул. Луговая, 52б, ауд. 412б  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет,  
Тел./факс: (423)2-44-11-76  
e-mail: dalrybvtuz-smu@mail.ru

К63 **Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли** : материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (56,6 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2023. – 409 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-766-0

Представлены материалы, посвященные рациональному использованию водных биологических ресурсов, рыболовству, экологическим проблемам, аквакультуре, технике, технологии и управлению качеством продуктов из гидробионтов, эксплуатации водного транспорта и безопасности мореплавания.

Приводятся результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 639.2  
ББК 65.35

ISBN 978-5-88871-766-0

© Дальневосточный государственный  
технический рыбохозяйственный  
университет, 2023

УДК 639.3

**Полина Дмитриевна Якушева**

Тюменский государственный университет, магистр, Россия, Тюмень, e-mail: YaPoLLi@mail.ru

**Александр Владимирович Попов**

ООО «Пышма-96», заведующий тепловодным направлением аквакультуры, Россия, Тюмень

**Ирина Владимировна Пак**

Тюменский государственный университет, доктор биологических наук, профессор, Россия, Тюмень, e-mail: pakiv57@mail.ru

**Морфогенетическая характеристика производителей  
африканского клариевого сома *Clarias Gariepinus***

*Аннотация.* *Clarias gariepinus* в современной аквакультуре играет значительную роль, являясь перспективным и популярным объектом для разведения в искусственных условиях. Приведены результаты оценки разных линий и гибридов африканского клариевого сома по комплексу морфометрических признаков и фенотипов. Обнаружены различия между линиями и гибридными группами по показателям изменчивости морфометрических признаков и асимметрии. Выявлено 11 фенотипов окраски и рисунка, показаны различия между группами по их частотам. Проведено сопоставление носителей разных фенотипов по массе тела и даны рекомендации по отбору.

*Ключевые слова:* африканский клариевый сом *Clarias gariepinus*, производители морфометрические признаки, асимметрия, фенотип, фенотип, изменчивость

**Polina D. Yakusheva**

Tyumen State University, Masters degree student, Russia, Tyumen, e-mail: YaPoLLi@mail.ru

**Aleksander V. Popov**

Pyshma-96 LLC, Head of warm-water aquaculture, Russia, Tyumen

**Irina V. Pak**

Tyumen State University, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia, Tyumen, e-mail: pakiv57@mail.ru

**Morphogenetic characteristics of procreators of the african catfish *Clarias Gariepinus***

*Abstract.* *Clarias gariepinus* plays a significant role in modern aquaculture, being a promising and popular object for breeding in artificial conditions. This paper presents the results of the evaluation of different lines and hybrids of the African catfish by a complex of morphometric features and phenotypes. Differences were found between the lines and hybrid groups in terms of the variability of morphometric features and asymmetry. Eleven phenotypes of coloring and pattern were revealed, differences between groups by their frequencies are shown. A comparison of carriers of different phenotypes by body weight was carried out and recommendations for selection were given.

*Keywords:* African catfish *Clarias gariepinus*, procreators, morphometric characters, asymmetry, phenotypes, phenotype, variability

Африканский клариевый сом *Clarias gariepinus* имеет значительный удельный вес в общем объеме выращиваемой в Тюменской области рыбы. Благодаря своей устойчивости к неблагоприятным факторам среды, быстрому росту и качественному мясу он стал перспективным объектом в аквакультуре. Высокая плотность посадки обеспечивает низкую конкуренцию за пищу и пространство. Воздушное дыхание способствует устойчивости к дефициту кислорода, а обильное кожное слизиобразование – к болезням [1, 5, 7, 10].

Для того чтобы обеспечить высокую продуктивность, необходимо не только совершенствование технологических процессов, таких как переход на установки замкнутого водоснабжения, улучшение условий содержания и подбор кормления, но также и селекционные проекты. Селекция и гибридное разведение занимают не последнее место в биотехнологии, а морфогенетический анализ носит научный и практический интерес.

Исследования проводились на предприятии ООО «Пышма-96» в Тюменской области. Всего было изучено 100 особей (таблица), среди которых представители чистых линий «Белгород-Воронеж», «Воронежская», «Тюменская» и гибридных групп (♀Тюменские) × (♂Белгород-Воронеж) и (♀Белгород-Воронеж) × (♂Тюменские) по десять самцов и десять самок в каждой.

#### Характеристика исследованных групп

Особи	Возраст, г.	Исследовано, экз.		Условное обозначение группы
		самок	самцов	
Белгород-Воронеж	3–4	10	10	БВ
Воронежские	3–4	10	10	В
Тюменские	3–4	10	10	Т
♀Тюменские × ♂Белгород-Воронеж	2–3	10	10	Т×БВ
♀Белгород-Воронеж × ♂Тюменские	2–3	10	10	БВ×Т

Для проведения морфометрического анализа производились измерения на основе общепринятых методик [11, 12] с использованием штангенциркуля, линейки, рулетки и напольных товарных весов. Изучаемые признаки: масса тела, длина тела, длина туловища, длина головы, диаметр глаза, высота тела, толщина тела, длина грудных плавников, длина каждой из четырех пар усов. На основе измерений были посчитаны индексы морфологических признаков: индекс длины головы, индекс диаметра глаза, индекс упитанности по Фультону:

$$K_{y.f.} = \frac{Q}{L^3} \cdot 100 \%,$$

где  $Q$  – масса тела, г;  $L$  – длина тела, см [3, 9, 13].

Частота встречаемости асимметричных особей определялась по стандартной методике по показателям парных признаков [6]. Определение фенотипов проводилось на основе рисунка пятен на брюшке рыб. Для сравнения фенотипического подобия (ИФП) использовался модифицированный вариант формулы Джеффриса–Матуситы для вычисления индекса генетического подобия:

$$\text{ИГП} = 1 - \frac{1}{L} \left( \frac{1}{2} \sum (\sqrt{PG_{i1}} - \sqrt{PG_{i2}})^2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

где  $L$  – число фенотипических групп;  $PG_{i1}$  и  $PG_{i2}$  – количество особей одного фенотипа в двух сравниваемых группах [4].

Проанализировав полученные данные, были сделаны выводы о различии между особями пяти исследованных групп производителей. Представители чистых линий БВ и Т значительно крупнее особей линии В и гибридных групп Т×БВ и БВ×Т. В случае гибридных групп стоит говорить о том, что не было проявления ожидаемого гетерозисного эффекта. В случае с линией В предполагаем, что в ходе селекционной работы была получена линия БВ, обладающая лучшими производственными показателями. Статистическая обработка данных подтверждает полученные выводы, так как достоверные различия прослеживаются между чистыми линиями БВ и Т и линией В с гибридными группами по большинству признаков.

При сравнении изменчивости морфологических признаков использовался коэффициент вариации, который может быть низким ( $\leq 10\%$ ), средним ( $= 11\text{--}25\%$ ) и высоким ( $> 25\%$ ) [8].

По изменчивости морфологических признаков чистых линий составлены полигоны изменчивости, представленные на рис. 1.

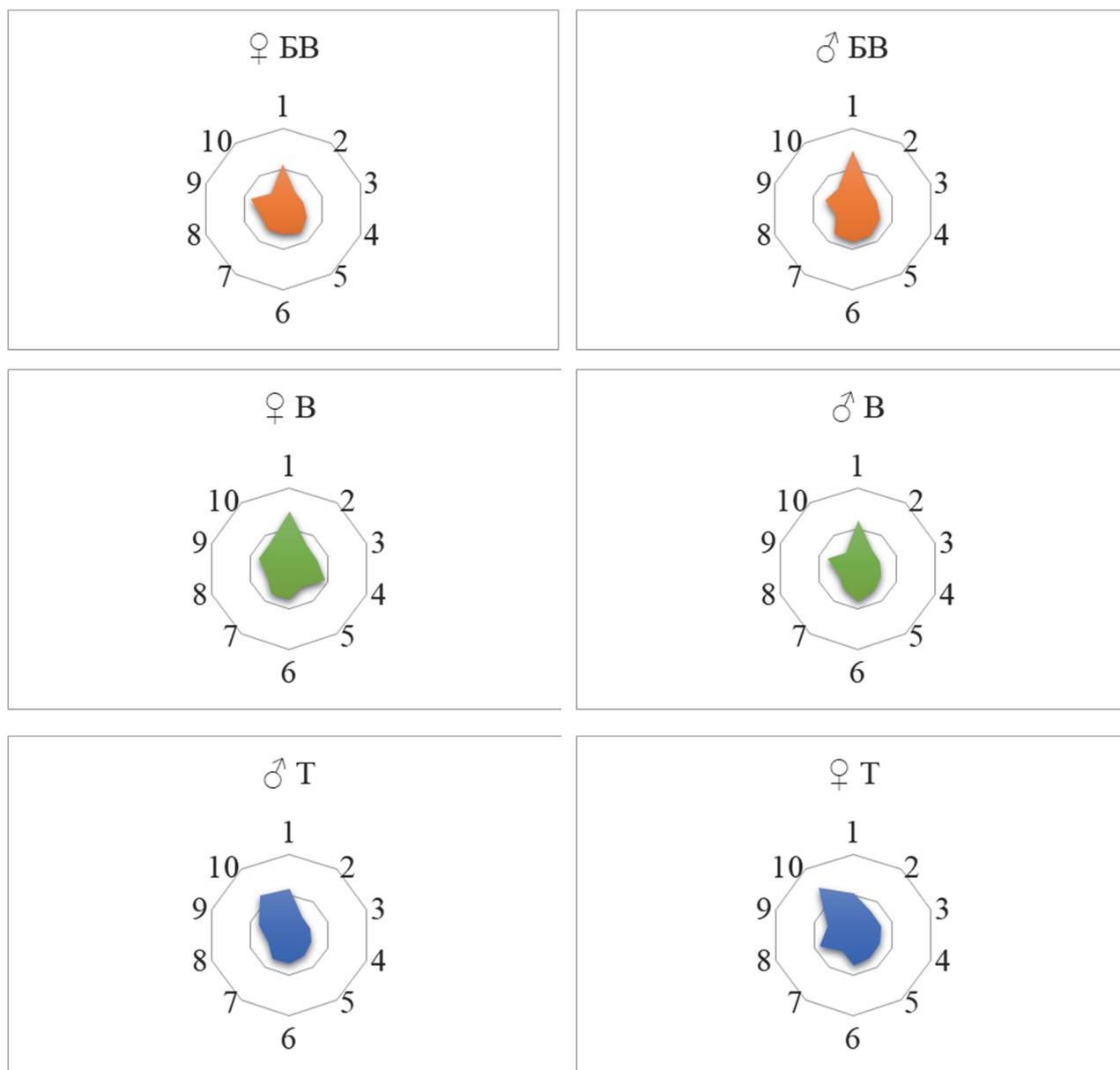


Рисунок 1 – Изменчивость морфологических признаков чистых линий:  
 1 – масса тела; 2 – длина тела; 3 – длина туловища; 4 – длина головы; 5 – диаметр глаза;  
 6 – высота тела; 7 – толщина тела; 8 – индекс длины головы; 9 – индекс диаметра глаза;  
 10 – индекс упитанности по Фультону

Высокой вариации у чистых линий ни для одного признака обнаружено не было. Средняя вариация получена для показателя массы тела у всех линий, по длине головы у самок линии В, по высоте тела у самцов линий В и БВ, по индексу диаметра глаза у самок линии БВ, по индексу длины головы у самок линии Т, по индексу упитанности по Фультону у линии Т. Остальные признаки имеют слабую вариацию.

По изменчивости морфологических признаков гибридных групп составлены полигоны изменчивости, представленные на рис. 2. Так же, как у чистых линий, у гибридных групп показателей с высокой вариации не было. Среднюю вариацию имеют самцы гибридов БВ×Т по массе тела, гибриды БВ×Т по длине головы, самки гибридов Т×БВ по диаметру глаза, гибриды Т×БВ по индексу диаметра глаза, самки гибридов БВ×Т по индексу диаметра глаза и по индексу длины головы. Остальные признаки имеют слабую вариацию.

Наибольшую вариабельность признаков демонстрируют самки, по сравнению с самцами, за исключением линии БВ, в которой более изменчивы самцы. Это может быть связано с наличием беременных самок в выборке.

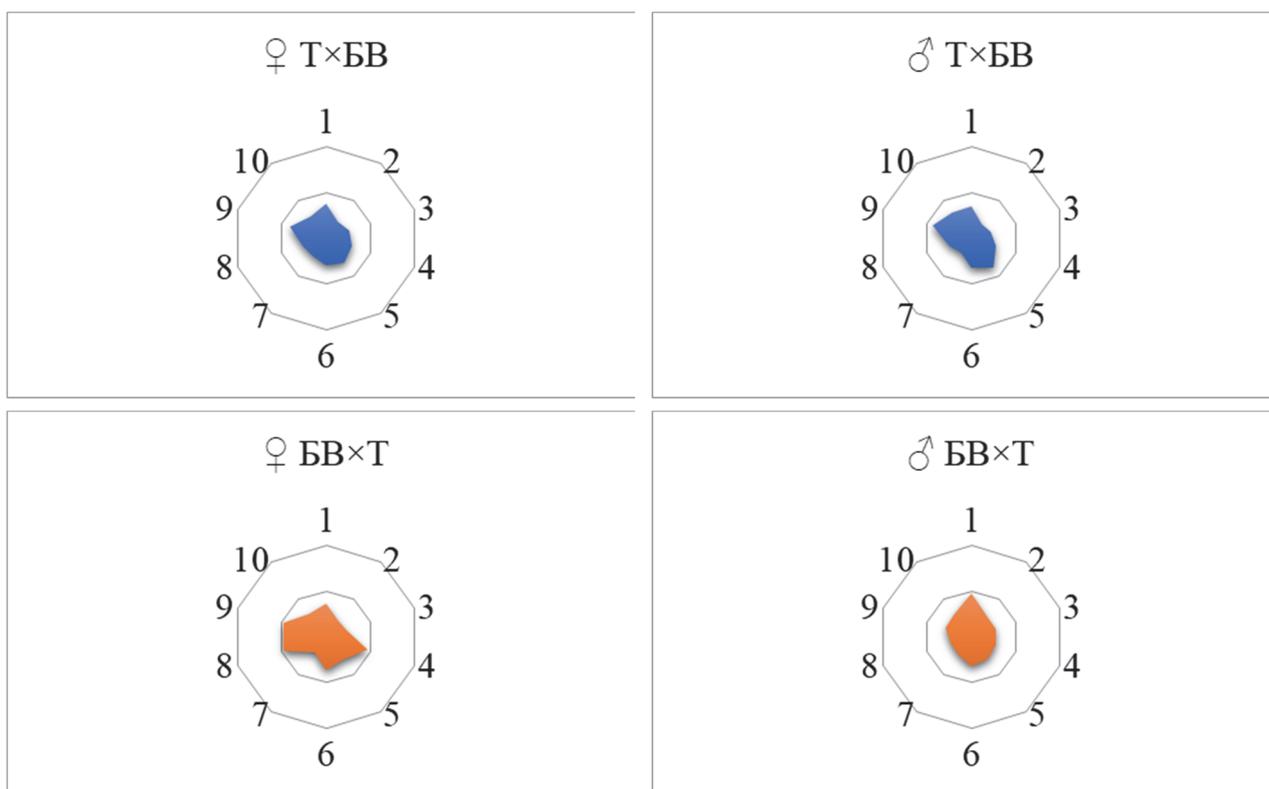


Рисунок 2 – Изменчивость морфологических признаков гибридных групп:  
 1 – масса тела; 2 – длина тела; 3 – длина туловища; 4 – длина головы; 5 – диаметр глаза;  
 6 – высота тела; 7 – толщина тела; 8 – индекс длины головы; 9 – индекс диаметра глаза;  
 10 – индекс упитанности по Фультону

Асимметричность присутствует в каждой выборке с той или иной частотой встречаемости. По показателям средней на признак асимметричности, представленными на рис. 3, можно сделать вывод, что самки асимметричнее самцов, за исключением особей линии Т. Полученный результат может быть связан как с факторами среды, так и с тем, что в выборке особей линии Т присутствуют экземпляры с отсутствующими или недоразвитыми плавниками и усами.

В ходе исследования было идентифицировано 11 фенов при помощи фенетического метода по рисунку пятен на брюшке. Особи линии БВ светлые с небольшим количеством пятен, у линии В много преимущественно светлых пятен, экземпляры линии Т темные со

светлым рисунком, почти без пятен. Гибридные группы сочетают в себе родительские признаки. По результатам расчетов фенотипического подобия по модифицированной формуле Джеффриса–Матуситы составлена дендрограмма (рис. 4). Наиболее схожими по фенотипам оказались линии БВ и В (86 %), так как одна берет свое начало из другой. Наименьший ИФП между линией БВ и гибридной группой Т×БВ – 59 %. Скорее всего, линия Т обладает генетическим влиянием, которое сильнее отражается на проявлении фенотипа гибридов. Этот вывод подтверждается высоким ИФП (83 %) между ними.

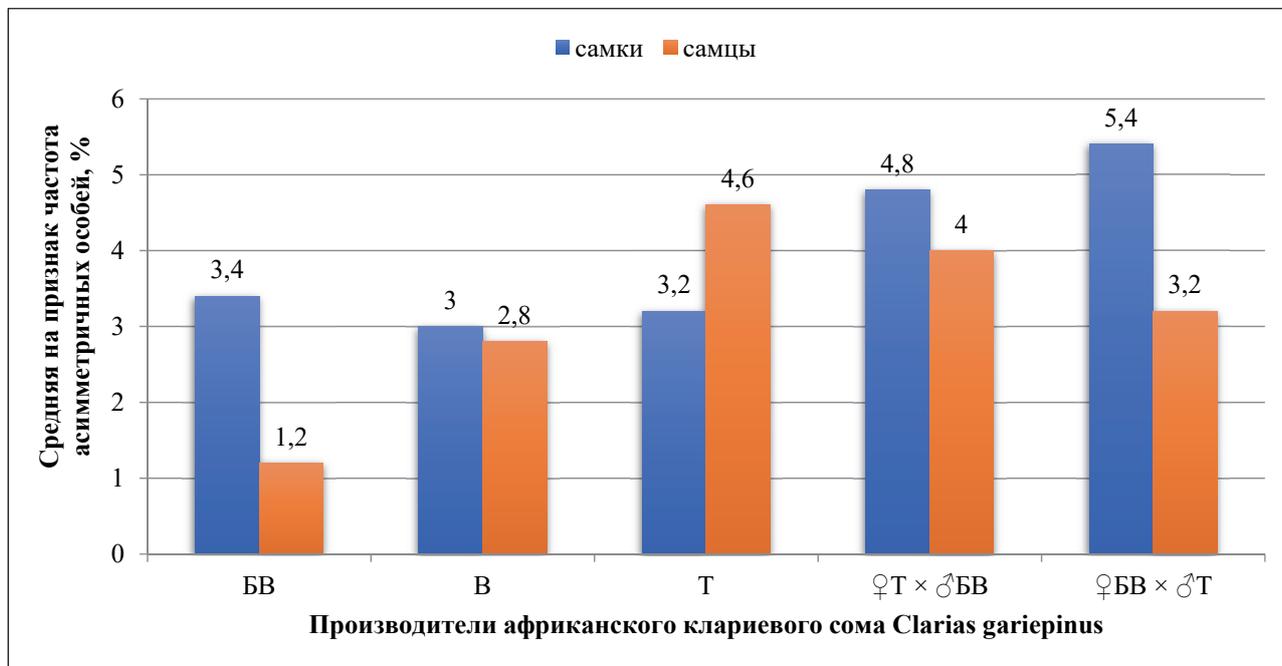


Рисунок 3 – Средняя на признак частота асимметричных особей производителей африканского клариевого сома *Clarias gariepinus*

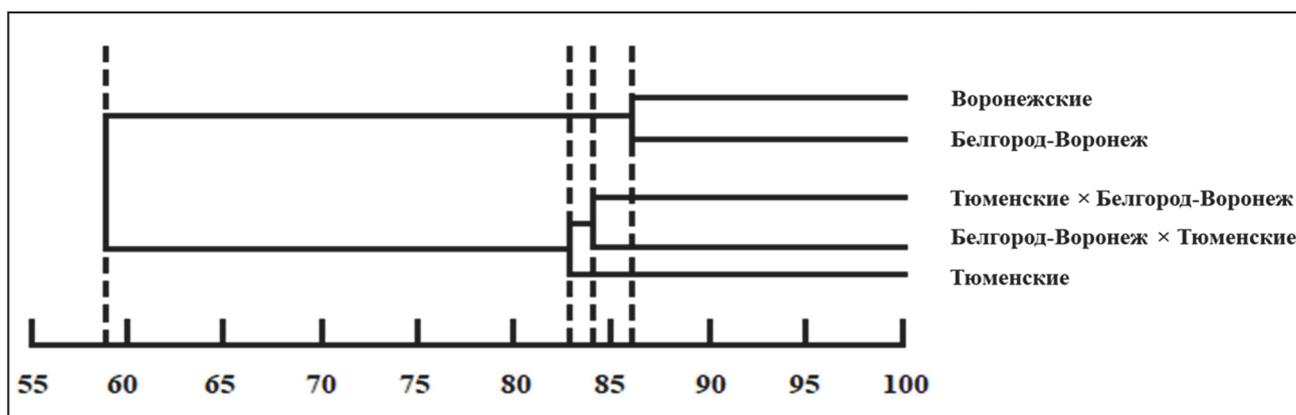


Рисунок 4 – Дендрограмма исследованных групп африканского клариевого сома *Clarias gariepinus* по индексам фенотипического подобия

Сопоставление носителей разных фенов по массе тела выявило преимущество по массе тела у фена 4,7 и 10 в сравнении с другими фенами (рис. 5).

Внешний вид брюшка рекомендованных для отбора фенов отличается светло- или темно-серым цветом с отсутствием и/или наличием рисунка (рис. 6).

Окраска может зависеть как от генетических особенностей рыб, так и от факторов внешней среды, например, длительности светового дня [2].

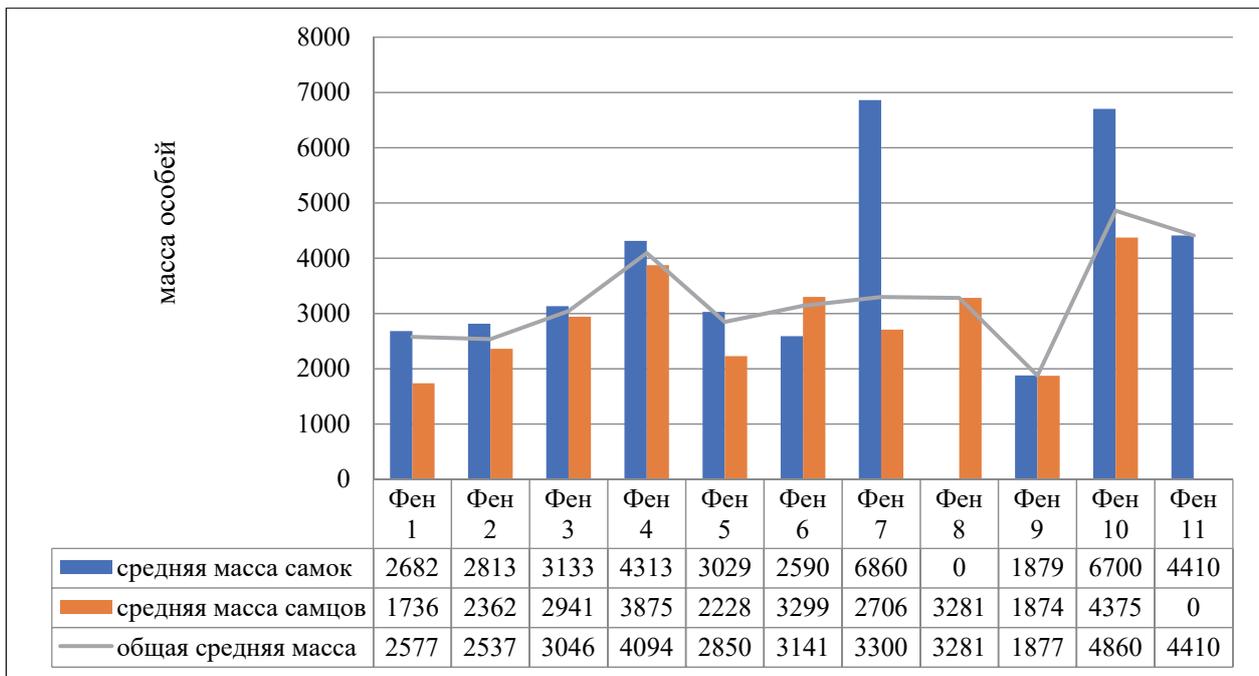


Рисунок 5 – Средняя масса тела африканского клариевого сома *Clarias gariepinus* у носителей разных фенов



Рисунок 6 – Схемы фенов, рекомендованных для отбора (4, 10 и 11 соответственно)

### Библиографический список

1. Afolabi O.J., Oladele O.O., Olususi F.C. Assessment of bacterial loads of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) obtained from cultured and natural habitats // The Journal of Basic and Applied Zoology. 2020. Vol. 81, № 1. P. 1–7.
2. Mustapha M.K. et al. Effects of three different photoperiods on the growth and body coloration of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) // Fisheries & Aquatic Life. 2012. Vol. 20, № 1.
3. Solomon S.G., Okomoda V.T., Ogbenyikwu A.I. Intraspecific morphological variation between cultured and wild *Clarias gariepinus* (Burchell) (Clariidae, Siluriformes) // Fisheries & Aquatic Life. 2015. Vol. 23, № 1. P. 53–61.
4. Богданов Л.В., Коваль Ч.З., Черноиванов В.А. Рекомендации по использованию электрофоретических данных при межпопуляционных и межвидовых сравнениях. Владивосток: ТИНРО, 1980. 39 с.
5. Власов В.А., Завьялов А.П., Есавкин Ю.И. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения: инструктивно-методическое издание. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 48 с.
6. Захаров В. М. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. 214 с.

7. Казакова Л.Х. Обмен макроэлементов у клариевого сома *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) при разных источниках экзогенного кальция: дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 160 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1990. 352 с.
9. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. М.: Высш. школа, 1973. 428 с.
10. Подушка С.Б. Выращивание клариевых сомов ради икры // Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени: материалы науч. конф., 21–22 января 2016. М., 2016. С. 250–253.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Л.: ЛГУ, 1939. 124 с.
12. Романов В.И., Петлина А.П., Бабкина И.Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири. Томск: ТГУ, 2012. 252 с.
13. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоёмах / Л.В. Антипова [и др.]. СПб.: ГИОРД, 2011. 472 с.