


Оригинальная статья / Original article

УДК 597.0/5-11

DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-25-34

Экологические параметры аутбридинга при внутривидовых скрещиваниях карпа

Аслан Б. Хабжиков¹, Сафарби Ч. Казанчев¹, Олег О. Гетоков¹ , Виктор В. Федюк³, Людмила А. Казанчева¹, Либихан У. Юсупова², Мурат Х. Лиев¹

¹ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», Нальчик, Россия

²ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет, Магас, Россия

³ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», пос. Персиановский, Россия

Контактное лицо

Олег О. Гетоков, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»; 361304 Россия, с.п. Кахун, ул. Кирова, 47.
Тел. +79034905195

Email getokov777@mail.ru

ORCID [https://orcid.org/0000-0001-](https://orcid.org/0000-0001-8252-5246)

[8252-5246](https://orcid.org/0000-0001-8252-5246)

Формат цитирования: Хабжиков А.Б., Казанчев С.Ч., Гетоков О.О., Федюк В.В., Казанчева Л.А., Юсупова Л.У., Лиев М.Х. Экологические параметры аутбридинга при внутривидовых скрещиваниях карпа // Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14, N 4. С. 25-34. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-25-34

Получена 20 марта 2019 г.

Прошла рецензирование 13 мая 2019 г.

Принята 27 мая 2019 г.

Резюме

Цель. Оценить качество потомства, полученного методом аутбридинга комбинации (F₁), украинских чешуйчатых карпов с румынской породной группы фресинет для биологической интенсификации экологических параметров рыбоводных прудов.

Материал и методы. Материалом для данной работы послужили новые племенные стада культурных пород карпа. В качестве улучшателя этих признаков были завезены карпы румынской породной группы фресинет, полученные в скрещиваниях с украинскими породами карпов гетерозисных комбинаций (F₁). Исследования проводились в прудах опытного хозяйства «Сарский» Майского района Кабардино-Балкарской Республики (V эколого-фенологическая рыбоводная зона). Одновременно проводилось четыре скрещивания.


Результаты. Изучение роста гибридных сеголеток Ф × Укр. чеш., Укр. чеш. × Ф осуществлялось в течение 2014-2017 гг. Из полученных данных видно, что Ф × Укр. чеш., Укр. чеш. × Ф гибриды являются значительными конкурентами для чистопородных карпов. При сравнении полученных данных с результатами совместного выращивания испытуемых и контрольных карпов видно, что хозяйственный эффект при смешанных посадках очень значительный с точки зрения экономии площади и искусственного корма.

Выводы. Гетерозис по росту и жизнеспособности, проявившийся при скрещивании карпов разных породных групп, позволяет рекомендовать широкое применение промышленного скрещивания Ф × Укр. чеш. (внутрипородного) в карповодстве и, в первую очередь, – в зонах с высоким температурным перепадом, т.е. на Северном Кавказе.

Ключевые слова

гетерозис, карп, гибрид, трофическая база, личинка, сеголеток, пруд, порода, скрещивание, икра, фресинет.

Ecological Parameters of Outbreeding in the Interspecific Hybridization of the Common Carp

Aslan B. Khabzhokov¹, Safarby Ch. Kazanchev¹, Oleg O. Getokov¹ , Viktor V. Fedyuk³,
Lydmila A. Kazancheva¹, Libikhan U. Yusupova² and Murat Kh. Liev¹

¹V.M. Kokov Kabardino-Balkaria State Agrarian University, Nalchik, Russia

²Ingush State University, Magas, Russia

³Don State Agrarian University, Persianovski, Russia

Principal contact

Oleg O. Getokov, Professor, V.M. Kokov Kabardino-Balkaria State Agrarian University, 47 Kirova St, Kakhun, 361304 Russia.
Tel. +79034905195
Email getokov777@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8252-5246>

How to cite this article: Khabzhokov A.B., Kazanchev S.Ch., Getokov O.O., Fedyuk V.V., Kazancheva L.A., Yusupova L.U., Liev M.Kh. Ecological Parameters of Outbreeding in the Interspecific Hybridization of the Common Carp. *South of Russia: ecology, development*. 2019, vol. 14, no. 4, pp. 25-34. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-25-34

Received 20 March 2019

Revised 13 May 2019

Accepted 27 May 2019

Abstract

Aim. To assess the quality of offspring obtained by the method of outbreeding combination (F₁), Ukrainian scaly carp with the Romanian Fresinet breeding group for the biological intensification of the ecological parameters of fish-ponds.

Material and Methods. Serving as materials for this work were new broodstock of cultured breeds of carp. As an improver of the indicators carp of the Romanian Fresinet breeding group obtained in crossbreeding with Ukrainian breeds of carp of heterosis combinations (F₁) were used. The studies were conducted during 2014-2017 in the ponds of the Sarsky experimental farm in the May district of the Kabardino-Balkaria Republic (V Ecological-Phenological Fish Breeding Zone).

Results. The study of the growth of hybrid fry of F × Ukr. scaly, Ukr. scaly × F was undertaken during 2014-2017. The resulting data shows that F × Ukr. scaly, Ukr. scaly × F hybrids are significant competitors for purebred carp. When comparing the data obtained with the results of the joint rearing of test and control carp, it is clear that the economic effect of joint rearing is very significant in terms of economy of space and artificial feed.

Conclusion. Heterosis in growth and viability manifested through the crossing of carp of groups of different breeds permits us to recommend the widespread use of industrial crossbreeding of F × Ukr. scaly (inbreeding) in carp farming and particularly in regions with a high temperature range, i.e. in the North Caucasus.

Key Words

Heterosis, carp, hybrid, trophic base, larvae, fry, pond, breed, crossbreeding, calf, fresinet.

ВВЕДЕНИЕ

Расширение наших знаний о гетерозисе позволит лучше понять ряд проблем современной генетики и, в первую очередь, – фенотипической и генетики популяций.

Изучение ресурсов, признаков или фенотипов, наследуемых различий и свойств разных видов – членом гиркона (термин ввел А.С. Серебровский для обозначения гибридо-ресурсного потенциала исходного материала в 1934 г.) [1] должно наполнить конкретным содержанием все наши знания гиркона. Именно ресурсы признаков, накопленных эволюционным процессом в данном гирконе, представляют ближайший интерес для биологов-селекционеров. Геноресурсы частично познаются через феноресурсы. Если мы находим оригинальным чешуйчатый покров у чешуйчатого карпа, то тем самым мы уже получаем предварительное представление и о его геноресурсах, а дальнейшее изучение может лишь дополнить наши знания о возможности получения еще новых признаков путем перекомбинирования генов.

Изучение феноресурсов должно выразиться в составлении полного списка отличий каждого вида от других по всем категориям признаков экстерьера, интерьера – анатомии, физиологии, биохимии от личинок до взрослых (7-8 лет) рыб. Перечень признаков, по которым карпы с разным типом чешуйчатого покрова обнаруживают различия, включает 30 разных показателей, в том числе показатели продуктивности – рост и выживаемость [2].

Ресурсы генов, имеющихся в данном гирконе, представляют собой наиболее важный элемент, изучение которых возможно в полной мере в самом процессе межвидовых и внутривидовых скрещиваний. При межвидовых скрещиваниях гетерозис является весьма характерным.

Различают два основных типа гетерозиса: зугетерозис (настоящий гетерозис) и избыточный гетерозис (гигантизм).

Зугетерозис проявляется при скрещивании более или менее инбридированных стад. Гибриды F_1 обладают комплексом свойств, имеющих приспособительное значение.

При избыточном гетерозисе наблюдается усиленное развитие некоторых органов или функций, не обладающих адаптивной ценностью, носит односторонний характер и не затрагивает признаки, отражающие общую приспособленность нектонов.

При оценке гетерозисного эффекта проводят сравнение гибридов F_1 либо с лучшей родительской формой, либо со средним родительским значением признака. В первом случае говорят об истинном (конкурсном), во втором – о гипотетическом гетерозисе.

Существует несколько концепций, объясняющих генетическую природу гетерозиса. Широкое признание получили гипотезы сверхдоминирования и доминирования. Гипотеза сверхдоминирова-

ния объясняет возникновение гетерозиса за счет стимулирующего влияния гетерозиготности иными словами, гетерозиготы имеют преимущество перед обоими типами гомозигот ($AA < Aa > aa$). Подтверждением этого может быть так называемый «моноконтный» гетерозис у карпа [3; 4].

Использование гетерозиса – важный источник повышения продуктивности прудовых рыб. Главная задача при этом состоит в выявлении наиболее удачных «гетерозисных» сочетаний нектонов, что решается путем оценки комбинативной способности [5-8].

Породы нектонного сообщества, выведенные в различных климатических условиях и разных типов кормления, имеют экологическую разнокачественность и при скрещивании дают потомков с выраженным гетерозисом [9].

Украинские карпы на Северном Кавказе являются основными объектами прудового рыбоводства [10].

Для создания новых племенных стад украинских пород карпов в регионе была проведена многолетняя племенная работа за счет других породных групп, которые являются носителями обогащенной генетической информации, также проводилось дальнейшее совершенствование продуктивных качеств породы, увеличение биопродукции водоемов. Для этого были использованы карпы румынской породной группы фресинет [11].

Цель работы – оценить качество потомства, полученного методом аутбридинга комбинации (F_1), украинских чешуйчатых карпов с румынской породной группы фресинет для биологической интенсификации экологических параметров рыбоводных прудов.

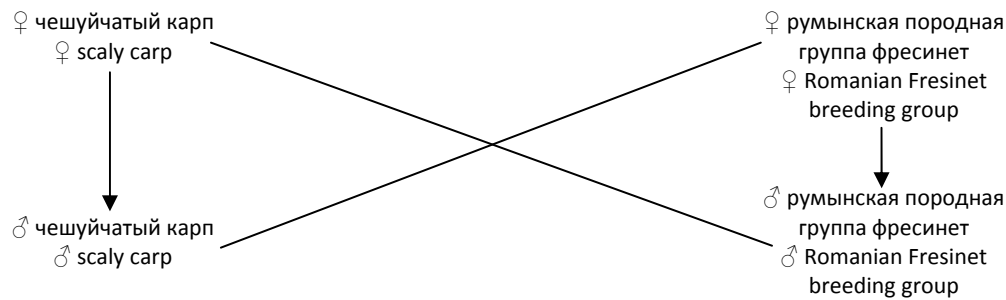
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для данной работы послужили новые племенные стада культурных украинских пород карпа, признанные комиссией по государственному рыбоводному породоиспытанию при Кабардино-Балкарском ГАУ и ассоциации «Каббалкрийхоз» (2015 г.), которые являются сейчас важным объектом рыборазведения на Северном Кавказе [9; 10].

Исследования проводились в течение 2014-2017 гг. в прудах опытного хозяйства «Сарский» Майского района Кабардино-Балкарской Республики (V эколого-фенологическая рыбоводная зона). Гидробиологический режим прудов определяли по соответствующим методикам [2; 3; 12-14].

Для изучения особенностей проявления гетерозиса пробонитировали всех маток [4; 5; 15].

Гибриды I-го поколения от скрещивания украинского чешуйчатого карпа с румынской породной группой фресинет были по схеме, имеющей следующие условные обозначения: УЧ, РФ, УЧ×РФ и РФ×УЧ.



Одновременно проводилось четыре скрещивания. При постановке скрещиваний было применено искусственное оплодотворение икры. Во избежание влияния на потомство одного самца в каждом скрещивании мы использовали смесь молок (в равных количествах) от трех самцов. Основным требованием при постановке всех опытов было максимально возможное уравнение окружающих условий для гибридов и исходных форм, начиная с момента оплодотворения и до конца проведения опыта. Украинско-чешуйчатый × румынской породной гибридной группы карпа фресинет и их родительские исходные формы изучались по комплексу эколого-биологических показателей и сравнивались как между собой, так и с чистопородными карпами, которые в опытах были контрольной группой. Личинок пересаживали в опытные выростные пруды в возрасте 4-5 дней. Выращивание сеголеток и двухлеток проводили в двух вариантах. Первый вариант предполагал совместное, а второй – раздельное выращивание испытуемых и контрольных карпов в условиях одного пруда.

Для изучения роста популяции карпа полученный материал от разведения каждый из сравниваемых групп ежегодно промеряли и взвешивали по 30 подопытных рыб из каждого водоема по методике [2-5; 12-14].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Трофическая база опытных прудов представлена тремя группами гидробионтов.

По числу видов повсеместно преобладали убиквисты, в основном, коловратки (Rotatoria) – 35 видов и подвидов, на долю веслоногих (Copepoda) приходилось 10 видов и ветвистоусых ракообразных (Cladocera) – 30 видов. Сходство видового состава зоопланктоценозов индекс Sögeneep находился в пределах 0,96-1, а индексы Константинова – 85-95%, что указывает на высокую степень сходства видового состава трофической базы исследованных прудов.

В летний период при температуре 24-26°C усиливаются биопродукционные процессы, улучшаются условия питания организмов – зоопланктона, что ведет к увеличению их численности и биомассы.

Основная масса зоопланктеров-убиквистов была представлена эвритермными и термофильными озерно-прудовыми комплексами, широко

распространенными в самых разнообразных водоемах Северного Кавказа.

Из представителей зообентоса основной группой были личинки хирономид, во всех зонах республики преобладают *Chironomus f. l. qlumosus* Goelghabuer, реже *Glyptotendis barbipes* Keiff, *Proclandus derrugineus* Shuze.

Уровень развития зоопланктона соответствовал оптимальным показателям фенологии зоны – V рыболовная зона. По численности – 110-1116 тыс. экз./м³ и биомассы – 3,75-15,8г/м³. Рыбоводные пруды относятся к эвтрофному типу.

Выживаемость помесей первого поколения и исходных форм изучалась нами по периодам развития, во время выклева и на стадии личинки до перехода на активное питание (табл. 1).

В зародышевый период наблюдались различия по выживаемости, но данные не достоверны (табл. 1). Различия между выклюнувшимися гибридными и чистопородными личинками оказались минимальными.

Наиболее четкие, высоко достоверные различия были установлены для личиночного периода (с момента выклева до перехода на активное питание), а также в целом для всех трех периодов, взятых вместе. Исходя из данных таблицы следует, что гетерозис проявляется уже во время эмбриогенеза, во всяком случае, во второй его половине ($P > 0,99$).

На более поздних стадиях развития выживаемость этих же гибридов изучалась в небольших проточных гнездовых прудиках (3×2 м), типа земляных аквариумов: в 4-х прудиках было посажено по 200 мальков с идентичной массой. Отход за время опыта с 25.V по 20.VII составил $\Phi \times \Phi$ – 44,8%, Укр. чеш. × Укр. чеш. – 44,9%, $\Phi \times$ Укр. чеш. – 41,2%, Укр. чеш. × Φ – 41,3% ($P > 0,95-0,99$).

В сравнении с чистопородными, гибриды I поколения $\Phi \times$ Укр. чеш. и Укр. чеш. × Φ превзошли своих одновозрастных на 33,9 и 30% соответственно ($P > 0,99-0,999$).

В течении трех лет с 2014 по 2017 гг., мы изучали рост гибридных сеголеток $\Phi \times$ Укр. Чеш., Укр. Чеш. × Φ . В 2015 г. были поставлены опыты по изучению роста испытуемых и контрольной группы, при содержании в одинаковых условиях (в одном пруду, которая была перегорожена сеткой). В опытах №1, 2, 3 и 4 зарыбление произвели равным количеством мальков от испытуемых и контрольных гнезд производителей из расчета 18 тыс. экз./га.

При осеннем облове было установлено (табл. 2), что при одинаковой плотности посадок (18 тыс. экз./га) личинок Ф × Укр. Чеш. гибриды показали лучший рост, чем гибриды Укр. Чеш. × Ф. на 26,2% (отсек №2), а при сравнении с контрольными их рост был выше на 18,2 и 19,3% соответственно. В 2016 году увеличение плотности посадки отрицательно сказалось на росте чистопородных карпов фресинет больше, чем на росте Укр. Чеш. × Ф. гибридов: чистопородные карпы потеряли в абсолютной массе 53,2%, а гибриды – 40,6%. Ф × Укр. Чеш. Помеси при плотности зарыбления 18,0 тыс. экз./га (отсек 2-4) показали более высокий прирост, чем контрольные сеголетки, на 38,6% (P>0,999).

Во всех опытных прудах превышение роста гибридов первого поколения составило у Ф × Укр. чеш. – 19,9%, а у Укр. чеш. × Ф – 13,4%. Потеря в индивидуальной массе при увеличении плотности посадки составила: Ф × Ф – 12,9; Ф × Укр. чеш. – 6,7%, Укр. чеш. × Укр. чеш. – 8,0; Укр. чеш. × Ф – 7,9% (P>0,999).

Если сравнить уплотнение посадки при совместном выращивании Ф × Укр. чеш. гибридов с уплотнением Ф × Ф карпами, то заметна к большая потеря массы Ф × Ф по сравнению с гибридами - на 15,6% (P>0,999).

Как показывают данные таблицы 2, гибриды имели более высокий показатель упитанности при двукратной повторности опыта по сравнению с исходным материалом на 34,3 и 26,8% соответственно.

Полученные данные показали, что Ф × Укр. чеш. и Укр. чеш. × Ф гибриды выигрывают в конкуренции с чистопородными. В опытах, проведенных в 2017 году, в рядом расположенных прудах №5 и №6, сходные по естественной и трофической продуктивности, а

также по уровню интенсификационных мероприятий, проведены опыты по раздельному выращиванию гибридов с контрольными чистопородными сеголетками (табл. 3).

Осенние обловы показали, что интенсивность роста наиболее высока у гибридных карпов на 7,1% (P>0,99). В условиях раздельного выращивания, а Ф × Укр. чеш. гибриды опережали в росте контрольных чистопородных на 6,2%. При этом затраты кормов в обоих прудах были почти равными и составляли 3,15-3,36 кг прироста (P>0,95).

Сравнение данных с результатами совместного выращивания испытуемых и контрольных карпов показали, что хозяйственный эффект при смешанных посадках очень значительный с точки зрения экономии площади и искусственного корма.

За счет данного метода хозяйство получит дополнительно около 10-15% прибыли, а за счет использования метода аутбридинга – гетерозиса хозяйство получило сверх прибыли 15,1%, рыбопосадочного материала от выращивания чистопородных – 6,5% (в пересчете на 1 га). Выращивание сеголеток карпов, полученных от разных вариантов скрещивания, в отдельных прудах выявило преимущество гибридной формы над исходными. Разница в массе между ними была все время достоверной (P>0,99-0,999). Морфометрические показатели сеголеток исходных форм были практически идентичными.

Промышленный способ выращивания сеголеток, при плотности посадки 18 тыс. экз./га, обращает на себя внимание гибридные группы Ф × Укр. чеш. и Укр. чеш. × Ф. Интенсивность суточного прироста Ф × Укр. чеш. Составляла – 0,781 г. (20%), а Укр. чеш. × Ф. – 0,728 г. (18,5%) (P>0,95).

Таблица 1. Выживаемость личинок разного происхождения

Table 1. Viability of fry of different origin

Тип скрещивания Type of crossing	Исходное количество икры, тыс. шт. Initial number of eggs, thousands	Количество повторностей Number of replications	Отход, % / Departure, %			
			эмбриональный период embryonic period	стадия выклева hatching stage	личинки до периода активного питания fry until period of active feeding	за весь опыт for total trial
1. Ф♀ × Ф♂ F♀ × F♂	445,1±3,12	3	15,7±0,70	14,8±0,05	15,3±0,13	44,8±0,71
2. Укр. чеш.♀ × Укр. чеш.♂ Ukr. scaly♀ × Ukr. scaly♂	636,6±0,71	4	15,9±0,53	14,7±0,07	16,9±0,05	44,9±0,82
3. Ф♀ × Укр. чеш.♂ F♀ × Ukr. scaly♂	484±3,15	2	14,9±0,59	13,2±0,08	13,3±0,19	41,2±0,75
4. Укр. чеш.♀ × Ф♂ Ukr. scaly♀ × F♂	571±2,71	2	14,3±0,67	13,6±0,57	13,9±0,14	41,3±1,08

Примечание: Ф – румынская группа карпов фресинет; укр. чеш. – украинский чешуйчатый

Note: f – Romanian Fresinet group carp; Ukr. scaly. – Ukrainian scaly

Таблица 2. Результаты выращивания сеголеток
Table 2. Results of production of fry

№ прудов No of ponds	Площадь, га Area, ha	Группы рыб Fish groups	Зарыблено, тыс. экз./га Stocked, thousands/ha	Выловлено Caught		Средняя масса испытываемых, в % к контрольным Average weight as % of control	Биопродуктивность, кг/га Bioproductivity, kg/ha	Упитанность по Фултону Condition (Fulton)
				в % к зарыблению % of stocked	средняя масса 1 сеголетки average weight of 1 fry			
2015 год								
1	5	Ф × Ф F × F	18,0	80,3±0,17	70,5±0,3	100,0	103,9±0,67	2,07
2	7	Ф × Укр. чеш. F × Ukr. scaly	18,0	89,9±0,13	86,3±0,57	122,4	125,3±0,71	2,78
3	4	Укр. чеш. × Укр. чеш. Ukr. chesh × Ukr. scaly	18,0	79,5±0,21	64,4±0,48	100,0	90,3±0,55	2,09
4	6	Укр. чеш. × Ф Ukr. scaly × F	18,0	88,4±0,14	75,0±0,34	116,5	122,7±0,37	2,65
2016 год								
1	5	Ф × Ф F × F	45,0	78,9±0,18	61,2±0,17	100,0	214,5±0,13	1,97
2	7	Ф × Укр. чеш. F × Ukr. scaly	45,0	81,2±0,23	72,3±0,19	113,9	260,0±0,14	2,97
3	4	Укр. чеш. × Укр. чеш. Ukr. scaly × Ukr. scaly	45,0	74,9±0,15	57,3±0,13	100,0	198,7±0,51	1,98
4	6	Укр. чеш. × Ф Ukr. scaly × F	45,0	81,3±0,13	68,4±0,11	119,4	257,0±0,15	2,51

Таблица 3. Рост и развитие сеголеток при раздельном способе выращивания (2017 г.)
Table 3. Growth and development of fry reared separately (2017)

№ прудов No. of ponds	Площадь, га Area, ha	Группы рыб Fish groups	Плотность посадки, тыс. экз./га Release density, thousand./ha	Средняя масса, г Average weight, g			Прирост Growth		Интенсивность роста, % Growth intensity, %	Удельная скорость роста Specific growth rate
				при посадке at release	при облове when caught	% выхода % output	общий, кг/га total, kg/ha	среднесуточный, г average daily, g		
5	5	Ф × Ф F × F	18	0,25	80,5±0,41	85,1	12,97	70,7±0,019	193,72	0,1437
6	3	Ф × Укр. чеш. F × Ukr. chesh.	18	0,25	90,3±0,32	95,4	14,65	78,1±0,011	199,81	0,1616
7	4	Укр. Чеш Ukr. chesh × Ukr. chesh	18	0,25	80,1±0,24	83,2	11,61	62,1±0,013	192,61	0,1421
8	3	Укр. чеш. × Ф Ukr. chesh × F	18	0,25	86,7±0,39	91,4	13,26	72,5±0,015	192,03	0,1603

Выход товарной рыбы с 1 га между гибридами и чистопородными карпами по средней навеске и по общему приросту в данном варианте вполне достоверны ($P>0,999$).

При сравнении чистопородных групп между собой большое преимущество имеет $\Phi \times \Phi - 0,38$ ц или на 3,8% ($P>0,95$).

Индексы гетерозиса у сеголеток карпа разного происхождения, выращенного в условиях одного пруда по массе колебались от 14,2 до 24,3%, по выживаемости – от 15,0 до 28,1% (табл. 4).

Из таблицы 4 видно, что сеголетки гибридной формы $\Phi \times \text{Укр. Чеш.}$ имели самый высокий гетерозисный эффект по весу и по выживаемости (55,0-33,4%). У сеголеток гибридной отмечено такое же превосходство по сравнению с $\text{Укр. чеш.} \times \Phi$ происхождения ($P>0,999$). Конкурентный гетерозис обоих гибридных форм был выше гипотетического.

Данные исследования могут свидетельствовать о том, что производители фресинет румынской породной группы и украинского чешуйчатого карпов проявили признаки некоторой заинбрированности (табл. 4).

Таблица 4. Индексы гетерозиса сеголеток карпа разного происхождения, выращенных в условиях одного пруда

Table 4. Indices of heterosis of carp fry of different origin – grown in a single pond

Год Year	Показатели Indicators	Укр. чеш. карп × Фр Ukr. scaly carp × FR		Фр × Укр. чеш. карп FR × Ukr. scaly carp	
		Гипотетический Hypothetical	Конкурентный Competitive	Гипотетический Hypothetical	Конкурентный Competitive
2016	По массе By weight	12,2	17,3	16,2	18,6
	По выживаемости Survival rate	15,3	18,3	26,7	39,1
	По массе By weight	24,1	34,7	55,1	68,4
	По выживаемости Survival rate	28,4	51,1	58,0	69,2
	По массе By weight	15,7	18,1	19,7	20,6
	По выживаемости Survival rate	29,1	39,7	32,4	43,7
	По массе By weight	13,7	18,9	16,9	19,7
	По выживаемости Survival rate	15,6	19,1	27,3	38,5
2017	По массе By weight	19,6	21,0	22,4	25,6
	По выживаемости Survival rate	27,8	51,3	35,2	65,3
	По массе By weight	30,2	39,7	39,6	68,4
	По выживаемости Survival rate	27,3	35,9	41,3	69,3

При анализе физиологического состояния сеголеток разного происхождения были обнаружены различия в ряде показателей, занимающие промежуточное место между качественными и количественными признаками, так называемые фенотипы. Этот термин был предложен Лернером [15] для обозначения наследственных отклонений от нормы, очень изменчивых по проявлению и частоте встречаемости и трудно поддающихся генетическому анализу.

С различными видами аббераций мы встретились при выращивании молоди уплотненной посадки (48 тыс. экз. на 1 га водного зеркала). Некоторые из найденных нами аббераций были простыми рецессивными, часть уродств связана с травматическими повреждениями, но большую их часть составляли, несомненно, фенотипы. К ним мы

отнесли в первую очередь многочисленные смещения чешуи, многие из плавниковых аббераций, а также «мопсовидность», редукцию жаберной крышки и частые случаи слияния тел позвонков. Сходные типы фенотипов представлены в таблице 5. Список аббераций достаточен для оценки фенотипов у изученных рыб.

Как показывают данные таблицы, частота появления любого фенотипа в большей степени зависит от породной принадлежности, условий среды, влияющих на частоту (пенетрантность) и степень проявления (экспрессивность) этих аномалий. Основными факторами среды являются: плотность посадки, температура, обеспеченность рыб кормом, газовый режим водоема и pH воды. Фенотипы уступают на 30-35% ($P>0,999$) по темпу роста нормальным рыбам.

Таблица 5. Аберрации у сеголеток карпов (2015-2017 гг.)
Table 5. Aberrations in carp fry (2015-2017)

Типы аберраций Types of aberrations	У чистопородных In purebred		У гибридов In hybrids	
	шт. individuals.	%	шт. individuals.	%
Смешения чешуи Mixing of scales	50	9,6	25	4,05
	40	5,7	26	4,6
Уродства плавников Fin deformities	60	11,5	30	6,2
	64	7,6	40	7,05
Отсутствие брюшного или анального плавников Absence of ventral or anal fins	4	0,76	3	0,62
	20	0,38	4	0,71
Уродства хвостовой части позвоночника Deformities of tail part of spine	18	3,5	13	2,7
	21	4,0	15	2,6
«Мопсовидность» головы и искривление челюсти "Mopsy" appearance of head and jaw curvature	19	3,65	13	2,7
	23	4,8	18	3,1
Редукция усиков Reduction of feelers	3	0,57	2	0,42
	7	0,19	10	1,76
Недоразвитие жаберной крышки Underdevelopment of gill cover	16	3,07	13	2,7
	25	4,8	16	2,8
Явно травматические уродства Obvious traumatic deformities	37	7,1	32	6,7
	41	7,8	36	6,3
Итого: аберрантных особей Subtotal: aberrant individuals	207	20,78	131	12,46
	241	20,18	165	15,8
Разных аберраций Various aberrations	302	30,58	346	33,2
	290	25,57	402	37,08
Всего исследовано рыб Total number of fish investigated	996		1044	

Примечание: в числителе – чистопородная румынская породная группа фресинет и их гибриды;

в знаменателе – чистопородные украинские чешуйчатые карпы и их гибриды

Note: numerator – purebred Romanian Fresinet breeding group and their hybrids; denominator-purebred Ukrainian scaly carp and their hybrids

Наличие фенотипических отклонений в популяции можно рассматривать как показатель снижения генетического гомеостаза и гомеостаза развития. Гены или сочетания генов, в которых не обнаруживается видимое проявление при хорошо сбалансированном генотипе и оптимальных условиях существования, проявляются при нарушении генетического баланса и в неблагоприятной среде. Действие таких генов зависит от остального генотипа и от многих факторов среды, поэтому наследование фенотипических отклонений обычно плохо укладываются в рамках законов. В этих случаях правильнее говорить о наследственном предрасположении к уродству.

Увеличение числа фенотипических отклонений племенных рыб свидетельствует о нежелательных последствиях селекции и о чрезмерной интенсивности (20-25%) отбора.

Выводы

1. У гибридов первого поколения, полученных при скрещивании румынской группы карпа фресинет с украинской чешуйчатой породой, наблюдается значительный гетерозис по скорости роста и жизнеспособности на 22,5 и 9,9% соответственно. Самый высокий эффект гетерозиса (55,0-33,4%) по тем же признакам был обнаружен у сеголеток данной гибридной формы. Конкурентный гетерозис обеих гибридных форм выше гипотетического на 10,3 и 15,2%.

2. Наиболее сильно выражен гетерозис на ранних стадиях развития у всех гибридных групп (от 16,5 до 22,4%).

3. Частота появления признаков фенотипического отклонения в большей степени зависит от породной принадлеж-

ности. Фенодевианты уступают по темпу роста на 30-35% нормальным рыбам.

4. Гетерозис по росту и жизнеспособности, проявившийся при скрещивании карпов разных породных групп, позволяет рекомендовать широкое применение промышленного скрещивания $\Phi \times$ Укр. чеш. (внутрипородного) в карповодстве и в первую очередь – в зонах с высоким температурным перепадом, какими представлен Северный Кавказ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серебровский А.С. Гибридизация животных. Москва: Сельхозгиз, 1935. 346 с.
2. Кирпичников В.С. Генетические основы гетерозиса и его использование в рыбоводстве. Москва: Изд-во АН СССР, 1989. 324 с.
3. Киселев И.В. Индекс обхвата, как основной показатель экстерьера карпа // Рыбное хозяйство. 1992. N 6. С. 78-84.
4. Привезенцев Ю.А. Проблема сохранения генофонда в рыбоводстве. Москва: Агропромиздат, 1989. 246 с.
5. Румянцев Б.Ф. Видовая гибридизация как метод создания новых пород домашних животных // Природа животноводства. 1935. N 5. С. 60-68.
6. Демкина Н.В., Деметьев В.Н., Катасонов В.Я., Кочетов А.А. Опыт организации селекционно-племенного дела на примере ВНИИПРХ // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017. N 3 (135). С. 13-19.
7. Доманчук В.И., Куркубет Г.Х. Рыбоводно-биологическая оценка новой гетерозиготной линии малочешуйчатого карпа // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016. N 8 (128). С. 33-39.
8. Кожаева Д.К., Хабжоков А.Б., Казанчев С.Ч. Влияние биоэкологических факторов на рост молоди карпа // Известия Оренбургского ГАУ. 2015. N 2 (52). С. 193-195.
9. Хабжоков А.Б., Казанчев С.Ч., Бормотов Г.Е., Лабазанов А.В. Районирование пород карпа применительно к условиям КБР // Современные проблемы науки и образования. 2016. N6. URL: <https://www.science-education.ru/pdf/2016/6/25880.pdf> (дата обращения 01.02.2018)
10. Хабжоков А.Б., Казанчев С.Ч., Шахмурзов М.М., Гетоков О.О., Казанчева Л.А. Эколого-биологические особенности и перспективы производственного использования нектонного сообщества карпов // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. N 3. С. 167-175. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-167-175
11. Хабжоков А.Б., Казанчев С.Ч., Улимбашев М.Б., Лабазанов А.В. Экологические факторы, влияющие на рост и развитие личинок бикультурного материала // Вестник КрасГАУ. 2015. N 2(101). С. 22-27.
12. Mraz J., Pickova J., Kozak P. Feed for common carp. Krmivo pro karpa obecneho. (In Czech oniy) // Czech Industrial Property Office. Utility model. 2011. N 21926. P. 34-37.
13. Wong J.H., Lau T., Cai N., Singh J., Pedersen J.F., Vensel W.H., Hurkman W.J., Wilson J.D., Lemaux P.G.,

- Buchanan B.B. Digestibility of protein and starch from sorghum (*Sorghum bicolor*) is linked to biochemical and structural features of grain endosperm // Journal of Cereal Science. 2009. V. 49. Iss. 1. P. 73-82. DOI: 10.1016/j.jcs.2008.07.013
14. Buchtova H., Svobodova Z., Kocour M., Velisek J. Chemical composition of edible parts of three-year-old experimental scaly crossbreds of common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) // Acta Alimentaria. 2008. V. 37. Iss. 3. P. 311-322. DOI: 10.1556/AAlim.2008.0003
15. Lerner B. Genetical studies of fresh-water fish. 2. On the hybrid of *Cyprinus carpio* L. and *Carassius carassius* (L.) (*auratus* L.) // Imper. Fish. Exp. st., 1954. N 2. P. 129-137.

REFERENCES

1. Serebrovskii A.S. *Gibridizatsiya zhivotnykh* [Hybridization of Animals]. Moscow, Selkhozgiz Publ., 1935, 346 p. (In Russian)
2. Kirpichnikov V.S. *Geneticheskie osnovy geterozisa i ego ispol'zovanie v rybovodstve* [Genetic Basis of Heterosis and its Use in Fish Farming]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1989, 324 p. (In Russian)
3. Kiselev I.V. Girth index as the main indicator of the carp exterior. *Rybnoe khozyaistvo* [Fisheries]. 1992, no. 6, pp. 78-84. (In Russian)
4. Privezentsev Yu.A. *Problema sokhraneniya genofonda v rybovodstve* [The problem of gene pool conservation in fish farming in the book "Selection of Fish"]. Moscow, Agroundust Publ., 1989, 246 p. (In Russian)
5. Romyantsev B.F. Species hybridization as a method of creating new breeds of domestic animals. *Priroda zhivotnovodstva* [Nature of animal husbandry]. 1935, no. 5, pp. 60-68. (In Russian)
6. Demkina N.V., Dement'ev V.N., Katasonov V.Ya., Kochetov A.A. Experience of selection and stock-breeding activities organization on the example of the all-russian research institute of freshwater fish farming. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo* [Fish farming and fisheries]. 2017, no. 3(135), pp. 13-19. (In Russian)
7. Domanchuk V.I., Kurkubet G.Kh. Fish-breeding and biological assessment of a new heterosis line of small-scale carp. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo* [Fish farming and fisheries]. 2016, no. 8 (128), pp. 33-39. (In Russian)
8. Kozhaeva D.K., Khabzhokov A.B., Kazanchev S.Ch. Impact of biological factors on carp fry growth. *Izvestiya Orenburskogo GAU* [News of Orenburg State Agrarian University]. 2015, no. 2 (52), pp. 193-195. (In Russian)
9. Khabzhokov A.B., Kazanchev S.Ch., Bormotov G.E., Labazanov A.V. [Zoning of rocks in respect of carp to conditions pond farms CBD]. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 6. (In Russian) Available at: <https://www.scienceeducation.ru/pdf/2016/6/25880.pdf> (accessed 01.02.2018)
10. Khabzhokov A.B., Kazanchev S.Ch., Shakhmurzov M.M., Getokov O.O., Kazancheva L.A. Ecological and biological features of the nektonic community of carp

fish and prospects for its production. *South of Russia: ecology, development*, 2018, vol. 13, no. 3, pp. 167-175. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-167-175

11. Habzhokov A.B., Kazanchev S.Ch., Ulimbashev M.B., Labazanov A.V. Environmental factors influencing the growth and development of fry of bicultural material. *Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]*. 2015, no. 2(101), pp. 22-27. (In Russian)

12. Mraz J., Pickova J., Kozak P. Feed for Common Carp. *Krmivo pro karpa obecneho. Czech Industrial Property Office, Utility model*, 2011, no. 21926, pp. 34-37. (In Czech)

13. Wong J.H., Lau T., Cai N., Singh J., Pedersen J.F., Vensel W.H., Hurkman W.J., Wilson J.D., Lemaux P.G.,

Buchanan B.B. Digestibility of protein and starch from sorghum (*Sorghum bicolor*) is linked to biochemical and structural features of grain endosperm. *Journal of Cereal Science*, 2009, vol. 49, iss. 1, pp. 73-82. DOI: 10.1016/j.jcs.2008.07.013

14. Buchtova H., Svobodova Z., Kocour M., Velisek J. Chemical composition of edible parts of three-year-old experimental scaly crossbreds of common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758). *Acta Alimentaria*, 2008, vol. 37, iss. 3, pp. 311-322. DOI: 10.1556/AAlim.2008.0003

15. Lerner B. Genetical studies of fresh-water fish. On the hybrid of *Cyprinus carpio* L. and *Carassius carassius* (L.) (aurats L.). *Imper. Fish. Exp. st.*. 1954, no. 2, pp. 129-137. (In Deutsch)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

В написании работы, ее концепции, сборе материала, анализе и интерпретации участвовали Хабжиков А.Б., Казанчев С.Ч., Гетоков О.О., Федюк В.В., Казанчева Л.А., Юсупова Л.У., Лиев М.Х. До подачи в редакцию рукопись корректировали Хабжиков А.Б. и Гетоков О.О. Все авторы в равной степени несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Khabzhokov A.B., Kazanchev S.Ch., Getokov O.O., Fedjuk V.V., Kazancheva L.A., Yusupova L.U. and Liev M.Kh.: conceived the concept and the research, collected, analysed and interpreted the material. Khabzhokov A.B. and Getokov O.O.: corrected manuscript before submission. All authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors state that there is no conflict of interest.

ORCID

Аслан Б. Хабжиков / Aslan B. Khabzhokov <https://orcid.org/0000-0002-1223-9647>

Сафарби Ч. Казанчев / Safarby Ch. Kazanchev <https://orcid.org/0000-0001-8353-5454>

Олег О. Гетоков / Oleg O. Getokov <https://orcid.org/0000-0001-8252-5246>

Виктор В. Федюк / Viktor V. Fedjuk <https://orcid.org/0000-0002-5791-8416>

Людмила А. Казанчева / Lydmila A. Kazancheva <https://orcid.org/0000-0001-7100-1092>

Либихан У. Юсупова / Libikhan U. Yusupova <https://orcid.org/0000-0002-8045-5675>

Мурат Х. Лиев / Murat Kh. Liev <https://orcid.org/0000-0002-3940-7479>