

УДК 639
ББК 47.2
Н72

Н72 Новейшие генетические технологии для аква-культуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29 – 31 января 2020 г). – М.: Издательство «Перо», 2020. – 350 с. – Мб. [Электронное издание]. – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit). – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-00171-087-5

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции с международным участием «Новейшие генетические технологии для аквакультуры» проходившей в г. Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29 – 31 января 2020 г в рамках выставки «Agros 2020».

УДК 639
ББК 47.2

ISBN 978-5-00171-087-5

© Авторы статей, 2020

УДК: 639.3.032-639.371.52

**РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРОССОВ
МЕЖДУ МОСКОВСКИМИ И АНГЕЛИНСКИМИ ПОРОДАМИ КАРПА**
Дементьев В.Н., Шарт Л.А., Юхименко Л.Н., Симонов В.М., Караваяев В.В.,
Зингис И.В., Балашов Д.А., Рекубратский Н.В., Тихонов Г.Ф.,
Рекубратский А.В.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и
океанографии», Филиал по пресноводному рыбному хозяйству («ВНИИПРХ»),
Федеральное агентство по рыболовству, tambovskiy2006@rambler.ru*

**AQUACULTURAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CROSSES
BETWEEN MOSCOW AND ANGELINSKIY COMMON CARP BREEDS**
Dementiev V., Shart L., Ukhimenko L., Simonov V., Karavaev V., Zingis I.,
Balashov D., Recoubratsky N., Tikhonov G., Recoubratsky A.

***Резюме.** Показано, что кроссы между породами московского карпа и породами ангелинского карпа сохранили свойства родительских форм, проявив по сравнению с внутривидовыми кроссами хорошие рыбохозяйственные свойства и устойчивость к заболеванию краснухой. Межпородные кроссы между московскими и ангелинскими карпами могут быть рекомендованы для использования в прудовой аквакультуре.*

***Ключевые слова:** кросс, устойчивость к заболеваниям, краснуха, аэромоноз, рыбохозяйственные свойства, морфометрия, московские и ангелинские породы карпа*

***Summary.** Interbreed crosses between Moscow and Angelinskiy common carp breeds were shown to possess valuable traits of parental forms exceeding intrabreed crosses in aquacultural performance and resistance to dropsy. These interbreed crosses could be recommended for commercial use in pond aquaculture.*

***Key words.** Cross, disease resistance, dropsy, aeromonosis, aquacultural performance, morphometry, Moscow and Angelinskiy common carp breeds*

В настоящее время карп является основным объектом пресноводной аквакультуры России, на его долю приходится более 50% общего объёма продукции. Основной способ выращивания карпа – прудовая аквакультура с различными уровнями интенсификации. Большая часть карпов, выращиваемых в настоящее время в России, принадлежит к беспородным локальным группам с невысокой продуктивностью. Замена беспородного карпа на выращивание

высокопродуктивных кроссов позволит резко, на 25-50%, повысить продуктивность отечественного карповодства [Катасонов и др., 2015].

В России создан целый ряд пород карпа, предназначенных для различных климатических зон и условий выращивания. В отдельных хозяйствах имеются маточные стада амурского сазана. Завезены и культивируются несколько зарубежных пород. Большую ценность представляют локальные стада, адаптированные к конкретным условиям выращивания и обладающие повышенной резистентностью к местной ихтиопатофауне. Весь этот племенной фонд дает возможность получать высокопродуктивные специализированные кроссы и обеспечивать ими товарные хозяйства во всех климатических зонах карповодства.

Лучшей, наиболее востребованной отечественной породой является парский карп и два его внутривидовых типа, московский чешуйчатый и московский разбросанный [Катасонов и др., 2015].

Создание породы парского карпа начато в 1950 г. под руководством К.А. Головинской и Ю.П. Бобровой в рыбхозе «Пара» на основе скрещивания местных самок с разбросанным типом чешуйного покрова и амурского сазана. Отобранные во втором-третьем поколениях гибриды чешуйчатых особей послужили основой для формирования одной из племенных групп, получившей впоследствии название «отводка М». В 1964 г. была заложена вторая племенная группа — отводка УМ, полученная от скрещивания производителей отводки М с разбросанным чешуйным покровом и украинских рамчатых карпов. В 1981 г. обе отводки парского карпа были завезены в Опытное селекционно-племенное хозяйство ВНИИПРХ «Якоть» (пос. Рыбное, Московская обл.).

В 1999 г. было получено авторское свидетельство и патент на внутривидовый тип парского карпа московский чешуйчатый (МЧ), а в 2004 г. статус внутривидового типа получил московский разбросанный карп (МР) [Рекубратский и др., 2012].

Селекция ангелинского карпа, начатая в 1963 г. под руководством В.С. Кирпичникова в рыбхозе «Ангелинский» Краснодарского края, была направлена на повышение устойчивости карпа к заболеванию краснуха. Под термином «краснуха» мы понимаем симптомо-комплекс таких болезней как аэромоноз и весенняя виремия карпа. Работу проводили одновременно с тремя племенными группами — местными с разбросанным типом чешуи (М), ропшинскими чешуйчатыми (Р, завезенными из рыбхоза «Ропша» Ленинградской обл.), и украинско-ропшинскими (УР, помеси украинских рамчатых и ропшинских карпов, среди которых в процессе селекции отбирали только чешуйчатых особей). В 1998 г отводки М и УР были признаны селекционными достижениями с наследственной устойчивостью к заболеванию краснухой, эти породы

получили названия ангелинский зеркальный и ангелинский чешуйчатый [Рекубратский и др., 2012].

Цель настоящего исследования заключается в изучении рыбоводно-биологических свойств кроссов между породами московских и ангелинских карпов.

Материал и методы

В Ангелинском рыбхозе (Краснодарский край) и в Опытном селекционно-племенном хозяйстве ВНИИПРХ «Якоть» (пос. Рыбное, Московская обл.) в 2018 г. были получены кроссы ангелинских и московских карпов. На ОСПХ Якоть от московских разбросанных карпов была отобрана сперма и перевезена в Ангелинский рыбхоз для постановки скрещивания с самками ангелинского зеркального карпа (скрещивание АЗ×МР). Сперма ангелинских чешуйчатых карпов привезена на ОСПХ Якоть для скрещивания с самками московского разбросанного карпа (скрещивание МР×АЧ). В качестве контроля на ОСПХ Якоть использовали скрещивание МР×МЧ, а в Ангелинском рыбхозе - АЗ×АЧ.

На ОСПХ Якоть личинки каждого из кроссов МР×АЧ и МР×МЧ высажены в пруды на летнее выращивание в двойной повторности. В Ангелинском рыбхозе личинок из кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ выращивали в двух разных прудах без повторностей (см. табл. 1). Осенью 2018 г. часть сеголетков из Ангелинского рыбхоза перевезли на ОСПХ Якоть.

В опытах по выращиванию двухлетков на ОСПХ Якоть в пруды, где выращивали кроссы МР×АЧ и МР×МЧ, для корректировки влияния пруда на рост рыб в качестве фонового контроля подсадили двухлетков из породной группы ЗУ-НК [Головинская и др., 1975] (см. табл. 3).

Опыт по изучению устойчивости карпов к аэромонозу провели в феврале-марте 2019 г. в трех бассейнах аквариального комплекса. В первые два посадили совместно по 19 сеголетков каждого из четырех изучаемых кроссов. Рыб заразили аэромонозом с помощью внутримышечных инъекций суточной бульонной культуры вирулентного штамма *Aeromonas sobria*, выделенного от карпов с клиническими признаками заболевания, в дозе 0,2 мл. В третьем бассейне (интактный контроль) содержали по 2 рыбы каждого из кроссов, этих рыб заражению не подвергали. После заражения рыб содержали в бассейнах при ежедневном кормлении и комнатной температуре в течение 25 дней.

Измерение рыб проводили по традиционной схеме при помощи штангенциркуля [Правдин, 1966]. В работе использовали методы статистического анализа в пакетных программах Microsoft Office Excel 2007 и Stat Soft Statistica 8.

Результаты

Рыбоводная характеристика. Результаты летнего выращивания сеголетков на ОСПХ Якоть показывают, что кросс МР×АЧ имел преимущество

перед контролем МР×МЧ по средней массе рыб на 15,4%, по выживаемости на 23,7% и по рыбопродуктивности на 72,2% (табл. 1, рис. 1).

В рыбхозе Ангелинский рыбопродуктивность кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ была выше, чем у кроссов на ОСПХ «Якоть», но отсутствие повторности не позволяет провести объективное сравнение рыбоводных характеристик.

Таблица 1 - Результаты летнего выращивания кроссов московских и ангелинских карпов на ОСПХ Якоть и в рыбхозе Ангелинский

| Кросс | Посадка весной | | Выловлено осенью | | | | |
|----------------|----------------|-----------------------|------------------|---------------|--------------|-------------|------------------|
| | штук | плотность, тыс. шт/га | штук | общ. масса.кг | ср. масса. г | % выж. | Рыбопрод., кг/га |
| МР×АЧ* | 30000 | 68,2 | 9547 | 344,5 | 36,0 | 31,8 | 782,95 |
| МР×АЧ* | 30000 | 71,4 | 9909 | 386,1 | 39,0 | 33,0 | 919,29 |
| Среднее | 30000 | 69,8 | 9728 | 365,3 | 37,5 | 32,4 | 851,12 |
| МР×МЧ* | 30000 | 73,2 | 4212 | 177,1 | 42,0 | 14,0 | 431,95 |
| МР×МЧ* | 30000 | 66,7 | 11511 | 264,6 | 23,0 | 38,4 | 556,59 |
| Среднее | 30000 | 69,9 | 7861,5 | 220,9 | 32,5 | 26,2 | 494,27 |
| АЗ×МР** | 20000 | 80,0 | 2830 | 223,8 | 79,1 | 28,3 | 895,2 |
| АЗ×АЧ** | 10000 | 100,0 | 2790 | 109,6 | 39,3 | 27,9 | 1096,0 |

*Получение личинок и летнее выращивание на ОСПХ Якоть (Московская обл.).

**Получение личинок и летнее выращивание в р/х Ангелинский (Краснодарский край).

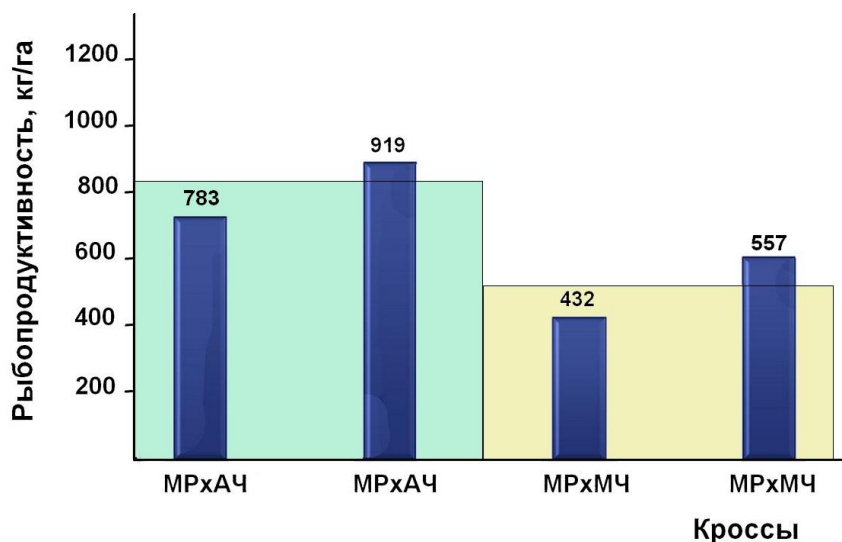


Рисунок 1 - Рыбопродуктивность сеголетков из кроссов московских и ангелинского чешуйчатого карпов при выращивании в прудах ОСПХ Якоть
АЧ – ангелинский чешуйчатый; МЧ – московский чешуйчатый; МР – московский разбросанный. Выделены средние значения продуктивности по двум повторностям

На ОСПХ Якоть сеголетки были посажены на зимовку в два разных пруда при плотности посадки 319,4 и 256,2 тыс.шт/га. В рыбхозе Ангелинский

сеголетки кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ были посажены совместно в один зимовал. Результаты зимовки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты зимовки кроссов московских и ангелинских карпов на ОСПХ Якоть и в рыбхозе Ангелинский.

| Породная группа | Посажено осенью | | Выловлено весной | | | Место |
|-----------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|----------|-----------------|
| | шт. | ср. масса, г | шт. | ср. масса, г | выход, % | |
| МР×АЧ | 6803 | 36,0 | 5227 | 36,2 | 76,8 | ОСПХ «Якоть» |
| МР×МЧ | 8095 | 31,5 | 4924 | 32,4 | 60,8 | |
| АЗ×МР | 100 | 160 | 88 | 150,0 | 88,0 | р/х Ангелинский |
| АЗ×АЧ | 130 | 40,7 | 115 | 38,3 | 88,5 | |

Кросс МР×АЧ продемонстрировал преимущество по зимостойкости перед кроссом МР×МЧ (на 26,3%). Менее жесткие условия зимовки в условиях Краснодарского края, возможно, определили лучшую выживаемость кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ.

Выращивание кроссов на втором году жизни в условиях рыбхоза Ангелинский осуществить не удалось. Рыбоводные данные по выращиванию двухлетков на ОСПХ Якоть представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Результаты выращивания двухлетков на ОСПХ Якоть

| № и площадь нагульн. пруда (га) | Группа | Посажено весной | | Выловлено осенью | | | | |
|---|--------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------|-------------|---------------|
| | | кол-во шт. | средняя масса, г | кол-во шт. | средн. масса, г | прирост г | выжив. % | продукт кг/га |
| Результаты выращивания гибридов по прудам | | | | | | | | |
| 44 0.41 | ЗУ-НК | 516 | 38.4 | 189 | 451 | 412.6 | 36.6 | 190.2 |
| | МР×МЧ | 1000 | 35.0 | 575 | 467 | 432,0 | 57.5 | 605.8 |
| | ИТОГО | 1516 | | 764 | | | 50.4 | 796,0 |
| 46 0.44 | ЗУ-НК | 500 | 30.0 | 300 | 425 | 395,0 | 60,0 | 269.3 |
| | МР×МЧ | 1000 | 32.8 | 674 | 513 | 480,2 | 67.4 | 735.6 |
| | ИТОГО | 1500 | | 974 | | | 64.9 | 1004,9 |
| 47 0.42 | ЗУ-НК | 500 | 29.2 | 238 | 404 | 374,8 | 47.6 | 212.4 |
| | МР×АЧ | 1000 | 35.7 | 789 | 493 | 457,3 | 78.9 | 858,1 |
| | ИТОГО | 1500 | | 1027 | | | 68.5 | 1070.5 |
| 48 0.42 | ЗУ-НК | 500 | 33.0 | 255 | 413 | 380,0 | 51,0 | 230.7 |
| | МР×МЧ | 500 | 34.6 | 310 | 496 | 471,4 | 62.0 | 347.9 |
| | МР×АЧ | 500 | 36.4 | 307 | 491 | 454,6 | 61.4 | 332.3 |
| | ИТОГО | 1500 | | 872 | | | 58.1 | 910.9 |
| 49 0.45 | ЗУ-НК | 500 | 29.2 | 272 | 488 | 458,0 | 54.4 | 277.3 |
| | МР×АЧ | 1000 | 36.9 | 819 | 583 | 546,1 | 81.9 | 993,9 |
| | ИТОГО | 1500 | | 1090 | | | 72.7 | 1271.2 |
| Результаты выращивания по всем прудам | | | | | | | | |
| 5 прудов | ЗУ-НК | 2516 | 32,0 | 1254 | 436,2 | 404,2 | 49,8 | 1179,9 |
| 3 пруда | МР×МЧ | 2500 | 30,8 | 1559 | 492,0 | 461,2 | 62,4 | 1689,3 |
| 3 пруда | МР×АЧ | 2500 | 36,3 | 1915 | 522,3 | 486,0 | 76,6 | 2184,3 |

Таблица 4 - Показатель продуктивности кроссов МР×МЧ и МР×АЧ в процентах от показателей фонового контроля (группа ЗУ-НК)

| Пруд | Группа | Относительный средний вес, % | Относительная выживаемость, % |
|------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 44 | МР×МЧ | 103,5 | 151,1 |
| 46 | МР×МЧ | 120,7 | 112,3 |
| 48 | МР×МЧ | 120,1 | 121,6 |
| | МР×МЧ, среднее | 114,8 | 128,3 |
| 47 | МР×АЧ | 122,0 | 165,8 |
| 49 | МР×АЧ | 119,5 | 150,6 |
| 48 | МР×АЧ | 118,9 | 120,3 |
| | МР×АЧ, среднее | 120,1 | 145,6 |

Показатели определены отношением фактического значения среднего веса и выживаемости опытной или контрольной группы из данного пруда к показателям группы ЗУ-НК в этом же пруду.

Кросс МР×АЧ опередил контрольную группу МР×МЧ по средней массе двухлетков, выживаемости и рыбопродуктивности.

Морфометрический анализ. Сеголетков из каждого кросса подвергли морфологическому анализу. Сравнение морфотипов исследуемых кроссов выполнено при помощи многомерной статистики. В анализе использовали только индексы – промеры пластических признаков брали относительно длины тела и длины головы (табл. 5).

В каноническом пространстве морфометрических признаков исследуемые группы расположились так, что оба кросса, выращенные на ОСПХ Якоть (МР х МЧ и МР х АЧ) оказались с левой стороны рисунка, а с правой стороны расположились кроссы, полученные в рыбхозе Ангелинский (АЗ×МР и АЗ×АЧ) (рис.2).

Устойчивость к аэромонозу. Данные о выживаемости зараженных аэромонадами рыб представлены в таблице 6 и на рисунке 3. Среди интактных рыб из третьего бассейна гибели не отмечено.

Таблица 5 – Значения морфологических признаков у сеголетков из кроссов московского и ангелинского карпов

| Признак | MP×MЧ, n=55 | MP×AЧ, n=53 | A3×MP, n=45 | A3×AЧ, n=48 |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>l</i> , см | 11,62±1,30 | 11,19±0,84 | 16,55±1,05 | 12,97±0,85 |
| <i>C</i> , см | 3,61±0,39 | 3,53±0,26 | 5,15±0,39 | 3,95±0,29 |
| Пластические признаки, в % <i>l</i> | | | | |
| <i>c</i> | 31,10±1,36 | 31,59±1,55 | 31,16±2,03 | 30,46±1,83 |
| <i>H</i> | 37,09±1,45 | 36,60±1,36 | 36,54±1,38 | 37,73±1,47 |
| <i>h</i> | 13,16±0,62 | 12,88±0,49 | 13,40±0,44 | 13,74±0,38 |
| <i>lpc</i> | 15,22±0,97 | 15,29±1,03 | 13,57±1,22 | 12,61±1,19 |
| <i>lD</i> | 35,19±1,83 | 35,22±1,70 | 40,66±1,82 | 39,14±2,28 |
| <i>hD</i> | 11,29±2,10 | 12,93±1,92 | 12,55±1,38 | 11,42±1,40 |
| <i>lA</i> | 8,13±1,19 | 8,15±0,68 | 9,18±0,82 | 9,49±0,68 |
| <i>hA</i> | 12,68±1,45 | 13,43±1,46 | 13,69±1,95 | 13,67±1,11 |
| <i>lP</i> | 19,47±1,05 | 19,75±1,39 | 20,28±0,79 | 19,85±1,33 |
| <i>lV</i> | 15,04±1,49 | 15,10±1,39 | 15,87±1,14 | 16,35±0,89 |
| <i>aD</i> | 55,41±1,78 | 54,18±1,99 | 52,34±1,64 | 55,72±2,63 |
| <i>pD</i> | 18,13±1,33 | 17,75±1,19 | 17,02±1,08 | 16,52±1,47 |
| <i>P-V</i> | 24,00±1,39 | 24,51±1,46 | 22,06±0,93 | 24,31±1,29 |
| <i>V-A</i> | 26,32±1,38 | 24,89±1,63 | 25,68±1,23 | 25,54±0,82 |
| Пластические признаки, в % <i>C</i> | | | | |
| <i>ao</i> | 29,30±2,58 | 28,05±2,39 | 32,08±3,23 | 28,72±2,17 |
| <i>o</i> | 19,90±1,67 | 21,41±1,79 | 18,03±2,16 | 20,53±1,73 |
| <i>po</i> | 52,25±2,41 | 51,03±2,29 | 51,81±2,24 | 51,82±1,88 |
| <i>CH</i> | 29,30±2,58 | 28,05±2,39 | 32,08±3,23 | 28,72±2,17 |

Примечание. *l* – стандартная длина, *C* – длина головы, *ao* – длина рыла, *o* – горизонтальный диаметр глаза, *po* – заглазничное расстояние, *CH* – высота головы на уровне затылка, *H* – наибольшая высота тела, *h* – высота хвостового стебля, *lpc* – длина хвостового стебля, *lD* – длина основания спинного плавника, *hD* – высота спинного плавника, *lA* – длина основания анального плавника, *hA* – высота анального плавника, *lP* и *lV* – длина грудного и брюшного плавников, *aD* – расстояние от кончика рыла до начала основания спинного плавника, *pD* – расстояние от заднего края спинного плавника до основания средних лучей хвостового плавника, *P-V* и *V-A* – пектоанальное и вентроанальное расстояния; $M \pm m$ – среднее значение и его ошибка.

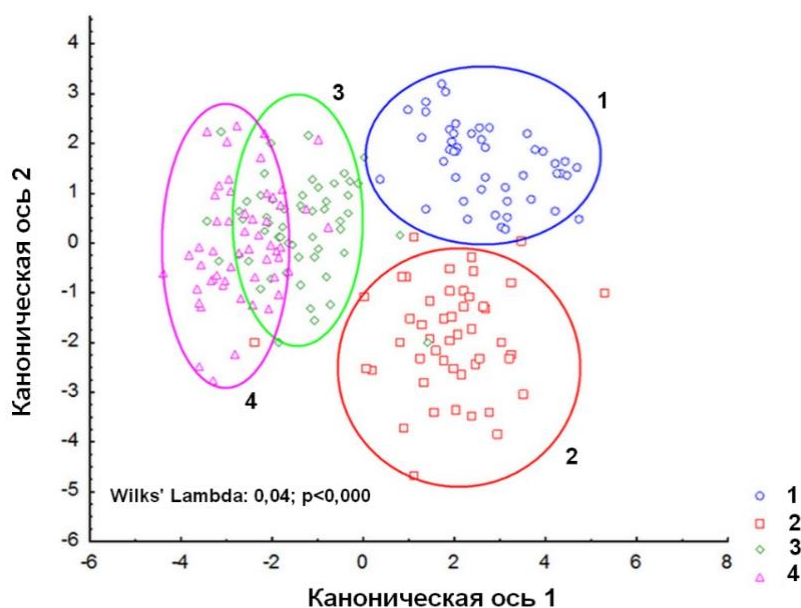


Рисунок 2 – Распределение сеголетков из кроссов московского и ангелинского карпов в пространстве двух первых канонических осей.
1 – АЗ×МР, 2 – АЗ×АЧ, 3 – МР×МЧ, 4 – МР×АЧ.

Таблица 6 - Выживаемость рыб из различных кроссов после заражения аэромонадами

| Кросс | Выживаемость, % | | |
|-------|---------------------------|---------|----------|
| | 24-й день после заражения | | |
| | 1 басс. | 2 басс. | Среднее |
| АЗ×АЧ | 100 | 94 | 97,0±3,0 |
| АЗ×МР | 89 | 94 | 92,5±2,5 |
| МР×АЧ | 52 | 39 | 46,5±6,5 |
| МР×МЧ | 44 | 32 | 38,0±6,0 |

Из полученных данных следует, что на 24 день эксперимента наименьшую выживаемость при заболевании показала группа МР×МЧ. На рисунке 3 показано, что начало интенсивной гибели рыб для этой группы началось уже на 6 день после начала заражения.

Кросс МР×АЧ показал лучшую выживаемость чем кросс МР×МЧ на 8,5%, для этого кросса начало значимого отхода рыб наблюдалась только на 16 день опыта.

Кроссы АЗ×АЧ и АЗ×МР имели высокую выживаемость с начала исследования и до конца. На 6 день после заражения смертность у них составляла 3,0 и 5,6%, в дальнейшем гибели не было. На 24 день выживаемость рыб из обоих кроссов составила 97,0 и 92,5%, соответственно. На момент завершения опыта выживаемость кроссов АЗ×АЧ и АЗ×МР превышала выживаемость кроссов МР×АЧ и МР×МЧ более, чем в два раза.

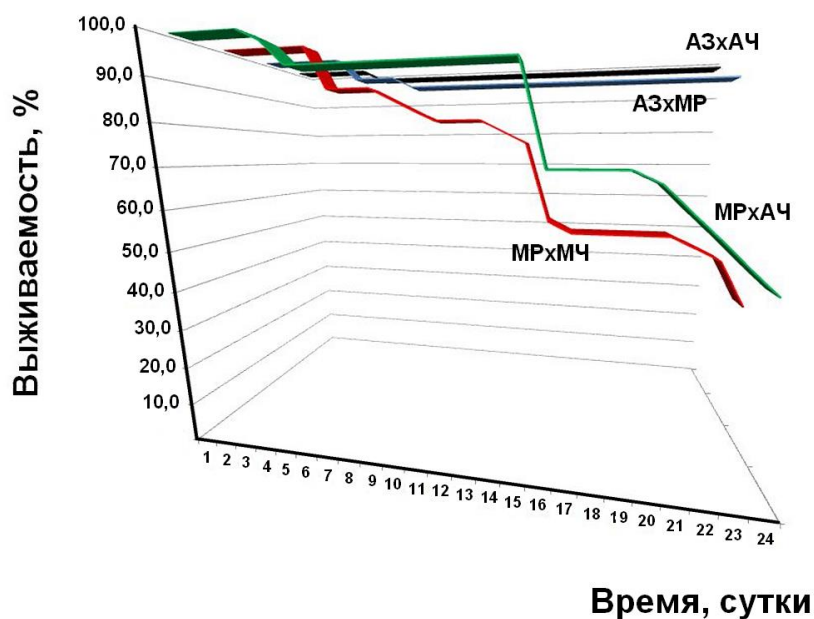


Рисунок 3 – Динамика выживаемости рыб из разных кроссов между ангелинскими и московскими карпами после заражения вирулентной формой аэромонад (штамм *Aeromonas sobria*)

Обсуждение

Намечающаяся в настоящее время интенсификация карповодства вновь выводит на первый план проблему болезней, в том числе таких серьезных заболеваний, как аэромоноз и весенняя виремия, составляющих симптомокомплекс «краснуха». Причем угроза заболевания краснухой существует не только в Краснодарском крае, но и во всех регионах карповодства, включая первую рыбоводную зону.

Созданные во ВНИИПРХ уникальные краснухоустойчивые породы карпа ангелинский зеркальный и ангелинский чешуйчатый могли бы внести существенный вклад в решение проблемы, однако их использование пока ограничено югом РФ. Породы ангелинского карпа предназначены для получения промышленных гибридов, сочетающих в себе резистентность к краснухе, повышенные темпы роста и жизнеспособность. Породы и экотип районированы для зоны Северного Кавказа - хронического очага краснухи.

Создатели ангелинских пород считали, что их антиинфекционная устойчивость контролируется преимущественно рецессивными генами, поэтому не рекомендовали скрещивать их с другими группами [Илясов, 1997]. Однако это обстоятельство в значительной мере ограничивает использование ангелинских карпов в российской аквакультуре. Поэтому представлялось важным определить, на каком уровне сохраняется устойчивость к краснухе у карпов из кроссов ангелинских пород с другими породами и, в частности, с парским карпом.

Результаты показывают, что устойчивость к аэромонозу определяется влиянием материнской формы, участвующей в образовании данного кросса. Если материнской формой кросса является краснухоустойчивая порода, то его устойчивость к заболеванию гораздо выше, чем в реципрокной комбинации.

Эти данные совпадают с результатами биопробы, проведенной в условиях КрасНИРХ в 1988-1989 гг., где по результатам комиссионной оценки, преимущество ангелинских краснухоустойчивых карпов по сравнению с контрольными рыбами составило при бактериальном заражении до 30%, при вирусном – до 60% [Илясов и др., 1989].

Таким образом, кроссы с участием ангелинских карпов в большей или меньшей степени сохраняют их устойчивость к заболеваниям, что открывает возможность широкого использования ангелинских карпов для промышленной гибридизации с другими породами и формами. Обнаруженный в настоящем исследовании эффект матроклинии необходимо учитывать при составлении родительских форм в кроссе.

Кроссы ангелинских и московских карпов кроме устойчивости к заболеваниям проявили также хорошие рыбоводные свойства. При выращивании сеголетков и двухлетков в прудах у межпородных кроссов отмечены более высокие показатели выживаемости и скорости роста по сравнению с внутривидовыми кроссами. При этом следует подчеркнуть, что высокие рыбоводные показатели межпородного кросса МР×АЧ получены в сравнении с весьма высокопродуктивным эталонным кроссом московских карпов МР×МЧ, лучшим на настоящее время в отечественном карповодстве.

Методы многомерного анализа данных позволяют минимизировать средовое влияние на изменчивость измеряемых признаков морфотипа, что дает возможность определять генетические различия сравниваемых групп рыб [Волчков, 1993]. Подходы к описанию совокупностей количественных признаков показаны Животовским [Животовский, 1984]. Предлагается заменять исходные признаки их комбинациями (индексами), проводить выделение групп по степени их близости в пространстве признаков, проводить обобщенный анализ изменчивости комплекса признаков. Эти задачи возможно осуществить при использовании дискриминантного, канонического или факторного анализов.

Существенно, что “снятие” средовых и возрастных эффектов достигается в рамках анализа той же системы признаков. Так, при оценке сходства семей по корреляционной структуре морфометрических признаков они группируются в кластеры по происхождению (общность самки), несмотря на различия в возрасте, когда проведено морфометрическое описание. В качестве меры близости между популяциями часто используют так называемое расстояние по Махаланобису, которое в системном морфологическом анализе трактуется как аналог

генетического расстояния [Волчков, 1993; Животовский, 1984; Радецкий, 1989 и др.]

Канонический анализ показал достоверное влияние материнской формы на морфотип потомства. Наибольшие различия наблюдаются между МР×АЧ и группами, образованными при участии самок ангелинского зеркального карпа; расстояние Махаланобиса составляет 31,58 и 25,09, соответственно для АЗ×МР и АЗ×АЧ, а также между МР×МЧ и группами АЗ×МР и АЗ×АЧ - 20,51 и 17,09 [Симонов и др., 2019].

Таким образом, канонический анализ показал значительное и достоверное расхождение между анализируемыми кроссами. При этом расстояния между кроссами (расстояния Махаланобиса) характеризуют генетические различия между сравниваемыми группами. Различные условия выращивания сеголетков, которые определяют изменчивость морфотипа, на результаты проведенного анализа не влияют. Показано, что наиболее удалены друг от друга кроссы полученные от самки ангелинский зеркальный карп и кроссы полученные от самки московский разбросанный, что также позволяет говорить о эффекте матроклинии.

Список использованных источников

1. Волчков Ю.А. Системный анализ изменчивости в селекции рыб. – Диссертация д.б.н. – Краснодар, 1993. – 310 с.
2. Головинская К.А., Катасонов В.Я., Боброва Ю.П., Попова А.А. Работы по созданию среднерусского карпа // Материалы Всесоюзного совещания по организации селекционно-племенной работы и улучшению содержания маточных стад в рыбхозах страны. М. 1975. С. 15-29.
3. Животовский Л.А. Интеграция полигенных систем в популяциях. – М., «Наука», 1984. – 181 с.
4. Илясов Ю.И., Симонов В.М., Вихман А.А., Осташевский А.Л., Шарт Л.А. Оценка эффективности селекции карпа на устойчивость к краснухе в экспериментальных и полевых условиях // Сб. н. тр. ВНИИПРХ. – Вып. 58. – М., 1989. – С. 34-40.
5. Илясов Ю.И. Генетические исследования и селекция объектов карповодства // Рыбоводство и рыболовство. - № 2. – 1997. – С. 9-11.
6. Катасонов В.Я., Поддубная А.В., Рекубрятский А.В., Дементьев В.Н., Симонов В.М., Шарт Л.А., Балашов Д.А. Породы и кроссы карпа селекции ВНИИПРХ. - М., 2015. – 38 с.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром., 1966. - 375 с.

8. Радецкий В.П. Анализ комплексов признаков как основа селекционной и племенной работы в рыбоводстве. – Диссертация на соискание ученой степени кбн. – Краснодар, 1989. – 146 с.

9. Рекубратский А.В., Поддубная А.В., Катасонов В.Я., Демкина Н.В., Шарт Л.А., Симонов В.М., Цветкова Л.И., Дементьев В.Н. Основные итоги исследований лаборатории генетики и селекции рыб ВНИИПРХ за 80 лет ее существования // Вопросы рыболовства. – 2012. - Т. 13, № 3 (51). – С. 503-521.

10. Симонов В.М., Дементьев В.Н., Шарт Л.А. Морфология кроссов парского и ангелинского карпов // Сборник научных трудов ВНИИПРХ / Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. - М.: ООО Сельскохозяйственные технологии, 2019. - Вып. 90. – С. 98-102.