

# Гематологические особенности помесных карпов на фоне проявления эффекта гетерозиса

*Г.И. Пронина, д.б.н., А.В. Лабенец, к.с.-х.н.,  
ВНИИР РАСХН*

Под гетерозисом понимают превосходство потомства первого поколения над родительскими формами по жизнеспособности, выносливости, продуктивности, возникающее при скрещивании разных рас, пород животных и их зональных типов [1]. Селекция на получение гетерозиса непосредственно связана с теорией и практикой племенного отбора и подбора и служит одним из путей повышения продуктивности животных.

Генетическими проблемами гибридизации рыб с целью повышения их хозяйственной ценности и жизнеспособности занимались многие исследователи. Однако физиологические, в т.ч. иммунные, особенности полученных кроссов, влияющие на устойчивость к заболеваниям и неблагоприятным условиям выращивания, остаются малоизученными.

Цель настоящей работы – выявить физиологические отличия гибридов первого поколения от исходных групп карпа для оценки гетерозисного эффекта.

**Материал и методы.** Исследуемым материалом послужили:

1. Помеси первого поколения между немецким и татайским карпами [2]. Помесь НТ: самки немецкие, самцы татайские; помесь ТН: самки татайские, самцы немецкие – I гр.

2. Кросс Петровский получен путём скрещивания производителей чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород (патент № 4805 от 22.06.2009 г.) – II гр. Кросс имеет большую массу, чем исходные формы, и высокий уровень жизнестойкости [3].

3. Кросс Волжский – помесь от реципрокного скрещивания карпов волжского рамчатого и чувашского чешуйчатого (южный зональный тип) из р/х «Флора» – III гр.

В качестве референтных групп рассматриваются рыбы родительских (исходных) пород, содержащиеся в тех же условиях.

Рыб I гр. выращивали в бассейнах производственной системы оборотного водоснабжения с биологической очисткой и оксигенацией воды при стабильной и близкой к оптимальной для роста карпа ( $26,06 \pm 0,10^\circ\text{C}$ ;  $C_v = 2,57\%$ ) температуре. Кормление полнорационными гранулированными кормами осуществлялось из автокормушек.

Рыбы II гр. выращивались в прудовых условиях по технологии умеренной интенсивности при кормлении зерном и зерноотходами. Условия среды были в целом характерны для прудовых хозяйств второй рыбоводно-климатической зоны.

Карпов III гр. выращивали в условиях пятой рыбоводной зоны. Кормление также производили гранулированными комбикормами из автокормушек.

Физиологическое состояние и вскрытие рыб оценивали в соответствии с утверждённой инструкцией и методикой оценки селекционных групп рыб [4]. Кровь для гематологических анализов отбирали из сердца пастеровской пипеткой, обработанной раствором антикоагулянта (цитрат натрия, 2 мг/л), а также из хвостовой вены одноразовым шприцем с соблюдением правил асептики. Для определения гематокрита применялась микрогематокритная центрифуга МГЦ-8. Показатели эритропоэза и дифференциальный подсчёт лейкоцитов рыб (лейкоформула) определяли в окрашенных по Паппенгейму мазках периферической крови микроскопически на цифровом микроскопе Optika DM 15. Уровень гемопоэза рыб оценивался по доле незрелых форм эритроцитов.

Содержание общего белка в плазме крови рыб устанавливали рефрактометрическим методом на приборе ИРФ-22 [5]. Полный биохимический анализ осуществляли на анализаторе Chem Well Awareness Technology с использованием реакти-

вов VITAL. Концентрацию гемоглобина крови устанавливали с помощью гемометра Сали ГС-3. Для определения количества эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> цельной крови применялся меланжерный метод. Подсчёт эритроцитов вёлся под микроскопом (увеличение 10×40) в счётной камере Горяева. Для выражения степени насыщенности эритроцитов гемоглобином в каждом анализе крови вычисляли содержание гемоглобина в одном эритроците – СГЭ. Скорость оседания эритроцитов определяли методом Панченкова.

Фагоцитарная активность нейтрофилов рыб оценивалась по содержанию неферментного катионного белка в лизосомах нейтрофилов цитохимическим методом по М.Г. Шубичу [6], адаптированному для рыб Г.И. Прониной [7]. Средний цитохимический коэффициент (СЦК) рассчитывали по формуле:  $SCK = (0 \times H_0 + 1 \times H_1 + 2 \times H_2 + 3 \times H_3) / 100$ , где H<sub>0</sub>, H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> – количество нейтрофилов с активностью 0, 1, 2 и 3 балла соответственно.

**Результаты исследований и обсуждение.** Масса тела рыб I гр. на разных этапах технологического цикла увеличивалась неравномерно, так как рыбы различного происхождения неоднозначно реагировали на складывающиеся условия выращивания. Однако уже на 1-м этапе стало очевидным превосходство помесей НВ, преимущество которых сохранилось до конца выращивания (табл. 1).

С наибольшей эффективностью использовали корма татайские карпы и помеси НТ. Затраты корма на получение 1 кг прироста у этих групп были практически одинаковыми – около 1,9 кг

корма. Максимальную рыбопродукцию получили при выращивании помесей НТ и татайского карпа.

Превосходство помесей НТ подтверждается физиологическими показателями. Анализ результатов гематологических исследований показал, что большинство изученных параметров находилось в пределах физиологической нормы у рыб всех опытных групп (табл. 2).

Максимальная концентрация гемоглобина была отмечена у татайских карпов и помесей НТ, различия достоверны (P < 0,05). Гематокрит у всех карпов I гр. был несколько ниже нормального – 27–32%. Достоверные различия по показателю установлены только между помесными карпами. Высокие концентрации белков сыворотки свидетельствуют о достаточной обеспеченности пищей и интенсивном росте выращиваемых рыб. Содержание белка в сыворотке крови татайских карпов было большим, чем у немецких (P < 0,05). По содержанию гемоглобина в одном эритроците (СГЭ) помеси ТН и немецкие карпы уступали помесям НТ (P < 0,05).

У чешуйчатых годовиков кросса Петровский (II гр.) интенсивнее идёт эритропоэз, чем у исходных пород (табл. 3). Средний цитохимический коэффициент содержания неферментного катионного белка в лизосомах нейтрофилов достоверно не отличался у изучаемых клинически здоровых линий и кросса Петровский.

У трёхлеток (табл. 4) наблюдается аналогичная тенденция – у кросса Петровский несколько выше эритропоэз, однако различия не достоверны. У кросса присутствуют промиелоциты

1. Показатели весового роста карпов I группы

Этап	Происхождение рыб	Среднесуточный прирост, г/сут	Относительный прирост, %	Удельная скорость роста	Коэффициент массонакопления
1-й	татайские	0,13	196,8	0,150	0,126
	немецкие	012	195,9	0,143	0,122
	помеси НТ	0,21	190,2	0,115	0,135
	помеси ТН	0,11	195,9	0,143	0,114
2-й	татайские	0,58	135,2	0,038	0,120
	немецкие	0,66	143,7	0,042	0,129
	помеси НТ	0,82	127,6	0,035	0,129
	помеси ТН	0,64	136,2	0,039	0,124
3-й	татайские	3,76	160,7	0,022	0,158
	немецкие	3,45	176,9	0,021	0,153
	помеси НТ	4,43	175,0	0,020	0,166
	помеси ТН	2,81	167,7	0,018	0,142

2. Гематологические показатели карпов I группы в возрасте 148 сут. (X±Sx)

Показатель	Происхождение рыб			
	татайские	немецкие	НТ	ТН
Гемоглобин, г/л	80,2±2,1	71,5±1,9	82,9±1,3	77,1±4,1
Гематокрит, %	29±2	31±2	32±1	27±2
Белок сыворотки, г/л	47,8±2,1	41,2±1,5	44,4±3,3	42,5±3,2
Эритроциты, млн/мкл	1,82±0,12	1,85±0,12	1,72±0,12	2,01±0,10
СГЭ, пг	46,7±3,2	39,6±2,4	39,9±2,7	37,1±3,3
СОЭ, мм/час	4,07±0,34	7,60±1,44	4,57±0,33	3,75±0,39

3. Сравнительная гематологическая характеристика годовиков красса Петровский и исходных пород ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Красс Петровский		
	чешуйчатая группа	чувашская чешуйчатая	анишская зеркальная
Масса тела, г	215±57	111±11	213±13
Эритропоэз, %			
Гемоцитобласты, эритробласты	0,8±0,3	0,3±0,1	0,5±0,1
Нормобласты	3,6±0,4*	1,0±0,2*	0,8±0,2*
Базофильные эритроциты	11,9±1,7	6,5±2,5	7,1±2,3
Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов	83,8±1,9*	92,2±2,6*	91,6±2,1*
Лейкоцитарная формула, %			
Миелобласты	0,2±0,2	0,2±0,1	0,3±0,2
Промиелоциты	0,4±0,2	0,3±0,3	–
Миелоциты	0,5±0,2	0,4±0,3	0,2±0,3
Метамиелоциты	1,3±0,3*	1,7±0,5	2,9±0,4*
Палочкоядерные нейтрофилы	1,2±0,6	0,4±0,5	1,5±0,5
Сегментоядерные нейтрофилы	2,7±0,6	2,3±0,8	1,3±1,1
Всего нейтрофилов	3,9±0,6	2,7±1,4	2,8±0,7
Эозинофилы	0,3±0,2	0,4±0,3	–
Базофилы	0,2±0,1	0,6±0,3	0,6±0,2
Моноциты	1,4±0,5	3,1±0,4	2,7±0,6
Лимфоциты	91,7±0,8	91,6±0,8	88,6±2,1
Фагоцитарная активность			
СЦК, ед	1,85±0,06	1,62±0,12	1,75±0,17

Примечание: здесь и далее \* различия достоверны ( $P < 0,05$ )

4. Сравнительная гематологическая характеристика трёхлеток красса Петровский и исходных пород ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Красс Петровский		
	чешуйчатая группа	чувашская чешуйчатая	анишская зеркальная
Масса тела, кг	2,2±0,1*	1,9±0,2	1,8±0,1*
Эритропоэз, %			
Гемоцитобласты, эритробласты	0,8±0,3	0,6±0,3	0,9±0,3
Нормобласты	3,6±0,4	2,8±0,4	3,2±0,42
Базофильные эритроциты	11,9±1,7	9,8±1,8	8,6±3,1
Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов	83,8±1,9	86,8±2,2	87,3±3,6
Лейкоцитарная формула, %			
Промиелоциты	0,1±0,2	–	–
Миелоциты	1,3±0,3	–	0,2±0,2
Метамиелоциты	2,0±0,6	5,0±0,8	7,4±1,6
Палочкоядерные нейтрофилы	0,3±0,2*	4,4±1,3*	5,2±1,7*
Сегментоядерные	1,0±0,5	3,6±1,4	1,8±0,9
Всего нейтрофилов	1,3±0,6*	8,0±1,1*	7,0±1,5*
Эозинофилы	0,1±0,2	0,4±0,3	0,2±0,2
Базофилы	0,4±0,2	–	0,2±0,2
Моноциты	2,1±0,7	1,4±1,4	3,4±0,8
Лимфоциты	92,4±1,2*	83,0±1,9*	81,6±3,1*
Фагоцитарная активность			
СЦК	1,85±0,06	1,65±0,13	1,69±0,07

(лейкопоэз), в отличие от исходных пород. Усиление лейкопоэза у карпов, как правило, наблюдается осенью. У красса достоверно меньше доля нейтрофилов, в основном за счёт палочкоядерных форм. Соответственно акцент смещается в сторону лимфоцитов.

По массе тела трёхлетки красса Петровский превосходят одновозрастных рыб исходных пород, по сравнению с анишской зеркальной различия достоверны.

Доля нейтрофилов в лейкоформуле красса достоверно ниже, чем у исходных групп (табл. 5).

Потенциальная фагоцитарная активность по содержанию катионного белка в лизосомах нейтрофилов периферической крови красса выше, чем исходных групп. По сравнению с чешуйчатой группой различия достоверны ( $t = 4,3; P < 0,05$ ).

У Волжского красса отмечается высокий уровень АЛТ, свидетельствующий об интенсивном белковом росте (табл. 6). Активность креатинкиназы, напротив, в 2–3 раза снижена по сравнению с исходными группами. Уровень триглицеридов и холестерина у красса выше, что, вероятно, связано с накоплением жира

5. Морфометрическая и гематологическая характеристика двухгодовиков кроссбредных карпов и рыб исходных групп ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Кросс Волжский	Группа	
	чешуйчатая группа	чувашский чешуйчатый	волжский рамчатый
Масса тела, кг	2,8±0,12*	1,6±0,07*	1,5±0,05*
Эритропоз, %			
Гемоцитобласты, эритробласты	0,7±0,4	0,9±0,4	0,8±0,2
Нормобласты	2,7±0,4	2,6±0,5	3,2±0,4
Базофильные эритроциты	8,3±3,3	8,1±1,8	11,3±2,8
Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов	88,3±4,1	88,4±2,2	84,8±3,1
Лейкоцитарная формула, %			
Миелоциты	2,7±1,6	0,9±0,3	1,5±0,3
Метамиелоциты	4,0±1,4	3,7±0,4	2,5±0,3
Палочкоядерные нейтрофилы	–	3,0±0,6	1,1±0,4
Сегментоядерные	2,3±1,8	3,6±0,7	2,3±0,7
Всего нейтрофилов	2,3±1,8	6,6±1,1	3,4±0,9
Эозинофилы	–	–	0,3±0,2
Базофилы	–	–	0,6±0,2
Моноциты	4,3±0,8	3,7±0,6	3,3±0,5
Лимфоциты	86,7±2,8	85,1±0,8	88,5±1,4
Фагоцитарная активность			
СЦК, ед	2,19±0,02*	1,79±0,09*	2,02±0,06

6. Гематологические показатели двухгодовиков

Показатель	Кросс Волжский	Исходная группа	
	чешуйчатый	чувашский чешуйчатый	волжский рамчатый
АЛТ, ед/л	51,8±6,8	33,5±2,6	26,8±1,4
АСТ, ед/л	78±26	221±17	163±9
Глюкоза, ммоль/л	6,4±1,5*	1,9±0,3*	1,8±0,5*
КК, ед/л	922±476*	1723±306	2453±139*
Лактатат, мг/дл	17,6±6,1*	38,0±5,6*	18,3±5,7*
Мочевая кислота, мкмоль/л	35,7±5,9*	93,1±33,5	152,5±18,1*
ЩФ, ед/л	30,7±12,0	26,4±7,09	45,0±5,16
Альбумин, г/дл	18,1±0,4	10,3±0,49	12,7±1,11
Мочевина, мг/дл	10,5±1,4	10,0±0,78	10,8±1,32
Общий белок, г/л	27,4±1,3	24,4±0,7	29,1±2,5
Триглицериды, мг/дл	162±15	124,8±7,6	120,0±6,2
Холестерин, мг/дл	160±7	116±3	105±10
Гемоглобин, г%	Не опред.	8,9±0,82	10,3±0,85

(энергетическое депо). Содержание глюкозы в крови кроссов было более чем в три раза выше, чем у исходных форм.

Показатели метаболизма отражают динамику роста рыб: кросс опережает по массе исходные группы. Активность креатинкиназы кросса более чем в два раза снижена по сравнению с исходными линиями. Такое снижение активности фермента, вероятно, связано с меньшей подвижностью кросса, получающего достаточное количество корма, так как фермент участвует в процессах энергетического обмена, преимущественно в клетках мышечной ткани. Накопление мочевой кислоты у волжских рамчатых карпов исходных линий было выше, чем у

других групп, по сравнению с кроссом различие достоверно.

Таким образом, в первом поколении карпов при скрещивании чешуйчатых и зеркальных линий (или пород) независимо от интенсивности выращивания, уровня кормления и климатических условий (рыбоводной зоны) проявляется гетерозисный эффект, регистрируемый по физиологическим параметрам. Как следствие, изучаемые гибриды превосходят исходные формы по морфометрическим и весовым характеристикам. Масса тела кроссов разных групп была различной и обусловлена сочетанием многих факторов: зонной рыбоводства, плотностью посадки, уровнем кормления.

**Литература**

1. Меркурьева Е.К., Абрамова З.В., Бакай А.В. и др. Генетика: учеб. для высш. с.-х. учебн. завед. М.: Агропромиздат, 1991. 446 с.
2. Лабенец А.В. Двухлинейное разведение карпа – резерв повышения эффективности производства рыбы: рекомендации. М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2005. 42 с.
3. Маслова Н.И., Петрушин А.Б. Биологические основы создания промышленного кросса карпа и характеристика чувашского карпа // Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК»: Междунар. науч.-практич. конф. М.: Изд-во Россельхозакадемии, 1997. С. 259–276.
4. Лиманский В.В., Яржомбек А.А., Бекина Е.Н. и др. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. М.: ВНИИПРХ, 1986. 52 с.
5. Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М.: Россельхозиздат, 1976. 267 с.
6. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. 1974. № 10. С. 1321–1322.
7. Пронина Г.И. Использование цитохимических методов для определения фагоцитарной активности клеток крови или гемолимфы разных видов гидробионтов для оценки состояния их здоровья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 4 (20). С. 160–163.