

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАССОВОГО СОСТАВА ДВУХЛЕТКОВ ДВУХ-ПОРОДНЫХ КРОССОВ КАРПА И ИХ ЧИСТОПОРОДНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ

Р. М. ЦЫГАНКОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 28.05.2025)

В статье представлены результаты исследования соотношения съедобных и несъедобных частей тела и проявление эффекта гетерозиса по этим признакам у двухлетков двухпородных кроссов карпа. Материалом для получения межпородных кроссов являлись две породы белорусской селекции: «Лаквинский» карп, включающий две отводки (чешуйчатый и зеркальный карп); «Изобелинский» карп, включающий также две отводки («Смесь зеркальная», «Столин XVIII»); а также импортные породы – карпы породы «Фресинет», «Немецкий», «Югославский», «Сарбойанский».

Среди двухпородных кроссов карпа повышенным выходом съедобной части тела характеризовались комбинации: лаквинский зеркальный × фресинет (64,64 %), немецкий × лаквинский зеркальный (64,47 %) и реципрокный кросс немецкий × смесь зеркальная (64,21 %). Пониженной массой головы характеризовались комбинации: реципрокные кроссы сарбойанский × столин XVIII (16,07 %) и отводка столин XVIII × немецкий (16,95 %) и кросс отводка столин XVIII × югославский (16,57 %). По сумме масс несъедобных частей (чешуя, плавники, внутренние органы) наименьшим выходом характеризовались комбинации: реципрокный кросс отводка смесь зеркальная × немецкий (14,52 %), кроссы лаквинский зеркальный × фресинет (14,55 %) и сарбойанский × лаквинский зеркальный (14,62 %).

Обобщенный интегрированный показатель J указывает на незначительное преимущество кроссов отводка столин XVIII × югославский (J 0,72) и реципрокной комбинации отводка смесь зеркальная × немецкий (J 0,37).

Методом ранжирования установлены преимущества реципрокного кросса отводка смесь зеркальная × немецкий (0,31), кроссов отводка лаквинский зеркальный × фресинет (0,39) и немецкий × лаквинский зеркальный (0,42).

Установлено, что эффект гетерозиса по выходу тушки отмечен только у реципрокного сочетания немецкий × смесь зеркальная (0,21), а также что выход тушки у зеркальных карпов выше, чем у чешуйчатых, это значительно повышает их конкурентоспособность.

Ключевые слова: карп, двухлеток, гетерозис, линия, порода, селекция, съедобные и несъедобные части тела.

The article presents the results of a study of the ratio of edible and inedible body parts and the manifestation of the heterosis effect for these traits in two-year-olds of two-breed carp crosses. The material for obtaining interbreed crosses were two breeds of Belarusian selection: "Lakhvinsky" carp, including two offshoots (scaly and mirror carp); "Izobelinsky" carp, also including two offshoots ("Mirror Mix", "Stolin XVIII"); as well as imported breeds - carp breeds "Fresinet", "German", "Yugoslavian", "Sarboyansky". Among the two-breed carp crosses, the following combinations were characterized by an increased yield of the edible part of the body: Lakhvinsky Zerkal × Fresinet (64.64 %), German × Lakhvinsky Zerkal (64.47 %) and the reciprocal cross German × Mixed Zerkal (64.21 %). The following combinations were characterized by a reduced head weight: the reciprocal crosses Sarboyansky × Stolin XVIII (16.07 %) and the Stolin XVIII × German (16.95 %) and the Stolin XVIII × Yugoslav (16.57 %). In terms of the sum of the masses of inedible parts (scales, fins, internal organs), the lowest yield was demonstrated by the following combinations: reciprocal cross breeding mix mirror x German (14.52 %), crosses Lakhvinsky mirror x Fresinet (14.55 %) and Sarboyansky x Lakhvinsky mirror (14.62 %).

The generalized integrated indicator J indicates a slight advantage of the crosses breeding Stolin XVIII x Yugoslavsky (J 0.72) and the reciprocal combination breeding mix mirror x German (J 0.37).

The ranking method established the advantages of the reciprocal cross breeding mix mirror x German (0.31), crosses breeding Lakhvinsky mirror x Fresinet (0.39) and German x Lakhvinsky mirror (0.42). It was found that the effect of heterosis in carcass yield was noted only in the reciprocal combination of German × mirror mix (0.21), and that the carcass yield of mirror carp is higher than that of scaly carp, which significantly increases their competitiveness.

Key words: carp, two-year-old, heterosis, line, breed, selection, edible and inedible body parts.

Введение

Современное товарное рыбоводство сталкивается с необходимостью не только наращивания объемов производства, но и повышения качества продукции, отвечающей запросам потребителей и требованиям рынка. Одним из ключевых критериев оценки рыбы как пищевого ресурса является выход съедобной части – показатель, определяющий экономическую эффективность производства и потребительскую ценность продукта. В условиях растущего спроса на белковую пищу и ужесточения конкуренции в секторе аквакультуры селекционная работа, направленная на создание высокопродуктивных гибридов, становится стратегическим инструментом для оптимизации ресурсов и повышения рентабельности хозяйств.

Цель данной работы – провести оценку пищевой ценности двухлетков двухпородных кроссов карпа в сравнении с их чистопородными аналогами, уделив особое внимание выходу филе. В работе акцент смещен с традиционных параметров (прирост массы, выживаемость) на качественные характеристики (выше выход съедобной части тела), определяющие потребительские предпочтения.

Результаты исследования позволят определить перспективность использования конкретных гибридных комбинаций в товарном рыбоводстве, а также обосновать селекционные решения, направленные на повышение эффективности производства и конкурентоспособности продукции.

Основная часть

Карп (*Cyprinus carpio*), являясь одним из наиболее распространенных объектов пресноводной аквакультуры, демонстрирует значительный потенциал для гибридизации [1]. Однако, несмотря на активное использование межпородных кроссов в рыбоводстве, вопросы, связанные с их пищевой ценностью и морфофизиологическими особенностями, остаются недостаточно изученными. В частности, мало данных о том, как генетические различия между чистопородными формами и их гибридами влияют на пропорции мышечной ткани, содержание жира, костного аппарата и других компонентов, определяющих выход товарной продукции.

Ранее исследования в этой области фокусировались преимущественно на скорости роста и устойчивости к заболеваниям, тогда как сравнительный анализ съедобных частей тела у родительских пород и их кроссов проводился фрагментарно. Между тем, именно этот аспект напрямую связан с удовлетворением запросов перерабатывающей промышленности и конечного потребителя, для которых важно максимальное содержание мяса при минимальной доле отходов [2, 3, 7, 9].

Выращивание двухпородных кроссов и чистых линий карпа, полученных в результате экспериментальных скрещиваний, проводили в селекционно-племенном участке «Изобелино» РУП «Институт рыбного хозяйства».

Материалом для получения межпородных кроссов являлись две породы белорусской селекции: «Лахвинский» карп, включающий две отводки (чешуйчатый и зеркальный карп); «Изобелинский» карп, включающий также две отводки («Смесь зеркальная», «Столин XVIII»); а также импортные породы – карпы породы «Фресинет», «Немецкий», «Югославский», «Сарбоянский» карпы [5, 8].

Выращивание двухпородных кроссов и чистых линий карпа проводили по общепринятым и разработанным лабораторией селекции и племенной работы РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси» методикам [6].

Статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятой методике и в программе «STATISTICA» [4].

Изучение соотношения съедобных и несъедобных частей тела проводили на двухлетке карпа. Для кроссов средняя масса составила 622,39 г; 785,17 у белорусских линий карпа и 712,83 г у импортных пород. Объем выборки по каждому кроссу и чистопородной линии составил 10 экз.

Важнейшим показателем, определяющим пищевую ценность рыбы, является выход тушки. Среди изученных двухпородных кроссов карпа повышенным выходом съедобной части тела характеризовались следующие комбинации скрещиваний: лахвинский зеркальный × фресинет (64,64 %), немецкий × лахвинский зеркальный (64,47 %) и реципрокный кросс немецкий × смесь зеркальная (64,21 %). Средний выход тушки среди изученных двухпородных кроссов составил 63,05 % (табл

Таблица 1. Морфометрические показатели тела двухлетков двухпородных кроссов карпа и чистопородных родительских форм

Породная принадлежность	(†) Тушка, %				(‡) Голова, %				(§) Сумма масс несъедобных частей, %			
	$\bar{X} \pm s \bar{X}$	Cv	достоверность различий от \bar{X}		$\bar{X} \pm s \bar{X}$	Cv	достоверность различий от \bar{X}		$\bar{X} \pm s \bar{X}$	Cv	достоверность различий от \bar{X}	
			t	P			t	P			t	P
Кроссы: самка × самец												
Немецкий × столин XVIII	61,55±0,67	3,4	-2,18	<0,1	18,09±0,30	5,3	1,74	>0,1	17,03±0,41	7,6	2,10	<0,1
Сарбоянский × столин XVIII	61,91±0,64	3,2	-1,73	>0,1	16,07±0,27	5,4	-5,11	<0,01	17,24±0,23	4,3	4,16	<0,01
Столин XVIII × немецкий	62,84±0,68	3,4	-0,30	>0,1	16,95±0,26	4,8	-2,12	<0,1	16,63±0,34	6,4	1,39	>0,1
Столин XVIII × сарбоянский	62,70±0,27	1,3	-1,12	>0,1	18,00±0,20	3,5	2,06	<0,1	16,48±0,20	3,9	1,47	>0,1
Столин XVIII × югославский	62,61±0,25	1,3	-1,48	>0,1	16,57±0,41	7,7	-2,30	>0,05	17,11±0,19	3,5	4,19	<0,01
Немецкий × смесь зеркальная	64,21±0,44	2,2	2,48	>0,05	18,36±0,35	6,1	2,25	<0,1	14,78±0,26	5,5	-4,54	<0,01
Смесь зеркальная × немецкий	63,33±0,44	2,2	0,60	>0,1	17,23±0,36	6,5	-0,83	>0,1	14,52±0,31	6,7	-4,70	<0,01
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	62,30±0,28	1,4	-2,33	>0,05	17,38±0,13	2,3	-0,98	>0,1	17,37±0,23	4,3	4,64	<0,01
Немецкий × лахвинский зеркальный	64,47±0,23	1,1	5,07	<0,01	18,03±0,21	3,7	2,11	<0,1	15,21±0,22	4,6	-3,49	<0,02
Ляхвинский зеркальный × фресинет	64,64±0,43	2,1	3,47	<0,02	18,33±0,30	5,1	2,50	>0,05	14,55±0,26	5,7	-5,32	>0,001
Сарбоянский × лахвинский зеркальный	63,94±0,40	2,0	2,07	<0,1	18,31±0,26	4,5	2,76	<0,05	14,62±0,21	4,5	-5,94	>0,001
Сарбоянский × лахвинский чешуйчатый	62,17±0,51	2,6	-1,65	>0,1	17,15±0,22	4,0	-1,61	>0,1	17,86±0,44	7,8	3,77	<0,02
\bar{X} , кроссы	63,05±0,16	2,7			17,54±0,10	6,4			16,12±0,14	9,3		
Белорусские линии												
Столин XVIII	63,84±0,36	1,8	1,62	>0,1	15,24±0,11	2,3	-6,76	>0,001	18,65±0,20	3,5	3,24	>0,02
Смесь зеркальная	62,24±0,84	4,3	-0,73	>0,1	18,47±0,14	2,4	3,23	>0,02	15,38±0,17	3,5	-6,09	>0,001
Ляхвинский чешуйчатый	62,71±0,91	4,6	-0,22	>0,1	18,48±0,26	4,5	2,72	<0,05	18,41±0,21	3,6	2,54	>0,05
\bar{X} , белорусские линии	62,93±0,43	3,8			17,40±0,30	9,5			17,48±0,30	9,3		
Импортные породы												
Югославский	63,12±0,48	2,4	-1,46	>0,1	18,00±0,16	2,9	1,90	>0,1	17,68±0,15	2,6	2,62	<0,05
Фресинет	63,13±0,83	4,2	-0,99	>0,1	17,11±0,15	2,7	-2,65	<0,05	18,31±0,24	4,2	3,78	<0,02
Немецкий	65,91±0,50	2,4	2,85	<0,05	17,75±0,21	3,7	0,54	>0,1	13,83±0,16	3,7	-6,74	>0,001
\bar{X} , импортные породы	64,05±0,42	3,6			17,62±0,12	3,7			16,61±0,38	12,6		

↑↓ – желаемое направление признака

Среди чистопородных родительских форм наименьшим выходом масс несъедобных частей характеризовались «Немецкие» карпы 13,83 % и отводка «Смесь зеркальная» – 15,38 %.

Коэффициент вариации показателя масса несъедобных частей у кроссов составляет от 3,5 до 7,8, а у чистопородных форм 2,6–4,2.

Необходимо отметить, что значительная разница наблюдается по относительной массе чешуи между чешуйчатыми и зеркальными карпами. Среди кроссов у реципрокного сочетания отводка смесь зеркальная × немецкий масса чешуи составляет 1,37 % от массы тела, а у кросса отводка столин XVIII × югославский этот показатель составляет 5,45 %.

При определении отклонений кроссов от материнского и отцовского компонентов скрещивания определяли значения нормированного отклонения (t).

Такие показатели, как процент массы головы и сумма масс несъедобных частей, имеют обратную зависимость, т.е. чем меньше величина этих показателей, тем выше товарные качества. Поэтому после расчета нормированного отклонения (t) по этим признакам в полученных значения мы меняем знак признака на противоположный («+» на «-» и «-» на «+»). Это позволит нам в дальнейшем более корректно рассчитать интегрированный показатель (J).

Наибольший процент тушки товарного карпа по сравнению с родительскими формами по нормированному отклонению t в сравнении с материнским компонентом отмечен только у реципрокного кросса отводка смесь зеркальная × немецкий (t 1,15). По сравнению с отцовским компонентом у реципрокной комбинации немецкий × смесь зеркальная (t 2,08).

Пониженной относительной массой головы по сравнению с материнской формой характеризовались реципрокный кросс отводка смесь зеркальная × немецкий (t 3,21) и кросс немецкий × лахвинский чешуйчатый (t 1,50), а по сравнению с отцовским компонентом у комбинаций немецкий × лахвинский чешуйчатый (t 3,78), отводка столин XVIII × югославский (t 3,25) и реципрокной комбинации отводка столин XVIII × немецкий (t 2,39).

Пониженным выходом несъедобных частей тела по сравнению с материнской формой характеризовались кроссы отводка столин XVIII × югославский (t 5,58), реципрокные кроссы отводка столин XVIII × немецкий (t 5,12) и отводка смесь зеркальная × немецкий (t 2,43), а по сравнению с отцовским компонентом у реципрокной комбинации немецкий × столин XVIII (t 3,55), кроссы немецкий × лахвинский чешуйчатый (t 3,34) и отводка столин XVIII × югославский (t 2,35).

Для обобщенной характеристики отличия морфометрических признаков двухлетков двухпородных кроссов карпа от чистопородных родительских форм использован интегрированный показатель – J. Анализируя величину интегрированного показателя, по проценту выхода тушки гибридные 2-летки карпа не обладали преимуществом перед исходными родительскими формами. Пониженной относительной массой головы обладали 2-летки кроссов: немецкий × лахвинский чешуйчатый (J 2,64), реципрокный кросс отводка смесь зеркальная × немецкий (J 2,23). По количеству малоценных частей тела преимуществом, по сравнению с исходными родительскими формами, обладал кросс отводка столин XVIII × югославский (J 3,97). Обобщенный интегрированный показатель J указывает на незначительное преимущество кроссов отводка столин XVIII × югославский (J 0,72) и реципрокной комбинации отводка смесь зеркальная × немецкий (J 0,37).

Проанализирован уровень значимости (P) отклонения морфометрических признаков двухлетков двухпородных кроссов карпа от чистопородных родительских форм. Поскольку изменчивость в целом низкая, статистически достоверные различия между кроссами и родительскими формами не высоки и по относительной массе тушки установлены для реципрокной комбинации немецкий × столин XVIII и кросса немецкий × лахвинский чешуйчатый (от материнской формы) и реципрокных кроссов отводка смесь зеркальная × немецкий и отводка столин XVIII × немецкий (от отцовской формы).

Кроссы с зеркальным типом чешуйного покрова обладали преимуществом по выходу съедобной части тела по сравнению с остальными чешуйчатыми кроссами.

Для выявления двухпородных кроссов, которые обладают преимуществом перед другими комбинациями скрещивания провели ранжирование кроссов по морфометрическим признакам (табл. 2). В результате комплексной оценки морфометрических признаков двухлетков двухпородных кроссов карпа методом ранжирования установлены преимущества реципрокного кросса отводка смесь зеркальная × немецкий (0,31), кроссов отводка лахвинский зеркальный × фресинет (0,39) и немецкий × лахвинский зеркальный (0,42). По результатам проведенных исследований выхода съедобной части тела рыбы, установлено, что больший выход съедобной части тела зависит от формы чешуйного покрова. Поскольку относительная масса чешуи у зеркальных карпов значительно ниже, чем у чешуйчатых. Установленные различия статистически достоверны. Следовательно, выход съедобной части тела у зеркальных карпов выше, чем у чешуйчатых, что также повышает их конкурентоспособность.

Таблица 2. Ранжирование двухлетков двухпородных кроссов карпа по морфометрическим признакам

Кроссы	Ранг по			Σ	\bar{X}
	тушка	голова	масса несъедобных частей		
Немецкий × столин XVIII	12	9	8	29,0	0,81
Сарбоянский × столин XVIII	11	1	10	22,0	0,61
Столин XVIII × немецкий	6	3	7	16,0	0,44
Столин XVIII × сарбоянский	7	7	6	20,0	0,56
Столин XVIII × югославский	8	2	9	19,0	0,53
Немецкий × смесь зеркальная	3	12	4	19,0	0,53
Смесь зеркальная × немецкий	5	5	1	11,0	0,31
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	9	6	11	26,0	0,72
Немецкий × лахвинский зеркальный	2	8	5	15,0	0,42
Ляхвинский зеркальный × фресинет	1	11	2	14,0	0,39
Сарбоянский × лахвинский зеркальный	4	10	3	17,0	0,47
Сарбоянский × лахвинский чешуйчатый	10	4	12	26,0	0,72

Проявление эффекта гетерозиса по выходу тушки двухлетков двухпородных кроссов оценивали по величине индексов гетерозиса, выраженного в процентах (ИГ, %), рассчитанных по отношению к средней величине выхода тушки у исходных родительских форм (табл. 3).

Таблица 3. Индекс гетерозиса у двухлетков двухпородных кроссов карпа по выходу тушки

Кроссы:	ИГ, %
Немецкий × столин XVIII	-5,13
Столин XVIII × немецкий	-3,14
Столин XVIII × югославский	-1,37
Немецкий × смесь зеркальная	0,21
Смесь зеркальная × немецкий	-1,16
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	-3,13

Установлено, что эффект гетерозиса по выходу тушки отмечен только у реципрокного сочетания немецкий × смесь зеркальная (0,21).

Заключение

Среди двухпородных кроссов карпа повышенным выходом съедобной части тела характеризовались комбинации: лахвинский зеркальный × фресинет, немецкий × лахвинский зеркальный и реципрокный кросс немецкий × смесь зеркальная. Пониженной массой головы характеризовались реципрокные кроссы сарбоянский × столин XVIII и отводка столин XVIII × немецкий и кросс отводка столин XVIII × югославский.

В результате комплексной оценки морфометрических признаков двухлетков двухпородных кроссов карпа методом ранжирования установлены преимущества реципрокного кросса отводка смесь зеркальная × немецкий, кроссов отводка лахвинский зеркальный × фресинет и немецкий × лахвинский зеркальный.

Установлено, что эффект гетерозиса по выходу тушки отмечен только у реципрокного сочетания немецкий × смесь зеркальная.

Поскольку выход тушки у зеркальных карпов выше, чем у чешуйчатых, это значительно повышает их конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богерук, А. К. Каталог пород карпа (*Cyprinus carpio* L.) стран Центральной и Восточной Европы / А. К. Богерук. – М.: Минсельхоз России, 2008. – 352 с.
2. Кралько, С. В. Соотношение съедобных и несъедобных частей тела гибридов карпа с амурским сазаном и чистопородных коллекционных форм карпа / С. В. Кралько, Д. А. Жмойдяк, Е. А. Савичева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, №35. – Минск, 2019. – С. 78–88.
3. Леоненко, Е. П. Морфофизиологические показатели карпа, обыкновенного толстолобика и белого амура в условиях Белоруссии: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 100 / Е. П. Леоненко; Калинингр. техн. ин-т рыб. пром-сти и хоз-ва. – Калининград, 1968. – 21 с.
4. Мастицкий, С. Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований / С. Э. Мастицкий; ред. Б. В. Адамович. – Минск: Ин-т рыб. хоз-ва, 2009. – 76 с.
5. Породы карпа Республики Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] / Каталог пород карпа стран Центральной и Восточной Европы. – М.: 2008. – С. 5–13.
6. Технологический регламент промышленного использования ремонтно-маточных стад чистых линий карпа Белорусской селекции / Е. В. Таразевич [и др.] // Фонды РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси». – Минск, 2000. – 8 с.
7. Томиленко, В. Г. Пищевая ценность помесных и гибридных карпов / В. Г. Томиленко, А. П. Гречковская // Рыбное хозяйство: респ. межведомств. темат. науч. сб. / Укр. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Киев, 1967. – Вып. 4. – С. 62–64.
8. Рыбоводно-биологические и биохимико-генетические особенности карпов, разводимых в республике Беларусь / А. И. Чутаева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси ААНРБ БелрыбНИИпроект. – Минск, 1997. – Вып. 15. – С. 11–33.
9. External morphology of common carp at commercial size and its relationship with dressing yield: [Fifth International Congress of Vertebrate Morphology (ICVM-5), Bristol, UK, July 12–17, 1997: abstracts] / B. Fauconneau [et al.] // J. of Morphology. – 1997. – Vol. 232, No 3. – P. 253.