

УДК 639.215.2.04'043.2

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КОРМОВ НА РОСТ МОЛОДИ КАРПА

В.А. ВЛАСОВ

(Кафедра рыбоводства)

В статье приводятся результаты многолетнего изучения влияния абиотических факторов (температуры воды, содержания в воде кислорода, рН воды, степени минерализации воды, светового режима), а также питательной ценности (протенновой, энергетической) кормов и технологии приготовления и скармливания кормосмесей на результаты выращивания молоди карпа. Установлена зависимость между изученными факторами среды, ростом рыб и их рационом.

Факторы внешней среды, изменяющиеся в пределах диапазона приспособляемости, ограничивают развитие рыб, а при выходе за его пределы тормозят развитие организмов или приводят к их гибели [13, 18, 21, 22]. На внутреннюю и внешнюю организацию животных и продуктивность огромное влияние оказывают также качество кормов и технология кормления. В области изучения питательности кормов, их оценки и технологии кормления сеголеток карпа много сделано в последние годы отечественными и зарубежными учеными [6, 7, 10, 24, 25]. Однако до сих пор в практике существует весьма распространенное, поверхностное по своей сути суждение о кормлении как на простом его приложении к техноло-

гии выращивания сеголеток карпа, при этом аспекты питательности кормов, нормированного кормления или недостаточно учитываются, или рассматриваются разобщенно с другими звеньями системы выращивания рыбы в прудах.

Принимая это во внимание, мы поставили перед собой задачу установить зависимость между ростом молоди карпа, эффективностью использования ими кормов и основными абиотическими факторами среды, питательной ценностью кормов, технологией скармливания рациона.

Методика

Экспериментальные и полевые исследования проведены в период 1971—1993 гг. на прудах 8 ры-

бководных хозяйств России и в аквариальной кафедры рыбоводства Тимирязевской академии. Объектами исследования была молодь среднерусского карпа. Всего выполнено 127 опытов, проанализировано около 2 тыс. проб, исследовано более 30 тыс. рыб.

Рост молоди устанавливали путем индивидуального взвешивания на весах ВЛК-500 и методом измерения [16]. Химический состав тела рыб определяли по методикам, описанным Н.А. Лукашик и В.А. Тащилиным [11]. Аминокислотный состав белка тела рыб, а также протенна кормов определяли методом хроматографии по Бодэ в модификации Т.С. Пасхиной [14]. Жирно-кислотный состав липидов тела рыб устанавливали на газожидкостном хроматографе фирмы «Хьюлетт-Паккард 5840». Липиды из целой рыбы экстрагировали смесью хлороформ-метанол (2:1 по объему) в соответствии с методикой Т. Фолч [23].

Физиологическое состояние рыб оценивали по ряду гематологических показателей — количеству гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, лейкоцитарной формуле и объему крови по общепринятым в рыбоводстве методикам [3, 4, 12, 17].

Для характеристики белкового обмена изучали азотистый обмен в организме рыб на основании балансовых опытов. Постановка и обработка полученного в опыте материала проведены по методике Г.С. Карзинкина и М.Н. Кривобок [8]. Исследования интенсивности обновления белков, мышц, печени, селезенки, почек и

костяка сеголеток карпа проводили с использованием меченого азота (^{15}N). Для этих целей использовали корм, в протенне которого содержался меченый азот. Концентрацию последнего определяли спектральным методом на масс-спектрометре МИ-1305.

Стандартный уровень обмена у карпа изучали по методике Н.С. Строганова [19]. Определение потребностей в чистой энергии на поддержание жизни рыб проводили по методике, описанной Э.Кремington, Л.Харрис [9] и М.А. Щербиной [21].

Переваримость питательных веществ кормов определяли по методике М.А. Щербины [20], а при установлении переваримости питательных веществ кормов только по сухому веществу — по методике В.А. Иглювикова и др. [5].

При изучении минерального обмена особое внимание было обращено на минеральный состав осевого скелета и чешуи. Концентрацию в золе кальция определяли по Д.Я. Слуцкому, фосфора — по С.Н. Боданскому [17], магния — путем набора реактивов «Биотест» фирмы «Реанал». Анализ содержания микроэлементов проводили методом атомной абсорбции и спектрофотометрии на приборе ААС-3.

При определении физико-химических и гидробиологических параметров среды использовали методы, принятые в рыбохозяйственной практике.

Экспериментальные данные обработаны вариационно-статистическим методом, а также методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов

с использованием ЭВМ. Статистическая обработка данных проведена по стандартным методам Н.А. Плохинского [15].

Результаты

Наиболее сильное влияние на рост сеголеток карпа, обменные процессы и использование корма оказывает температура воды, являющаяся одним из главенствующих абнотических факторов. Сеголетки, выращиваемые на ограниченных по объему рационах, интенсивнее растут и эффективнее используют корм при более низкой температуре воды. Это объясняется тем, что на поддержание жизни карпа (средней массой 5—12 г) при температуре 21°С требуется рацион, масса которого составляет 0,58% к массе рыбы, или 101 кДж валовой, 60 кДж переваримой энергии на 1 кг рыбы в сутки (рис. 1). При температуре 25 и 28°С затраты энергии на эти нуж-

ды возрастают в 1,6 и 2,0 раза соответственно. Подтверждением этой зависимости являются следующие значения расходования чистой энергии при голодании: при температуре 21° — 20,4 кДж/кг в сутки, при 25 и 28°С — соответственно в 1,9 и 3,2 раза выше. Однако при кормлении вволю наивысшие значения скорости роста карпа и эффективности использования корма можно получить только при высоких температурах воды (27—29°С), так как доля продуктивной энергии при увеличении температуры и рациона возрастает в большей степени, чем энергия, идущая на поддержание жизни организма. Между потреблением сеголетками корма и температурой воды (12—25°С) установлена тесная связь, которая выражается уравнением регрессии:

$$P = 0,01(34,5T - 0,71T^2 - 288,9),$$

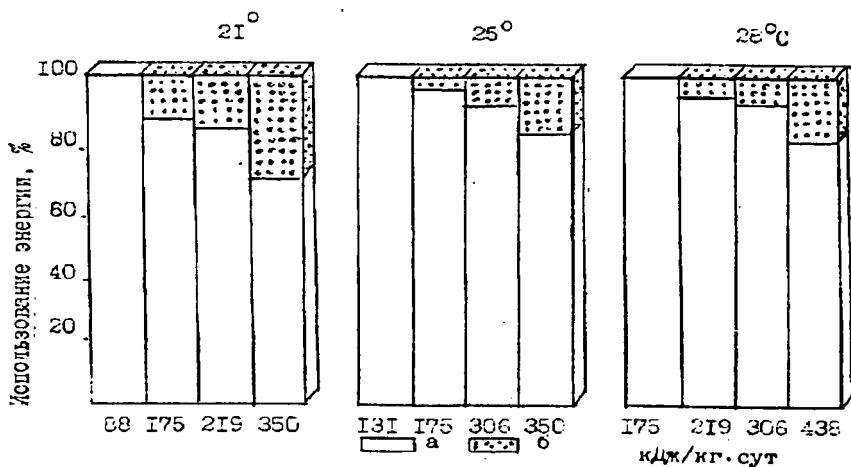


Рис. 1. Использование сеголетками карпа энергии корма на поддержание жизни (а) и пластический обмен (б) при разной температуре воды.

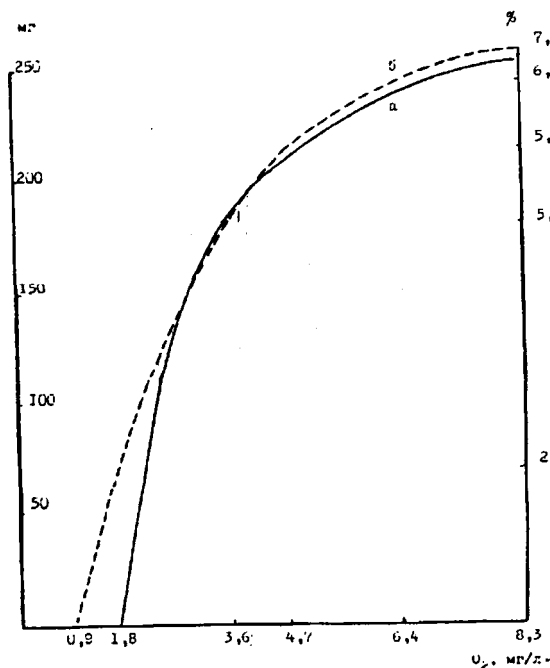


Рис. 2. Среднесуточные приросты массы рыб (а, мг) и потребление ими корма (б, %) в зависимости от концентрации в воде растворенного кислорода.

где P — потребление корма сеголетками карпа индивидуальной массой около 12 г; T — температура воды, °С.

Исследования с использованием меченого азота (^{15}N) показали, что с повышением температуры воды ускоряется обновление белков органов и тканей карпа. Наиболее активен этот процесс в печени (полное обновление за 20—28 дней), значительно медленнее он идет в мышцах, селезенке и особенно в костяке.

Лимитирующим фактором для роста рыб является пониженное содержание растворенного в воде кислорода. При концентрации кислорода 0,9 мг/л и даже при повышении ее до 1,8 мг/л при тем-

пературе 24°С рост карпа тормозится.

Очень низкая скорость роста рыб наблюдается при насыщении воды кислородом до 21% и суточном потреблении корма в объеме 2,7% к массе тела. Это вызвано тем, что основная часть усвоенной карпом энергии расходуется в данном случае на поддержание жизненных функций и лишь небольшая часть идет на пластический обмен. Увеличение насыщения воды кислородом до 42% (3,6 мг/л) обеспечивает сравнительно хороший рост при высоком объеме потребления корма (5,1% к массе рыбы). Дальнейшее повышение насыщения воды кислородом позволяет увеличить скорость роста рыб и потребление ими корма, но не столь значительно, как при увеличении концен-

трации кислорода до 3,6 мг/л. При 97% насыщении воды кислородом отмечены наибольшие среднесуточные приросты массы сеголеток и потребление корма (рис. 2). С использованием метода корреляционно-регрессионного выявлена зависимость между потреблением корма и уровнем растворенного в воде кислорода:

$$P = -1,49 + 2,38O_2 - 0,16O_2^2,$$

где P — потребление рыбами корма, % к массе рыбы; O_2 — содержание в воде кислорода, мг/л.

Насыщаемость воды кислородом существенно влияет на полноту переваривания карпами корма. Снижение концентрации кислорода до 1,1 мг/л при 24°С обу-

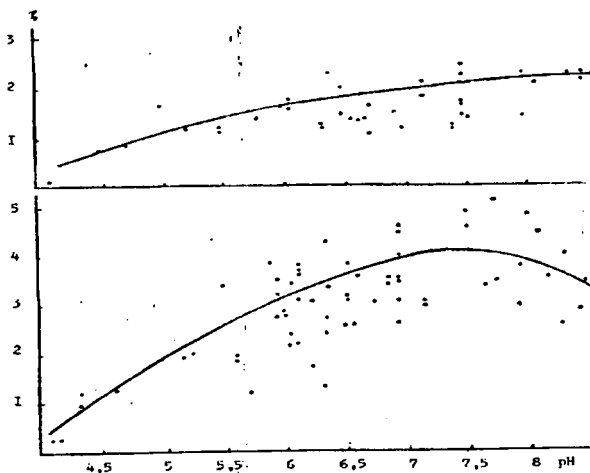


Рис. 3. Потребление карпом корма (% к массе рыбы) при однократном кормлении (вверху) и суточное потребление карпом корма в зависимости от рН воды.

словило снижение переваримости сухого вещества комбикорма 110—1 до 24,9%, а ее повышение до 4,6 мг/л обеспечило увеличение переваримости корма до 50,5%. Дальнейший рост концентрации кислорода в воде не вызывал существенных изменений переваримости корма у рыб.

При выращивании рыбы в прудах с использованием различных форм интенсификации (прежде всего удобрений) в определенные периоды резко меняется рН воды. Влияние этого показателя на рост и физиологическое состояние сеголеток карпа практически не изучено. В результате эксперимента выявлено, что летальными нижним и верхним уровнями рН являются соответственно 3,7 и 10,6. При этом частично разрушается верхняя слизистая оболочка кожи и жабр. Однако при содержании

в поступающей воде растворенного хлора 0,1 мг/л и железа 0,5 мг/л летальный исход может наступить даже при рН 5,5. Безопасный диапазон рН воды для карпа — 6,0—8,5. В опытах с вариантами рН в пределах 5,5—8,5 лучшие показатели роста сеголеток карпа и потребления ими корма получены при значениях рН, близких к 7,5. При увеличении кислотности воды среднесуточные приросты массы рыб и потребление корма

снижались: при рН 6 — соответственно в 1,3 и 1,2 раза, при рН 5,5 — в 2,7 и 1,9 раза. Увеличение щелочности воды также привело к снижению этих показателей. Например, при рН 8,5 среднесуточные приросты уменьшились в 1,4 раза, а потребление корма — в 1,1 раза. Между уровнем потребления корма карпами при однократном кормлении в сутки и рН воды выявлена зависимость, которая выражается уравнением: $P = -2,4 + 2,1 \ln \text{pH}$. При многократном кормлении рыб эта зависимость изменяется. Так, при 7-разовом кормлении кривая суточного потребления была более выпуклой (рис. 3). Это обусловлено тем, что при многократном кормлении карпы при рН воды 6—8 потребляют корм равномерно и съедают за сутки большее его количество, тогда как при рН менее

6 и более 8 основной объем рациона съедается в первое кормление.

Хороший рост сеголеток карпа в слабощелочной среде характеризуется лучшими показателями их физиологического состояния. Гематологические показатели у рыб при значениях рН 7 соответствовали оптимальным значениям у клинически здоровых рыб. В крови карпов, выращенных в кислой среде, уменьшается концентрация гемоглобина, общего белка, лейкоцитов и повышается содержание эритроцитов. У рыб, выращенных в щелочной среде, снижается количество тромбоцитов, лейкоцитов и возрастает концентрация общего белка.

Противоречивость литературных данных, характеризующих потребность карпа в уровне растворенных в воде минеральных веществ и минеральный обмен, частично объясняется отсутствием универсальных тестов, при помощи которых можно определить степень обеспеченности организма минеральными веществами. Для птиц и млекопитающих таким тестом является минеральный состав костяка [2]. Данные наших исследований свидетельствуют о возможности его использования и для карпа.

Установлено, что минеральный состав костной ткани рыб лабилен. Он зависит от видовой принадлежности и возраста, минерального состава воды, рациона и других факторов. Карп по сравнению с другими видами рыб (форелью, тилляпией, окунем, карасем) обладает наиболее высоким уровнем минерализации костяка. С возрастом у карпа общее содер-

жание минеральных веществ в костяке возрастает с 22,9% (у сеголеток) до 43,5% (у 4-леток).

Содержание минеральных веществ в костной ткани сеголеток карпа, различающихся по характеру чешуйчатого покрова, существенно не различается. Однако в костяке малочешуйчатых (зеркальных) карпов кальция содержится больше, чем у чешуйчатых. Очевидно, чешуя наряду с механическими функциями выполняет роль минерального депо.

Существенное влияние на минеральный состав костей сеголеток карпа оказывает минеральный состав воды (табл. 1). Рыбы, выращенные в воде с низким уровнем минерализации (58 мг/л), росли хуже, чем при минерализации 205 мг/л. Костяк этих карпов был более мягким, в нем содержалось меньше магния и кальция, что обусловлено прежде всего недостаточным содержанием указанных элементов в воде. По-видимому, в процессе роста сеголетки расходовали на поддержание обменных процессов и рост мягких тканей тела кальция и магний из костной ткани. Повышение концентрации в воде катионов кальция до 92 мг/л существенно не повлияло ни на рост рыб, ни на отложение в костяке данного элемента, хотя наблюдалась определенная тенденция к снижению в нем содержания зольных элементов.

С расширением использования в производстве интенсивного метода подращивания молоди карпа в инкубационно-мальковых цехах и выращивании в установках с замкнутым циклом водо-

Т а б л и ц а 1

Рост и минеральный состав костяка карпа, выращенного при различном содержании минеральных веществ в воде

Показатель	Степень минерализации воды, мг/л				
	58(19)	205(72)	205(72)	205(72)	260(92)
Кормление рыб	ОР	ОР	ОР+2% мела	Голодание	ОР
Прирост рыб, %	4,4	4,8	4,2	—0,5	4,8
Зола, %	34,01±3,18	38,02±3,85	34,03±1,53	36,68±3,10	34,90 ±2,60
Са, %	24,46±0,82*	28,42±1,12	24,84±1,74	28,12±2,28	26,62±3,08
Р, %	7,64±0,94	9,62±2,28	8,15±0,83	8,22±0,80	8,28±1,03
Са : Р	3,20	2,95	3,05	3,42	3,21
Mg, %	0,16±0,01*	0,22±0,02	0,18±0,02	0,20±0,02	0,18±0,02

Примечание. В скобках показан уровень кальция; ОР — основной рацион.

снабжения появилась необходимость в разработке световых режимов. Исследования показали (табл. 2), что интенсивность освещения среды существенно влияет на двигательную активность и поисковую пищевую способность личинок карпа. Это в конечном счете отражается на росте, выживаемости и эффективности использования ими корма. Наименьшей массы достигали личинки, выращиваемые в затененных условиях (1—10 лк). Они концентрировались в верхних слоях воды, где освещенность была несколько выше. С повышением интенсивности освещения рост личинок усиливался и максимальным был при 20 тыс. лк.

Следует отметить, что в вариантах с искусственным освещением (700 лк), хотя и поддерживался более высокий уровень освещенности по сравнению с вариантом естественного освещения (30—500 лк), рыбы росли хуже. Это свидетельствует о более бла-

гоприятном влиянии естественного освещения воды на физиологические процессы в организме молоди. Неодинаковая способность личинок к поиску пищи в среде с различной освещенностью обуславливает различную эффективность использования пищи даже при одинаковом по вариантам опыта рационе.

Данные об интенсивности потребления молодью кислорода свидетельствуют о том, что с повышением освещенности среды увеличивается обмен веществ, что вызывается усилением двигательной и пищевой активности личинок карпа.

На обменные процессы у карпа оказывает влияние не только интенсивность освещенности, но и фотопериодизм. Выявлено, что при выращивании карпа в бассейнах установки с замкнутым циклом водоснабжения наилучшие показатели получены при чередовании в течение суток 20-часового периода искусственного осве-

Таблица 2

Результаты подращивания личинок карпа в инкубационно-мальковом цехе при различных световых режимах

Тип освещения, интенсивность и продолжительность	Масса рыб, мг		Выход рыб, %	Затраты корма, кг/кг	Интенсивность потребления кислорода, мг/л · ч			
	начальная	конечная			7	12	17	22
Естественное (30—500 лк)	1,5	11,4±0,2	64	1,6	415	428	357	340
Естественное (1—10 лк)	1,5	6,6±0,1***	14	—	307	275	267	285
Искусственное (700 лк) с 4 до 21 ч	1,5	9,1±0,2	68	2,1	434	378	384	265
Искусственное (700 лк), 24 ч	1,5	10,6±0,3	67	1,7	395	387	374	399
Искусственное (2800 лк), 24 ч	1,5	12,3±0,4	81	1,5	428	405	393	417
Искусственное (20 тыс.лк), 24 ч	1,5	19,9±0,4***	91	0,9	442	421	435	449

шения (лампы ЛДЦ-40, 480 лк) и 4-часового периода темноты. При таком режиме интенсивность роста карпа на 5% выше, а затраты корма на 12% ниже, чем при круглосуточном освещении. При уменьшении активности рыб, вызываемой темнотой, снижаются потребление ими кислорода и выделение продуктов обмена, что обуславливает в этот период снижение в воде аммонийного азота и повышение содержания растворенного кислорода. Это создает благоприятные условия для последующего роста карпа.

Двукратное применение в течение суток 2-часового периода темноты (с 8 до 10 ч и с 22 до 24 ч) не создало лучших условий для роста рыб. Наоборот, в первое время после выключения или включения света приводило к стрессовым ситуациям. Рыба начинала

метаться по бассейну, переставала питаться. Карпы, выращиваемые при таком режиме, росли медленнее, чем при других режимах освещения.

Проведенный в выростных прудах многофакторный эксперимент дал возможность получить данные, характеризующие силу влияния каждого из основных абиотических факторов на потребление корма и рост сеголеток карпа. Обработка данных методом корреляционно-регрессионного анализа выявила следующую зависимость между этими показателями:

$$P = 2,89 + 0,007M + 0,01T - 0,35pH + 0,32O_2 - 0,27D,$$

где P — суточное потребление корма, г; M — масса рыбы, г; T — температура воды, °C; pH — активная реакция воды; O₂ — кон-

центрация в воде кислорода, мг/л; Д — перепад суточного давления, мБр. Следует указать, что эта закономерность установлена в пределах колебаний температуры — 14—23°С, концентрации в воде кислорода — 3,0—8,4 мг/л, рН воды — 7—9, суточного атмосферного давления — 0,1—5,2 мБр.

Совокупность факторов, включенных в уравнение, объясняет 59% вариации результативности признака, т.е. на потребление рыбами корма рассматриваемые факторы влияют на 59%, а остальные 41% приходится на другие неучитываемые факторы. По силе влияния потребление карпами корма факторы распределяются в следующем порядке: температура воды, концентрация в воде растворенного кислорода, рН воды, перепад атмосферного давления, масса рыбы.

Наряду с абнотическими факторами среды на рост молоди карпа большое влияние оказывают качество кормов и технология кормления, особенно протеиновая питательность. Установлено, что с повышением в рационе содержания протеина с 10 до 50% среднесуточный прирост массы рыб увеличивался в 2,8 раза, а затраты корма снижались в 2,3 раза. Вместе с тем эффективность использования протеина на рост рыб при его увеличении в рационе снижалась в 2,1 раза. Это обусловлено расходом части усвоенного протеина на энергетические нужды организма ввиду нехватки энергии за счет основных средств (липидов, углеводов). Увеличение в рационе липидов с 2,5 до 7,5%

обуславливает повышение среднесуточных приростов массы карпов на 5—11% и улучшение использования протеина на 6—17%. Данные азотного баланса показывают, что увеличение в рационе протеина вызывает повышение выделения азота с экскрементами и продуктами метаболизма. Это в конечном счете снижает эффективность использования протеина на синтез белка в организме рыб. Однако меньшие затраты корма и более высокие среднесуточные приросты массы карпа, выращиваемого на высокопротеиновых рационах, дают основание рекомендовать для их широкого использования в практике. Физиологическое состояние и качество сеголеток, выращенных на высокопротеиновых рационах, значительно лучше, чем выращенных на низкопротеиновых рационах.

Протеиновый комплекс зерновых злаковых имеет низкую биологическую ценность, так как дефицитен по некоторым аминокислотам, прежде всего по лизину. Ценность растительной кормосмеси повышается при введении в нее определенных аминокислот или кормов животного происхождения. Установлено, что добавка кристаллического лизина (0,8%) обеспечивает повышение поедаемости корма, увеличение продуктивного действия азота (на 6,2%) и средней массы сеголеток (на 18,8%), а также снижение затрат корма (на 20%). Введение в кормосмесь отходов куколки тутового шелкопряда (30%) при сохранении прежнего уровня протеина резко повышает поедаемость кор-

ма, переваримость протенина (на 23,6%) и жира (на 50,6%), продуктивное действие азота (на 10,3%). При этом индивидуальная масса сеголеток достигает 45 г при минимальных затратах корма.

Балансовые опыты показали, что введение в корм куколки тутового шелкопряда увеличивало продуктивное действие азота корма на 4,7%, а введение лизина — на 2,4%. Причем переваримость протенина кормосмеси при введении куколки шелкопряда повысилась на 23,6%.

У интенсивно растущих сеголеток, в рацион которых добавляли лизин и куколок тутового шелкопряда, отмечались лучшие гематологические показатели (сравнительно большее количество эритроцитов, высокая обеспеченность организма гемоглобином и белком сыворотки крови в основном за счет альбуминовой фракции). В теле этих рыб содержалось сравнительно больше жира, а в белках — незаменимых аминокислот, особенно основных. Отмечено, что аминокислотный состав белков тела сеголеток в большей мере зависит от возраста и сезона, чем от качества потребленного протенина.

Рыбы в отличие от теплокровных сельскохозяйственных животных более требовательны к уровню протенина в пище, так как протенин используется ими не только на пластический, но и на энергетический обмен. Однако этот уровень можно снизить, увеличив до определенного уровня содержание углеводов и жиров в рационе. В опыте с различным содержанием жира в рационе при разном

уровне протенина было установлено, что рост сеголеток карпа и эффективность использования ими корма находятся в прямой зависимости от калорийности рациона, которая, в свою очередь, зависит от содержания жира (табл. 3). Отсюда следует, что содержание энергии в кормосмеси должно быть приведено в строгое соответствие с уровнем протенина и его качеством. Для комбикормов, применяемых в процессе выращивания сеголеток карпа при отсутствии в их рационе естественных живых кормов, энергопротениновое отношение должно быть близким 500 кДж на 1% протенина. Эта величина может возрасти для кормосмесей, в состав которых входят компоненты, содержащие биологически ценный высокоусвояемый протенин. Примером тому являются диеты, в которых протенин представлен высококачественным белком — казенном.

Для повышения калорийности комбикормов можно использовать добавки впервые апробированных на сеголетках карпа растительных кормовых липидов (ТУ 10.04.11.18—88), получаемых на заводах, производящих маргарин. При исходном содержании в кормосмеси 38,5% протенина и 6,3% жира дополнительное введение 5% этих липидов обусловило увеличение среднесуточного прироста массы рыбы на 39,6% и снижение затрат корма на 27,3%. При более низком содержании протенина (33,5%) и жира (2,1%) наибольшая интенсивность роста рыб (1,42%) и меньшие затраты корма (1,9 кг/кг) отмечены при

Т а б л и ц а 3

Эффективность использования добавок липидов при выращивании карпа на кормах с различным содержанием протеина

Показатель	Добавки липидов, %				
	0	2,5	5,0	7,5	10
<i>Содержание в диете 40% протеина</i>					
Общее содержание жира, %	—	2,5	5,0	7,5	10
Энергопротеиновое отношение, кДж на 1% протеина	—	503	518	531	545
Среднесуточный прирост массы рыб, %	—	0,81	0,83	0,91	1,0
Затраты на 1 кг прироста рыбы: корма, кг	—	1,21	1,14	1,07	1,05
валовой энергии, МДж	—	24,4	23,6	22,7	22,9
<i>Содержание в кормосмеси 38,5% протеина</i>					
Общее содержание жира, %	6,3	8,8	11,3	13,8	16,3
Энергопротеиновое отношение, кДж на 1% протеина	441	467	498	527	558
Среднесуточный прирост массы рыб, %	1,17	1,35	1,63	1,54	1,57
Затраты на 1 кг прироста рыбы: корма, кг	2,71	2,36	1,97	2,03	2,05
валовой энергии, МДж	46,0	41,5	36,0	38,3	40,1
<i>Содержание в кормосмеси 33,5% протеина</i>					
Общее содержание жира, %	2,1	4,6	7,1	9,6	12,1
Энергопротеиновое отношение, кДж на 1% протеина	473	503	535	569	604
Среднесуточный прирост массы рыб, %	1,06	1,42	1,10	1,07	1,01
Затраты на 1 кг прироста рыбы: корма, кг	2,43	1,92	2,29	2,48	2,49
валовой энергии, МДж	38,5	31,6	39,1	43,9	45,6

добавке 2,5% липидов. Введение липидов в кормосмесь с высоким содержанием протеина в большем количестве не приводило к положительным результатам, а при меньшем уровне протеина вызвало снижение интенсивности роста и эффективности использования корма.

При увеличении содержания липидов в кормосмесях выше

оптима возрастает отложение жира в организме карпа. В том случае, когда содержание липидов в рационе превышало 12%, наблюдалось жировое перерождение печени, ухудшались гематологические показатели (снижались показатели гематокрита, концентрация гемоглобина и содержание в сыворотке общего белка).

Полученные в исследованиях данные свидетельствуют о существенном влиянии частоты кормления сеголеток карпа на их рост и эффективность использования корма даже при неизменном объеме рациона. Повышение частоты кормления обеспечивает более равномерное поуступление пищи в кишечник рыб, что обуславливает более полное усвоение питательных веществ корма. Так, при одноразовом кормлении переваримость сухого вещества корма составляла 49%, тогда как при 3-разовом была на 2,5%, при 6-разовом — на 3,4% выше (различия достоверны). Внесенный в пруд комбикорм при многократном кормлении быстрее рыбой съедается и соответственно меньше подвергается размыванию и гидролизу. Потери гранулированного (сухого прессования) комбикорма, содержащего около 25% мелкой крошки, при нахождении в воде 1,5 мин составляют 34,5%, 2 ч — 42,1%, 12 ч — 50,2%. Потери определяются в основном размыванием мучнистой части комбикорма. Замешивание такого комбикорма на воде способствует снижению потерь корма на 7,7—11,9%.

Таким образом, полученные в экспериментах зависимости между потреблением, усвоением сеголетками карпа корма и изменяющимися факторами среды: массой рыб, температурой воды, концентрацией растворенного в воде кислорода, рН воды, кратностью кормления, калорийностью и протеиновой питательностью корма — позволяют создать основу для разработки нормированного их кормления рыбы.

Выводы

1. Сеголетки карпа, выращиваемые на ограниченных рационах, интенсивнее растут и эффективнее используют корм при более низких температурах воды (16—18°С), так как меньше расходуют энергии на поддержание жизни.

2. Между содержанием в воде растворенного кислорода и потреблением корма сеголетками карпа выявлена зависимость, которая количественно описывается уравнением $P = -1,49 + 2,38O_2 - 0,16O_2^2$.

3. Для сеголеток карпа безопасным диапазоном рН воды является 6,0—8,5, а наиболее благоприятным для выращивания — 7,0—8,0. При снижении значений рН до 3,7 и повышении до 10,6 рыба погибает. Однако если содержание растворенного хлора и железа в поступающей воде составляет соответственно 0,1 и 0,5 мг/л, то летальный исход может наступить при рН 5,5.

4. Колебание минерализации воды в пределах 205—260 мг/л не вызывает существенных изменений в скорости роста карпа и в макро- и микроэлементарном составе костяка рыб. Выращивание карпа как в слабоминерализованной (58 мг/л), так и в высокоминерализованной (5000 мг/л) воде обуславливает снижение скорости роста рыб и уменьшение в костяке кальция (с 28,4 до 17—24,5%) и фосфора (с 9,6 до 5,8—7,6%).

5. При выращивании карпов с начальной массой 25 г в бассейнах с замкнутым циклом водоснабжения лучшим световым режимом является чередование в те-

чение суток 20-часового периода освещения (480 лк) с 4-часовым периодом темноты (с 22 до 2 ч). При таком режиме по сравнению с круглосуточным режимом освещения увеличиваются среднесуточные приросты массы карпа на 5% и снижаются затраты корма на 12%.

6. При повышении в кормосмеси количества протенна с 10 до 50% в 2,7 раза увеличиваются среднесуточные приросты массы сеголеток карпа и в 2,5 раза снижаются затраты корма, при этом эффективность использования протенна на рост рыб уменьшается в 2,1 раза. С увеличением массы сеголеток их потребность в протеине снижается.

7. Рост сеголеток карпа и эффективность использования корма находятся в зависимости от калорийности корма. Для комбикормов, применяемых при интенсивном выращивании сеголеток карпа в прудах, энергопротенновое отношение должно быть близким 500 кДж на 1% протенна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Власов В.А.* Физиологическое состояние, рост сеголеток карпа и потребление ими корма в зависимости от рН воды. — Изв. ТСХА, 1990, вып. 4, с. 128—139. — 2. *Георгиевский В.И.* Минеральное питание с.-х. птицы. — М.: Колос, 1970. — 3. *Головина Н.А., Тромбицкий И.Д.* Гематология прудовых рыб. Кишинев: Штинница, 1989, с. 156. — 4. *Голодец Г.Г.* Лабораторный практикум по физиологии рыб. М.: Пищепромиздат, 1955, с. 92. — 5. *Желтов Ю.А., Стецюк З.А. и др.* Примененные

витамины и кормовые добавки в кормовой смеси при выращивании годовиков карпа в бассейнах. — Рыбное хоз-во. Киев, 1979, вып. 29, с. 7—11. — 6. *Игловиков В.Г., Коношников Н.С. и др.* Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М.: ВНИИК, 1971. — 7. *Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А.* Инструкция по кормлению рыб гранулированными кормами, выпускаемыми предприятиями Минрыбхоза СССР. М.: ВНИИПРХ, 1986. — 8. *Карзинкин Г.С., Кривобок М.Н.* Методика постановки балансовых опытов по изучению обмена азота у рыб. — Руководство по методике исследований физиологии рыб. М.: АН СССР, 1962, с. 131—140. — 9. *Кремттон Э.У., Харрис Л.Э.* Практика кормления с.-х. животных. М.: Колос, 1972, с. 372. — 10. *Лавровский В.В.* Бионический метод кормления. — Рыбное хоз-во. Экспресс инф. М.: ЦНИИТЭИРХ, 1987, вып. 4, с. 23. — 11. *Лукашик Н.А., Тацилин В.А.* Зоотехнический анализ кормов. М.: Колос, 1965, с. 243. — 12. *Остроумова И.Н.* Показатели крови и кроветворения в онтогенезе рыб. — Изв. ГосНИОРХ, 1957, т. XIII, вып. 3, с. 67—76. — 13. *Остроумова И.Н.* Эколого-физиологические основы пластических и энергетических потребностей рыб и пути их удовлетворения. — В сб.: Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. Л.: ГосНИОРХ, 1988, с. 201—221. — 14. *Пасхина Г.С.* Количественное определение аминокислот при помощи хроматографии на бумаге методом образования медных производных аминокислот с нингидрином. —

Метод. письма. М., 1959, вып. 1, с. 34—87. — 15. *Плохинский Н.А.* Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969, с. 256. — 16. *Правдин М.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-ность, 1966, с. 376. — 17. *Слуцкий Л.И.* Методика определения концентрации общего белка. — Лабораторное дело. М.: Колос, 1964, с. 79—88. — 18. *Смит Л.С.* Введение в физиологию рыб. М.: Агропромиздат, 1986, с. 168. — 19. *Строганов Н.С.* Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во МГУ, 1962, с. 444. — 20. *Щербина М.А.* Методика определения переваримости искусственных кормов прудовыми рыбами с использованием инертных

веществ. М.: ВАСХНИЛ, 1971, с. 32. — 21. *Щербина М.А.* О методическом подходе к определению потребностей рыб в питательных веществах и расчетах рационов. — В сб.: Экологическая физиология и биохимия рыб. Тез. докл. Вильнюс: АН СССР, 1985, с. 540—542. — 22. *Яржомбек А.А.* Физиологические аспекты обмена веществ рыб. — Автореф. докт. дис. М., 1988. — 23. *Folch T.M., Lees M., Sloanestanley G.H.* — J. Biol. Chem., 1957, vol. 226, p. 497—509. — 24. *Schwarz F.J., Kirchgessner M.* — Aquaculture, 1988, vol. 72, 3/4, p. 307—309. — 25. *Steffens W., Albrecht M.L.* — Arch. Tierernähr, 1984, Bd 34, № 8, S. 579—585.

*Статья поступила 25 марта
1996 г.*

SUMMARY

Results of long-term investigations of the effect of certain changing environmental factors and nutritional value of ration on growth, feed conversion and physiological condition of young carps are presented and discussed.

The most favourable value of water pH with growing this year brood is 7.5. When growing larvae more intensive lighting of the environment up to 20 thousand luxes results in higher speed of fish growth, and with growing this year brood of carp in basins positive results are obtained when lighting is switched off from 22 to 2 o'clock.

This year brood grown on limited rations grow better and utilize feed more efficiently with lower water temperature (16—18°C), as they spend less energy for keeping life. For complete feeds applied with intensive growing this year brood in ponds energy-protein ratio should be about 500 kDj per 1% of protein.