

УДК 639.215:639.3.043

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕГОЛЕТОК КАРПА ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОДЕРЖАНИИ В КОРМОСМЕСЯХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЛИПИДОВ

В. А. ВЛАСОВ

(Кафедра прудового рыбоводства)

**Изучалось влияние добавок растительных липидов в рацион сеголеток карпа на их рост, физиологическое состояние, эффективность использования ими кормов. Установлена оптимальная норма липидов при диетическом питании и использовании рыбных комбикормов.**

В условиях интенсивного рыбоводства при снижении доли естественной пищи в рационе карпа до минимума возникает необходимость в балансировании содержания питательных веществ в комбикормах.

Рыбы в отличие от теплокровных сельскохозяйственных животных наиболее требовательны к уровню протеина в пище, что объясняется более высоким соотношением затрат пластического и энергетического обмена [7]. Пищевой протеин используется в организме рыб не только на пластический, но и на энергетический обмен, поэтому уровень усвоения протеина рыбами в большой степени зависит от содержания энергии в пище и прежде всего липидов.

Данные о влиянии добавок липидов в кормосмеси на рост карпа в отечественной и зарубежной литературе очень противоречивы. По мнению одних исследователей [1, 13, 16, 17], при добавлении в кормосмесь до 8—20 % растительных липидов интенсивность роста карпа, эффективность использования протеина и энергии корма, отложение в организме жира повышаются; по мнению других [15, 18], при увеличении калорийности корма за счет различных источников жира рост рыбы и оплата корма не возрастают. Установлен оптимум содержания жира в кормосмеси при определенном уровне протеина. Так, в тех случаях, когда содержание протеина в кормосмеси составляло 42 и 32 %, лучший рост рыб, более эффективное использование протеина и энергии получены соответственно при уровне жира 12 % [14] и 10 % [13].

Противоречивость приведенных выше данных вполне объяснима — уровень энергетических веществ, главным образом липидов, не может быть постоянным и зависит от многих факторов (качества протеина и липидов, переваримости питательных веществ и наличия в рационе биологически активных веществ, возраста рыб, температуры воды и др.). Наиболее точным критерием, определяющим оптимальный уровень собственно энерге-

тических веществ (липидов, углеводов) в комбикормах, на наш взгляд, является энергопротеиновое отношение. Одни авторы [12] считают, что это отношение в корме для форели и карпа должно быть в пределах 460—500 кДж/% белка, другие [8] — 290—500 кДж/% белка.

Принимая во внимание изложенное выше, мы поставили перед собой задачу установить оптимальные энергопротеиновое отношение и уровень липидов в диете и кормосмесях, используемых для выращивания сеголеток карпа.

### Методика

Исследования проводили в 85-литровых аквариумах, размещенных в аквариальной кафедры прудового рыбоводства сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. Для очистки воды от экскрементов аквариумы были оснащены эрлифтами с гравийными фильтрами, а для поддержания благоприятного кислородного режима (выше 5 мг/л) — микрокомпрессорами типа МК-2. Для снижения в воде содержания продуктов метаболизма рыб один раз в неделю около половины воды аквариумов заменяли свежей. Температуру воды поддерживали на уровне 21—22°C с помощью электронагревателей с программным управлением.

В качестве подопытного материала использовали сеголеток местного чешуйчатого карпа. Контролем являлись рыбы 1-го варианта. В период исследований провели 3 опыта, их схема представлена в табл. 1. В каждом опыте были подготовительный этап (10 дней), когда рыба адаптировалась к новым условиям среды и потреблению изучаемых кормосмесей, и опытный (в опыте 1, 2 и 3 — соответственно 42, 46 и 61 день), в течение которого изучали рост рыб, их экстерьерные показатели, морфологический состав тела, химический состав мышц, печени и тушки, гематологические показатели и эффективность использования кормосмесей в зависимости от содержания в них липидов. По окончании опыта 2 устанавливали количество израсходованных рыбами резервных питательных веществ в период 37-дневного голодания, а по окончании опыта 3 определяли влияние качества выращенных сеголеток на их дальнейший рост при скормливании им одинакового по составу корма.

В опыте 1 рыбы получали диеты, состоящие из казенна, картофельного крахмала, нерафинированного подсолнечного масла и минерально-витаминного премикса. Уровень протеина в диетах был одинаковый (40%), а содержание валовой энергии различное (вводилось различное количество масла). В опыте 2 рыбам давали комбикорм РГМ-5В, в который добавляли 2,5—10% растительных кормовых витаминизированных липидов (2—5-й варианты). Эти липиды — результат раскисления или дезодора-

Таблица 1

Схема опытов

Вариант опыта	Количество липидов, вводимых в корм, %	Содержание в корме, %		Энергопротеиновое отношение, кДж · кг / % протеина
		сырого жира	сырого протеина	
<b>Опыт 1 (диета)</b>				
1	2,5	2,5	40	504
2	5,0	5,0	40	517
3	7,5	7,5	40	530
4	10,0	10,0	40	544
<b>Опыт 2 (РГМ-5В)</b>				
1	0	6,3	38,5	441
2	2,5	8,8	37,6	467
3	5,0	11,3	36,7	498
4	7,5	13,8	35,8	527
5	10,0	16,3	35,0	558
<b>Опыт 3 (К-16)</b>				
1	0	2,1	33,5	473
2	2,5	4,6	32,7	503
3	5,0	7,1	31,9	535
4	7,5	9,6	31,1	569
5	10,0	12,2	30,3	604

ции масел и саломасов на заводах по производству маргарина. Уровень протеина в кормосмесях колебался по вариантам опыта в пределах 35,0—38,5 %, а жира — от 6,3 до 16,3 %. В опыте 3 для выращивания рыб использовали менее качественный комбикорм К-16 при такой же, как и в опыте 2, добавке растительных липидов. Содержание протеина и жира в кормосмесях было ниже, чем в опыте 2.

Кормили рыб несколько раз в светлое время суток. Суточная дача корма карпам в опыте 1 составила 1,5—2 %, а в опытах 2 и 3 — 2,5—3 % массы рыб. Более низкий объем кормов в рационе сеголеток в опыте 1 обусловлен высоким уровнем усвоения питательных веществ диеты. Для опыта 1 диеты приготавливали методом заваривания их компонентов (отношение 1:1) в кипящей воде. Из густой тестообразной массы готовили гранулы диаметром 2—3 мм, которые доводили до сухого состояния в термостате при температуре 65 °С,

а затем гранулы равномерно пропитывали разогретым до 50 °С подсолнечным маслом. Введение в комбикорм растительных кормовых липидов в опытах 2 и 3 до уровня, предусмотренного методикой, осуществляли таким же образом. Гранулы до скармливания хранили в холодильнике.

В период исследований ежедневно контролировали температуру воды в аквариумах. Один раз в неделю определяли концентрацию растворенного в воде кислорода и углекислоты по методике, изложенной в работе [10]. Во время кормления рыб изучали их реакцию на потребление корма. Для определения химического состава тела рыб использовали методику, описанную в [5]. Гематологические показатели у сеголеток определяли в конце опыта 3. Кровь для анализа брали пастеровской пипеткой из полости сердца; антикоагулянтом служил гепарин [2, 3]. Полученные данные обработаны статистически [9].

## Результаты

Потребление рыбами корма в подготовительный период опыта было неоднозначным. В первые дни приучения к корму сеголетки лучше реагировали на корм, наиболее насыщенный липидами. В опыте 1, где рыб выращивали на диете, хорошая реакция рыб на такой корм сохранилась на протяжении всего подготовительного периода. Однако у карпов в опытах 2 и 3 реакция на корм через несколько дней изменилась. Они стали более охотно и в большем количестве съедать комбикорм с наименьшей добавкой (2,5 %) растительных кормовых витаминизированных липидов. Разница между вариантами опыта по потреблению корма рыбами составила 5—16 %. Исходя из этого можно заключить, что суточный объем рациона для сеголеток карпа уменьшается при введении в комбикорм липидов.

Во 2-й (опытный) период исследований, когда изучали влияние различных добавок растительных липидов в кормосмесь на фоне одинакового во всех вариантах суточного рациона, установлено различие в росте сеголеток карпа и эффективности использования ими корма (табл. 2). Наиболее интенсивно росли сеголетки в опыте 2, среднесуточный прирост этих рыб составил 1,17—1,63 %. Промежуточное положение по этому показателю занимали сеголетки в опыте 3 — 1,01—1,42 %. Карпы в опыте 1 по росту уступали своим сверстникам в опытах 2 и 3, что обусловлено меньшим суточным рационом.

Таблица 2

## Результаты выращивания карпа при использовании различных кормов

Показатель	Вариант опыта				
	1	2	3	4	5
<i>Опыт 1</i>					
Масса рыб, г:					
в начале опыта	228,6	242,7	238,5	234,7	—
в конце опыта	306,9	327,1	330,0	333,9	—
Прирост массы, %:					
за период опыта	34,2	34,8	38,4	42,3	—
за сутки	0,81	0,83	0,91	1,0	—
Затраты на 1 кг прироста массы:					
корма, кг	1,21	1,14	1,07	1,05	—
протенна, кг	0,48	0,46	0,43	0,42	—
валовой энергии, МДж	24,4	23,6	22,7	22,9	—
<i>Опыт 2</i>					
Масса рыб, г:					
в начале опыта	338,2	336,2	333,4	341,6	332,5
в конце опыта	520,3	545,2	583,7	585,1	572,5
Прирост массы, %:					
за период опыта	53,8	62,2	75,1	71,2	72,2
за сутки	1,17	1,35	1,83	1,54	1,57
Затраты на 1 кг прироста массы:					
корма, кг	2,71	2,36	1,97	2,03	2,05
протенна, кг	1,04	0,89	0,72	0,73	0,71
валовой энергии, МДж	46,0	41,5	36,0	38,3	40,1
<i>Опыт 3</i>					
Масса рыб, г:					
в начале опыта	442,2	432,8	450,8	430,4	442,9
в конце опыта	730,7	807,9	753,9	712,4	717,4
Прирост массы, %:					
за период опыта	65,2	86,6	67,3	65,5	61,9
за сутки	1,06	1,42	1,10	1,07	1,01
Затраты на 1 кг прироста массы:					
корма, кг	2,43	1,92	2,29	2,48	2,49
протенна, кг	0,81	0,63	0,73	0,77	0,75
валовой энергии, МДж	38,5	31,6	39,1	43,0	45,6

Рост рыб находился в определенной зависимости от содержания в кормосмесях сырого жира. В опыте 1 скорость роста рыб повышалась при увеличении количества жира до максимума (10%). В опыте 2 скорость роста была наибольшей в 3-м варианте при содержании жира в кормосмеси 11,3%. Более высокое насыщение корма липидами (до 13,8—16,3%, 4-й и 5-й варианты) не сказалось положительно на приросте и даже отмечалось некоторое снижение роста рыб. В опыте 3 рыбы лучше росли во 2-м варианте при среднем содержании жира в корме (4,6%) и минимальном введении растительных липидов (2,5%). Дальнейшее увеличение содержания жира в кормосмесях (3—5-й варианты) привело к резкому снижению роста, что свидетельствует о малой эффективности включения большого количества липидов в состав низкокачественных рыбных комбикормов.

Одним из важных экономических показателей выращивания карпа являются затраты корма, на долю которых в себестоимости рыбы, содержащейся в садках, бассейнах и прудах, приходится 60 % и более. Этот показатель при меньшем объеметочных рационов, предусмотренных методикой опытов, был достаточно низким, особенно в опыте 1, что обусловлено высоким качеством и полнотой усвоения диет. На 1 кг прироста массы карпа в данном опыте затрачивалось всего 1,05—1,21 кг корма. Повышение содержания липидов в диете определило снижение затрат корма. В опытах 2 и 3 они были в среднем в 1,8—2,2 раза выше, что можно объяснить худшим усвоением питательных веществ комбикормов. Если усвояемость диеты в организме сеголеток составляла 95—98 %, то комбикорма — лишь 50—55 %. Сравнительно высокие затраты корма в опыте 2 отмечены в 1-м варианте (добавки липидов не использовались). Введение 2,5 % липидов позволило снизить затраты корма на 15 % (2-й вариант), а 5 % липидов — на 38 % (3-й вариант). Более высокие добавки липидов не привели к дальнейшему сокращению затрат корма. В опыте 3 минимальные затраты установлены во 2-м варианте, в котором среднесуточные приросты рыб были наибольшие. Следует отметить, что в этом опыте в отличие от опыта 2 дальнейшее увеличение количества липидов в кормосмеси (3—5-й варианты) обусловило значительное увеличение затрат корма.

Питательная ценность корма характеризуется прежде всего его продуктивной энергией и содержанием переваримого протеина. Недостаточное содержание протеина или ухудшение качества последнего отрицательно сказываются на потреблении корма и эффективности его использования, о чем можно судить по затратам протеина и энергии на прирост массы рыбы. Эффективность использования протеина и энергии у сеголеток, получавших диеты с высокой насыщенностью биологически ценным казенном, была почти в 2 раза выше, чем у остальных подопытных рыб. У карпов в опытах 2 и 3 эффективность использования протеина и энергии не могла быть высокой вследствие более низкого его качества и худшей переваримости кормосмесей.

Существует биологическая зависимость: чем больше обеспечена потребность организма в энергии за счет основных энергетических источников (углеводов, жиров), тем меньше на эти цели будет израсходовано протеинов и в большей мере они будут использоваться для синтеза белка в организме [4]. В наших исследованиях увеличение энергетической насыщенности кормосмесей не всегда сопровождалось повышением эффективности использования протеина, т. е. белоксберегающий эффект отмечался при строго определенном уровне энергии в корме. Так, при увеличении количества подсолнечного масла в диетах до 10 % от ее объема затраты протеина на прирост массы рыб уменьшались. В данном случае можно предположить, что опти-

мальное содержание жира в этой диете должно превышать 10 %. Повышение уровня липидов в кормосмесях в опытах 2 и 3 не всегда обуславливало получение белоксберегающего эффекта. В опыте 2 наиболее благоприятное энергопротеиновое отношение было в кормосмеси с 5 % добавкой липидов (3-й вариант), когда на 1 г протеина приходилось 49,8 кДж энергии, в опыте 3 — в кормосмеси с 2,5 % добавкой липидов, когда на 1 г протеина приходилось 50,3 кДж. При более высоком насыщении кормосмесей липидами в опыте 2 белоксберегающий эффект не наблюдался, а в опыте 3, наоборот, повысились затраты протеина на прирост массы рыб.

Полученные данные свидетельствуют о том, что оптимальный уровень жира в кормосмесях в опытах неоднозначен. В опыте 1 он приближался к 10 %, в опыте 2 уровень жира составил 11,3, в опыте 3 — 4,6 %. Этот уровень не может быть одним и тем же во всех кормосмесях, поскольку он зависит от количества энергии, заключенной в углеводах корма, а также от количества и качества протеина. В связи с этим, на наш взгляд, наиболее унифицированным косвенным показателем, определяющим энергообеспеченность кормосмесей, является энергопротеиновое отношение (кДж валовой энергии в 1 кг корма к % протеина в корме). Данное отношение для кормосмесей, используемых для кормления сеголеток карпа (табл. 1), приближается к 500 кДж/% протеина. Эта величина может возрасти для кормосмесей, в состав которых входили компоненты, содержащие биологически ценный с высоким уровнем усвоения протеин. Примером тому являются диеты, применяемые при выращивании рыб в опыте 1, в которых протеин представлен высококачественным белком — казеином. Можно предположить, что в комбикормах для карпа, которые состоят в основном из растительных компонентов, энергопротеиновое отношение должно быть меньшим. Это можно объяснить низкой биологической ценностью протеина большинства злаковых зерновых кормов, так как при их потреблении синтез белков в организме рыб идет на уровне достаточного содержания критических аминокислот, а неиспользованные аминокислоты дезаминируются и расходуются как энергетическое вещество. Поэтому потребность организма в энергии за счет истинных энергетических веществ (жир, углеводы) снижается, соответственно уменьшается и энергопротеиновое отношение.

Разный уровень энергонасыщенности рационов обусловил различия не только в росте сеголеток карпа и эффективности использования ими корма, но и в качестве выращенной рыбы. Отмечено, что сеголетки, потреблявшие кормосмеси с добавками кормовых витаминизированных липидов, по окраске отличались от своих сверстников в контроле. Грудные, брюшные, анальный и хвостовой плавники у них были золотистого оттенка. Окраска плавников становилась более яркой при увеличении в рационе

Показатели экстерьера рыб

Индекс	Вариант опыта				
	1	2	3	4	5
<i>Опыт 1</i>					
Прогонистости	3,2 ± 0,2	3,3 ± 0,1	3,0 ± 0,2	3,3 ± 0,2	3,3 ± 0,1
Высокоспинности, %	26,4 ± 0,4	27,6 ± 0,7	27,0 ± 1,0	26,9 ± 0,6	27,3 ± 1,2
Большеголовости, %	20,1 ± 1,3	19,8 ± 0,8	21,1 ± 1,4	19,7 ± 0,9	20,5 ± 1,7
Компактности, %	66,5 ± 1,4	65,4 ± 1,7	64,7 ± 0,9	65,0 ± 1,3	67,2 ± 2,0
<i>Опыт 2</i>					
Прогонистости	3,3 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,5 ± 0,2	3,4 ± 0,1	3,2 ± 0,1
Высокоспинности, %	28,6 ± 0,5	28,8 ± 0,7	28,6 ± 1,2	28,2 ± 0,6	30,2 ± 1,2
Большеголовости, %	22,6 ± 0,3	22,0 ± 0,6	21,7 ± 0,8	21,6 ± 0,5	22,0 ± 0,4
Компактности, %	72,6 ± 1,0	70,4 ± 1,1	70,6 ± 1,7	70,6 ± 1,4	74,2 ± 1,2
<i>Опыт 3</i>					
Прогонистости	3,6 ± 0,2	3,4 ± 0,1	3,7 ± 0,1	3,7 ± 0,1	3,6 ± 0,1
Высокоспинности, %	27,6 ± 1,1	29,4 ± 0,4	26,7 ± 0,5	26,9 ± 0,8	28,0 ± 0,5
Большеголовости, %	21,6 ± 0,8	20,1 ± 0,4	20,8 ± 0,7	20,5 ± 0,4	21,3 ± 0,7
Компактности, %	69,7 ± 1,5	70,4 ± 1,5	69,1 ± 1,0	66,3 ± 1,0	70,1 ± 1,2

доли липидов. Показатели экстерьера у рыб по вариантам опыта практически не различались. Все сеголетки характеризовались хорошей упитанностью, индексы телосложения у них были достаточно высокие (табл. 3). Незначительно различались по индексу компактности рыбы 2-го и 5-го вариантов в опыте 2 ( $P < 0,05$ ). Различия показателей экстерьера у рыб в опытах объясняются неодинаковой массой особей.

По относительной массе составных частей тела (порке, тушке, голове, жабрам, плавникам) и внутренних органов (сердцу, почкам, кишечнику и селезенке) карпы, выращенные на разных кормосмесях, не различались. Исключение составили сеголетки 5-го варианта в опыте 2, у которых относительная масса селезенки была в 1,9 раза больше, чем в контроле (табл. 4). Четкие изменения наблюдались в индексах печени, желчного пузыря и полостного жира, особенно у рыб в опыте 2. Отмечалось закономерное увеличение относительной массы печени при увеличении в рационе содержания жира. Печень у сеголеток 4-го и 5-го вариантов в опыте 2 и 5-го в опыте 3 была серо-коричневого цвета, а отдельные очаги — темно-зеленого цвета, что свидетельствует о жировом перерождении органа. По-видимому, это вызвано избыточным содержанием жира в рационе. К такому же выводу пришли и другие исследователи [11]. Интересно отметить, что у рыб, потреблявших кормосмеси с добавками витаминизированных липидов, желчь имела желто-оранжевый цвет. Кроме того, у сеголеток в опыте 2 объем желчи в желчном пузыре был выше, чем в опыте 3. Добавки липидов в кормосме-

Морфологический состав тела рыб (% к массе тела)

Показатель	Вариант опыта				
	1	2	3	4	5
<i>Опыт 2</i>					
Порка	85,8 ± 1,4	86,5 ± 0,5	86,0 ± 1,2	86,0 ± 0,6	85,2 ± 0,7
Тушка	52,0 ± 1,3	50,2 ± 1,2	50,2 ± 1,5	47,2 ± 1,8	49,0 ± 0,8
Голова с жабрами	30,2 ± 1,0	28,8 ± 1,1	29,8 ± 0,7	32,2 ± 2,6	30,2 ± 1,7
Сердце	0,26 ± 0,07	0,27 ± 0,03	0,24 ± 0,03	0,27 ± 0,04	0,32 ± 0,05
Почки	0,87 ± 0,13	1,15 ± 0,14	0,80 ± 0,27	0,95 ± 0,08	1,19 ± 0,09
Печень	3,3 ± 0,3	3,2 ± 0,2	3,9 ± 0,3	4,3 ± 0,3*	4,3 ± 0,2*
Желчный пузырь с желчью	0,22 ± 0,04	0,44 ± 0,04**	0,61 ± 0,1***	0,36 ± 0,05	0,47 ± 0,05**
Селезенка	0,31 ± 0,11	0,46 ± 0,08	0,34 ± 0,06	0,35 ± 0,05	0,58 ± 0,5*
Полостной жир	—	—	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,1 ± 0,2*
<i>Опыт 3</i>					
Порка	87,2 ± 0,6	85,9 ± 0,3	89,4 ± 0,4	87,9 ± 0,7	86,5 ± 0,2
Тушка	50,7 ± 1,9	49,4 ± 1,0	50,7 ± 0,8	50,4 ± 1,4	48,4 ± 1,1
Плавники	1,84 ± 0,14	2,40 ± 0,26	2,12 ± 0,1	2,20 ± 0,09	1,96 ± 0,22
Голова без жабр	22,8 ± 1,1	22,0 ± 0,3	25,0 ± 1,0	24,3 ± 0,7	24,7 ± 0,5
Жабры	4,85 ± 0,37	6,40 ± 0,51	6,30 ± 0,53	5,80 ± 0,42	5,0 ± 0,44
Сердце	0,24 ± 0,03	0,23 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,02
Почки	1,02 ± 0,16	0,81 ± 0,02	0,70 ± 0,04	0,65 ± 0,05	0,90 ± 0,06
Печень	3,03 ± 0,23	3,64 ± 0,31	3,10 ± 0,17	3,25 ± 0,21	3,75 ± 0,18*
Желчный пузырь с желчью	0,27 ± 0,04	0,32 ± 0,01	0,23 ± 0,02	0,20 ± 0,04	0,26 ± 0,01
Селезенка	0,37 ± 0,04	0,37 ± 0,03	0,26 ± 0,01	0,44 ± 0,18	0,39 ± 0,02
Кишечник	3,04 ± 0,20	3,45 ± 0,20	2,10 ± 0,16	2,36 ± 0,19	2,36 ± 0,22
Полостной жир	—	—	0,40 ± 0,05	0,54 ± 0,18	0,66 ± 0,08*

Примечание. В этой и последующих таблицах одной звездочкой обозначена достоверность разности при  $P < 0,05$ , двумя — при  $P < 0,01$ , тремя — при  $P < 0,001$ . Морфологический состав тела рыб по вариантам опыта 1 не различался (кроме содержания полостного жира), поэтому данные здесь не приводятся.

си обусловили отложение полостного жира в теле рыб, которое находилось в пропорциональной зависимости от общего содержания жира в рационе. У рыб в опыте 1 отложение полостного жира во 1-м варианте составила 0,59%, 2-м — 0,84, 3-м — 1,06, 4-м — 2,34% к массе сеголеток. У рыб в опытах 2 и 3 содержалось меньше полостного жира, а у сеголеток 1-го и 2-го вариантов он практически отсутствовал.

Жир откладывался не только в брюшной полости, но и в других частях тела (табл. 5). В опыте 1 отложение жира в организме сеголеток увеличивалось с 5,8 до 8,6% по мере возрастания количества жира в диете. Такая же закономерность наблюдалась и в отложении жира в мышцах карпов в опытах 2 и 3. Аналогичные результаты получены в опытах на мальках карпа немецкими исследователями [16]. Чрезмерное отложение жира (28,5%) отмечено в печени сеголеток в 4-м и 5-м вариантах



## Химический состав тела рыб (%)

Показатель	Вариант опыта				
	1	2	3	4	5
<i>Опыт 1</i>					
Вода	75,5 ± 0,3	75,3 ± 0,7	75,0 ± 0,3	73,9 ± 0,5	
Протеин	15,7 ± 0,1	15,4 ± 0,2	15,4 ± 0,2	14,5 ± 0,1***	
Жир	5,8 ± 0,1	6,4 ± 0,1***	6,8 ± 0,1***	8,6 ± 0,1***	
Зола	2,8 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,7 ± 0,1	
<i>Опыт 2</i>					
Содержание жира в сухом веществе:					
белых мышц	7,2 ± 0,1	7,5 ± 0,3	7,7 ± 0,2	7,8 ± 0,2	8,6 ± 0,1***
печени	25,3 ± 0,5	24,5 ± 0,4	25,3 ± 1,0	28,5 ± 0,5**	28,5 ± 1,47
<i>Опыт 3</i>					
Содержание жира в сухом веществе:					
белых мышц	5,5 ± 0,1	6,2 ± 0,4	5,6 ± 0,1	8,8 ± 0,6**	6,3 ± 0,2*
печени	35,0 ± 0,5	34,1 ± 0,4	35,2 ± 1,1	36,5 ± 0,6	34,4 ± 0,3

опыта 2, что еще раз свидетельствует о жировом перерождении этого органа.

О физиологическом состоянии рыбы судят по гематологическим показателям. Существенное влияние на состав крови оказы-

## Гематологические показатели у рыб (опыт 3)

Показатель	Вариант опыта				
	1	2	3	4	5
Показатель гематокрита, %	46,8 ± 4,7	48,1 ± 5,1	41,9 ± 2,3	54,0 ± 4,2	30,4 ± 3,3*
Концентрация гемоглобина, г%	9,0 ± 0,3	10,0 ± 0,6	8,7 ± 0,4	9,4 ± 0,3	8,2 ± 0,2*
Количество эритроцитов, млн/мм <sup>3</sup>	1,05 ± 0,07	1,13 ± 0,13	0,99 ± 0,08	1,20 ± 0,11	0,95 ± 0,06
Содержание общего белка в сыворотке крови, %	2,30 ± 0,22	3,09 ± 0,17*	2,61 ± 0,12	3,33 ± 0,24**	2,99 ± 0,11*
Лейкоцитарная формула крови, %:					
лимфоциты	98,2	98,2	97,8	98,4	99,1
в т. ч. боль-					
шие	26,6 ± 6,3	21,6 ± 3,8	20,2 ± 2,2	16,4 ± 5,6	23,9 ± 4,3
средние	42,8 ± 8,0	45,9 ± 5,7	44,4 ± 4,1	32,1 ± 5,9	44,2 ± 3,3
малые	28,8 ± 8,0	30,7 ± 9,0	33,2 ± 6,0	49,9 ± 10,0	31,0 ± 4,6
моноциты	0,9 ± 0,29	0,85 ± 0,46	1,50 ± 0,30	0,90 ± 0,20	0,82 ± 0,19
нейтрофилы	0,88 ± 0,10	0,87 ± 0,25	0,70 ± 0,20	0,70 ± 0,20	0,40 ± 0,25

жает качество корма [6]. У сеголеток 5-го варианта, потреблявших кормосмесь с наибольшим содержанием жира, показатели гематокрита и концентрация гемоглобина в крови были достоверно меньше (табл. 6). По-видимому, низкая обеспеченность рыб этого варианта гемоглобином обусловлена низким уровнем окислительно-восстановительных процессов в организме ввиду невысокой скорости роста сеголеток. У рыб, которые отличались более интенсивным ростом (2-й вариант), была выше концентрация гемоглобина в крови. Содержание общего белка в сыворотке крови оказалось выше у карпов, потреблявших кормосмесь с добавками липидов.

Количество лимфоцитов, моноцитов и нейтрофил у сеголеток по вариантам опыта существенно не различалось ( $P < 0,05$ ). Их уровень находился в пределах нормы, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии рыб.

Физиологическое состояние и резерв питательных веществ в организме сеголеток, как правило, оцениваются по результатам зимовки. В данном эксперименте (опыт 2) учитывали результаты голодания рыб в течение 37 дней в летний период при температуре  $25^{\circ}\text{C}$  в аквариумах. За это время ни одна рыба не погибла. Однако потери массы сеголеток были неодинаковыми: в 1-м варианте — 19 %, во 2-м — 15,2, в 3-м — 13, 4-м — 11,6 и 5-м — 15,9 %. Примерно такие же потери массы были у зимующих в прудах сеголеток за 5—6 мес. Потери массы у рыб зависели от содержания жира в рационе в предшествующий период выращивания. При увеличении уровня жира в кормосмесях с 6,3 до 13,8 % потери массы за время голодания снизились с 19 до 11,6 %. Более высокое содержание жира (16,3 %) в рационе обусловило повышение потерь массы сеголеток. Не исключено, что это вызвано ухудшением физиологического состояния рыб в связи с повышенным отложением жира в организме, нарушением деятельности печени и селезенки (перерождение печени, патологическое увеличение селезенки).

Добавка в комбикорма растительных кормовых витаминизированных липидов дает возможность значительно снизить себестоимость выращенной рыбы за счет уменьшения затрат на корма. Наибольший эффект получен при введении 5 % липидов в комбикорм РГМ-5В и 2,5 % — в К-16. В первом случае затраты корма на 1 кг карпа снизились на 56 коп., или 27,3 %, в последнем — на 17 коп. или 21,1 %.

На основании полученных результатов можно заключить, что для выращивания сеголеток карпа без дополнительного потребления естественной пищи (зоопланктона, бентоса и др.) требуется строго сбалансированный по содержанию всех питательных веществ комбикорм. Особое внимание необходимо обращать на его калорийность. Содержание валовой энергии в карповых комбикормах зависит от количества и качества содержащегося протеина. Критерием правильного соотношения между этими по-

казателями может служить энергопротеиновое отношение. Оптимальным энергопротеиновым отношением для комбикормов, применяемых при интенсивном выращивании сеголеток, является 500 кДж/% протеина. Как правило, используемые при производстве карповых комбикормов компоненты не позволяют добиться такого отношения. В связи с этим для повышения калорийности комбикормов можно широко использовать дешевые растительные кормовые витаминизированные липиды, содержащие до 80 % свободных жирных кислот и 300 мг% токоферолов. Указанные липиды получают как сопутствующий продукт на заводах маргариновой промышленности. Впервые использование этих липидов в рационе карпа (до 5 % в кормосмесях) дало возможность повысить интенсивность роста рыб при снижении затрат корма. Введение большего количества липидов в рацион (7,5—10 %) при энергопротеиновом отношении корма более 500 кДж/% протеина не дало положительных результатов.

### Выводы

1. Рост сеголеток карпа и эффективность использования ими кормов находятся в прямой зависимости от калорийности корма, которая, в свою очередь, зависит от содержания жира. Содержание энергии в кормосмеси должно быть приведено в строгое соответствие с уровнем протеина и его качеством. Для комбикормов, применяемых в процессе выращивания сеголеток карпа при отсутствии в их рационе естественных живых объектов, энергопротеиновое отношение должно быть близким 500 кДж/% протеина.

2. Для повышения калорийности комбикормов можно использовать добавки растительных кормовых витаминизированных липидов, получаемых на заводах маргариновой промышленности. При содержании в кормосмеси 38,5 % протеина и 6,3 % жира дополнительное введение 5 % липидов обусловило увеличение среднесуточного прироста массы рыбы на 39,6 % и снижение затрат корма на 27,3 %. При более низком содержании протеина (33,5 %) и жира (2,1 %) наибольшая интенсивность роста рыб (1,42 %) и лучшая оплата корма (1,9 кг) были при добавке 2,5 % липидов. Введение липидов в кормосмесь с высоким содержанием протеина в большем количестве не привело к положительным результатам, а при меньшем уровне протеина вызвало снижение интенсивности роста рыб и эффективности использования корма.

3. При увеличении содержания липидов в кормосмесях возросло отложение жира в организме карпа. В том случае, когда содержание липидов в рационе превышало 12 %, наблюдалось жировое перерождение печени, в крови уменьшалась концентрация гемоглобина.

4. Сеголетки карпа, выращенные на кормосмесях с оптимальным энергопротеиновым отношением, в период длительного голодания более экономно расходовали резервные питательные вещества организма. Среднесуточные потери массы при температуре 25 °С у них составили 0,35 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В. А. Выращивание сеголетков карпа на диетах, содержащих разный уровень жира. — Докл. ТСХА, 1977, вып. 235, с. 85—89. — 2. Голодец Г. Г. Лабораторный практикум по физиологии рыб. — М.: Пищепромиздат, 1955. — 3. Коржувев П. А. Гемоглобин. — М.: Высшая школа, 1964. — 4. Кремер Ю. Н. Биохимия белкового питания. — Рига: Знание, 1965. — 5. Лукашик Н. А., Тащилин В. А. Зоотехнический анализ кормов. — М.: Колос, 1965. — 6. Остроумова И. Н. Показатели крови и кровотока в онтогенезе рыб. — Изв. ГосНИОРХ. Л., 1957, вып. 3, с. 63. — 7. Остроумова И. Н. О потребности рыб в белке и ее особенности у личинок в связи с этапами развития пищеварительной функции. — В сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вопросы физиологии и кормления рыб, 1983, вып. 194, с. 3—19. — 8. Остроумова И. Н. Эколого-физиологические аспекты пластических и энергетических потребностей рыб и пути их удовлетворения. — В сб.: Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. Вильнюс: Изд-во АН Лит. ССР, 1988, с. 201—221. — 9. Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. — М.: Изд-во МГУ, 1980. — 10. Привезенцев Ю. А. Гидрохимия пресных водоемов. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 11. Стикни Р. Принципы тепловодной аквакультуры. — М.: Агропромиздат, 1986. — 12. Такэути М. Питание рыб и корм для объектов рыбоводства. — М.: Агропромиздат, 1979. — 13. Щербина М. А., Казлаускаене О. П., Вайцых Г. Я., Девятьярова Н. В. Введение жира в пищевую рацион как способ повышения эффективности использования корма карпом. — Тр. ВНИИПРХ, 1975, вып. 24, с. 16—27. — 14. Eckhardt O. — Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk., 1982, Bd. 47, N 4, S. 186—196. — 15. Schwarz F. I., Kirchgessner M., Steinhart H., Runge G. — Agriculture, 1988, vol. 69, p. 57—67. — 16. Steffens W., Albrecht M. L. — Arch. Tierernähr., 1984, Bd. 34, N 8, S. 579—585. — 17. Jirasek J. et al. — Zivocisna Vyroba, 1980, Sb. 25, N 11, S. 801—808. — 18. Takeuchi Tashio, Watanabe Takeshi, Ogino Chinkichu. — Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 1979, vol. 45, N 8, p. 977—982.

*Статья поступила 12 октября 1989 г.*

## SUMMARY

The effect of adding vegetational lipids to the ration on growth, physiological condition of this year brood of carp and on their efficient utilization of feed was studied. The experiments were conducted in 100 litre aquaria.

It is found that in mixed feed used in raising this year brood of carp when there is no natural food energy-protein ratio should be close to 500 kJ/% of protein. To increase mixed feed caloricity, one may use supplements of vegetational fodder vitaminized lipids produced at the plants of margarine industry. When mixed feed contained 38.5 % of protein and 6.3 % of fat, additional supplement of 5 % of lipids resulted in the increase in daily average gain in fish by 39.6 % and in decrease in fodder consumption by 27.3 %. With lower content of protein (33.5 %) and fat (2.1 %), the highest growth efficiency and feed conversion efficiency were obtained with the supplement of 2.5 % of lipids. Higher amount of fat in the ration results in its higher accumulation in the body of fish.