

УДК 639.371.52

ПОТРЕБЛЕНИЕ КОРМА СЕГОЛЕТКАМИ КАРПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ МАССЫ, ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И СОДЕРЖАНИЯ В НЕЙ КИСЛОРОДА

В. А. ВЛАСОВ

(Кафедра прудового рыбоводства)

При выращивании сеголетков карпа важное значение имеет нормированное кормление. Практика прудовых рыбоводных хозяйств страны показывает, что при использовании комбикормов, приготовленных по рецептам № 110—1 и № 111—1, затраты корма на 1 кг прироста карпа равны 3,2—3,5 кг. В то же время в большинстве рыбоводных прудовых хозяйств указанные затраты составляют 5 кг и даже более. При этом, как правило, получают нестандартный посадочный материал, не обладающий высокой жизнеспособностью в период зимовки.

В карповых прудовых хозяйствах до сих пор нормирование осуществляется на основе жесткого планирования скармливаемого корма по месяцам летнего периода выращивания в соответствии с ростом рыбы в предшествующие годы. При таком подходе к нормированию не учитываются реальные изменения внешней среды текущего сезона.

Потребность карпа в корме непостоянна. Она зависит от совокупности факторов: индивидуальной массы рыб, температуры воды, концентрации растворенного в ней кислорода, качества корма и кратности кормления, наличия в прудах естественной пищевой базы и др.

В литературе имеются данные о влиянии температуры воды на потребление корма карпами, однако они очень противоречивы. Так, ряд авторов [3, 5] считают, что при индустриальном методе выращивания оптимальной температурой воды, при которой двухлетки карпа потребляют максимальное количество корма, является 29—32°, а молоди — 30°. По мнению нидерландских ученых [12], в проточных бассейнах оптимальная температура воды для двухлетков — 23°, а для сеголетков — 27°. В результате исследований [9], проведенных в таких же условиях, было установлено, что оптимум температур для роста двухлетков карпа находится на уровне 26°. В связи со слабой изученностью этого вопроса некоторые авторы [1, 4] в своих рекомендациях предлагают использовать для сеголетков карпа, выращиваемых при температуре 20—30°, одинаковый рацион (по массе).

Данные о влиянии индивидуальной массы рыбы и содержания в воде растворенного кислорода на объем рациона карпа носят ориентировочный характер [6, 9—11]. Они получены в условиях бассейновых и садковых хозяйств, поэтому при их использовании при определении кормовых норм для сеголетков карпа в прудах допускаются большие ошибки, что приводит к увеличению кормовых затрат и ухудшению газового и химического составов воды.

В большинстве ранних исследований, в которых устанавливали суточный рацион карпа, учитывали, как правило, один, реже два влияющих на него фактора, что, безусловно, не давало возможности разработать точные кормовые нормы, отвечающие физиологическим потребностям карпа в пище.

Данная работа посвящена комплексному изучению влияния температуры воды, уровня растворенного в ней кислорода, индивидуальной массы рыбы на суточное потребление корма сеголетками карпа при практикуемом в прудовых карповых хозяйствах двухразовом кормлении гранулированными комбикормами.

Материал и методика исследований

Исследования проведены в аквариальной кафедре прудового рыбоводства Тимирязевской академии и выростных прудах совхоза «Ставропольский» Ставропольского края в 1979—1982 гг. В качестве подопытного материала использовали сеголетков карпа массой от 2 до 25 г. Они имели одинаковый чешуйчатый покров и были одного происхождения.

Влияние каждого экологического фактора на потребление рыбой корма изучали при исключении действия других факторов. Такие условия были созданы в аквариумах, в которых использовали термонагреватели мощностью от 20 до 100 Вт для поддержания температуры воды, предусмотренной методикой опыта, и микрокомпрессоры с гравийными фильтрами (МКЛ-12) для создания необходимого кислородного режима. В каждом 85-литровом аквариуме содержались по 30 сеголетков карпа. Объем суточного рациона рыб определяли путем суммирования количества корма, потребленного утром и вечером. Кормили карпов гранулированным комбикормом рецепта № 110—1. Корм задавался рыбам мелкими порциями до полного насыщения. Этот период составлял от 7 до 35 мин, за это время сеголетки полностью удовлетворяли свои пищевые потребности. Комбикорм рецепта № 110—1 предназначен для кормления сеголетков в прудах, где определенная неполноценность этого комбикорма по протину, микроэлементам и витаминам компенсируется потреблением рыбой высококачественной естественной пищи (зоопланктона и бентоса). Поэтому в нашем эксперименте для поддержания нормального физиологического состояния рыб между сериями опытов подкармливали живыми хищными микробиотами, богатыми недостающими в комбикорме питательными веществами. Данные о влиянии

температуры воды и содержания в воде растворенного кислорода на потребление корма сеголетками в аквариальных условиях корректировались результатами, полученными в прудах.

Установление зависимости между потреблением рыбой корма и их индивидуальной массой проводили в основном в выростных прудах рыбсовхоза «Ставропольский» и по некоторым группам рыб с определенной массой в аквариумах. Объем суточного рациона сеголетков карпа, выращиваемых в прудах, определяли методом учета съеденной пищи. Для исключения влияния различной температуры и колебаний растворенного в воде кислорода на уровень потребления рыбой корма исследования проводили при одних и тех же температуре (24°) воды и насыщении ее кислородом (4,5—5,5 мг/л).

В период экспериментов вели наблюдения за реакцией рыб на корм (скорость заглатывания), контролировали термический и газовый режимы, а также изменения массы сеголетков карпа. Полученные данные обработаны биометрически с использованием корреляционно-регрессивного метода по Н. А. Плохинскому [7].

Результаты исследований

Исследования, проведенные в аквариальных условиях в 20 сериях опытов, в которых изучалось влияние различной температуры воды (от 12 до 30°) на потребление корма сеголетками карпа с начальной массой в среднем около 12 г, показали, что при повышении температуры воды от 12 до 24° суточное потребление корма рыбами возросло с 0,31 г до 1,57 г, т. е. в 5 раз, или при пересчете количества потребленного корма к массе рыб — с 2,6 до 13,1 % (табл. 1). Особенно резко (в 2 раза) увеличилось количество потребленного корма при повышении температуры воды от 12 до 14°. При прогревании воды до 22—24° оно возросло лишь в 2,5 раза. Реакция рыб на потребление корма ухудшилась при температуре воды более 24°, при 30° его количество уменьшилось на 32 %.

В результате опытов, проведенных в прудах, выявлена такая же закономерность. Максимум корма потреблялся сеголетками при температуре 25° ± 1°. Следует отметить, что рацион рыб, выращиваемых в прудах, при всех температурах был лучше, чем у сеголетков в аквариумах, поскольку

рыбы в прудах наряду с комбикормом поедали естественную пищу на протяжении всего светового дня. Потребление комбикорма сеголетками как в прудах, так и в аквариумах было примерно одинаковым при изучаемых температурах. При обработке данных методом корреляционно-регрессивного анализа получена следующая зависимость между потреблением корма рыбой и температурой воды:

$$P = 0,01(34,48T - 0,69T^2 - 288,88),$$

где P — потребление корма, г; T — температура воды, °С.

Высокий индекс корреляции ($i = 0,984$) свидетельствует о наличии тесной связи между потреблением сеголетками корма и температурой воды; 97 % ($i^2 = 0,97$) вариации потребления рыбой корма обусловлены колебанием температуры воды. Различия между фактическими и расчетными данными не превышают 7 %.

При интенсивном методе выращивания карпов очень важно знать, какое количество корма они потребляют на единицу массы, так как этот показатель является одним из основных при разработке норм кормления рыбы.

С увеличением массы сеголетков с 3,2 до 25,1 г суточное потребление корма в аквариумах при температуре 24° возросло с 0,53 до 2 г, однако относительное (% от массы) его потребление снизилось (табл. 2). Последний показатель был максимальный (16,7 %) у 3,2-граммовых карпов, при увеличении массы рыб он уменьшался и у 25,1-граммовых карпов составил 8,0 %. Сравнивая результаты, полученные в аквариальных условиях и в прудах, можно отметить некоторое их расхождение на первых этапах выращивания сеголетков и прежде всего до массы 5 г. Это вызвано тем, что сеголетки в прудах, особенно в первый период выращивания, когда имеется еще достаточно хорошая естественная пищевая база, потребляют наряду с комбикормом большую часть зоопланктона и бентоса (20—60 %). В связи с отмеченным потреблением комбикорма рыбами массой до 6 г в прудах было значительно меньше, чем в аквариумах, где естественная пища отсутствовала.

Используя эмпирически полученные в прудах и аквариальных условиях результаты, методом корреляционно-регрессивного анализа установлена зависимость между массой сеголетков карпа и потреблением ими комбикорма:

Таблица 1

Потребление корма сеголетками карпа в зависимости от температуры воды

Температура воды, °С	Среднесуточное потребление корма		Температура воды, °С	Среднесуточное потребление корма	
	г	% от массы		г	% от массы
12	0,31 ± 0,05	2,6	22	1,38 ± 0,07	11,5
14	0,63 ± 0,04	5,3	24	1,57 ± 0,09	13,1
16	0,82 ± 0,07	6,8	26	1,44 ± 0,04	12,0
18	1,0 ± 0,03	8,3	28	1,32 ± 0,06	11,0
20	1,19 ± 0,09	10,0	30	1,19 ± 0,12	9,9

Потребление корма сеголетками карпа в зависимости от их индивидуальной массы

Масса рыб, г	Среднесуточное потребление корма		Масса рыб, г	Среднесуточное потребление корма	
	г	% от массы		г	% от массы
3,2±0,21	0,53±0,05	16,7	15,5±0,24	1,62±0,08	10,5
6,4±0,17	0,88±0,05	13,8	18,4±0,15	1,78±0,10	9,7
9,5±0,20	1,16±0,08	12,3	21,6±0,30	1,94±0,05	9,0
12,2±0,22	1,38±0,03	11,3	25,1±0,27	2,01±0,13	8,0

$P=0,01 (1,88M + 137,231gM - 32,48)$,
где M — масса карпов, г.

Для определения суточных норм кормления сеголетков карпа при одновременно изменяющихся индивидуальной массе рыбы и температуры воды в период выращивания методом интерполяции был рассчитан их рацион (табл. 3). Представленные в таблице данные дают возможность быстро и достаточно точно установить суточную потребность карпа в корме при соответствующей их массе и температуре воды в пруду.

Максимум комбикорма в прудах (в % от массы) потребляют 5-граммовые сеголетки. При температуре 25° в сутки они могут съесть корма до 14,7 % от своей массы. Безусловно, у карпов меньшей массы относительный рацион при той же температуре больше. Как указывалось ранее, в их рационе при выращивании в прудах наряду с комбикормом значительную часть занимают естественные корма. Минимальное количество корма (1,5 % от массы) потребляют 25-граммовые сеголетки при температуре 12°.

Одним из важных экологических факторов, от которого во многом зависит потребление корма карпами, является на-

сыщенность прудовой воды растворенным кислородом.

Опыты, проведенные в аквариальных условиях, показали, что при более сильном насыщении воды кислородом рыбы потребляли больше корма. Максимальное его потребление (7,1 % от массы рыб) отмечено при 97 % насыщении воды кислородом (табл. 4). По мере снижения насыщения воды кислородом потребление корма уменьшается. При 10 % насыщении кислорода (0,9 мг/л) в воде карп перестает реагировать на корм. Следует отметить быструю реакцию рыб на корм при высоком насыщении воды кислородом, они заглатывают порцию корма за 7—10 мин, а при 21 % насыщении кислорода — в течение 30—35 мин. В последнем случае эффективность использования корма была низкой. Как показали лабораторные исследования, комбикорм в кишечниках рыб почти не подвергался расщеплению, он проходил транзитом по пищеварительному тракту, почти не перевариваясь и не усваиваясь.

В выростных прудах многих рыбоводных хозяйств концентрация растворенного в воде кислорода в июле — августе сильно колеблется. Поэтому очень важно в целях экономии корма и поддержания благо-

Таблица 3

Потребление корма сеголетками карпа различной массы в зависимости от температуры воды (% от массы рыб)

Температура, °С	Индивидуальная масса рыб, г											
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
12	2,3	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
13	4,0	4,4	4,1	3,9	3,7	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,5
14	5,7	6,2	5,7	5,4	5,0	4,7	4,4	4,2	3,9	3,8	3,6	3,4
15	6,7	7,6	7,0	6,6	6,2	5,8	5,5	5,2	4,8	4,6	4,5	4,3
16	8,0	8,8	8,3	7,8	7,4	6,8	6,4	6,0	5,8	5,5	5,2	4,9
17	9,0	10,2	9,6	9,0	8,4	7,8	7,4	7,0	6,6	6,3	6,0	5,8
18	10,0	11,2	10,4	9,8	9,2	8,5	8,1	7,6	7,2	6,8	6,6	6,4
19	11,0	12,2	11,3	10,7	10,1	9,3	8,8	8,3	7,8	7,5	7,1	6,9
20	11,7	13,0	12,1	11,3	10,6	9,9	9,4	8,9	8,4	8,0	7,7	7,3
21	12,3	13,6	12,7	11,9	11,2	10,3	9,8	9,2	8,7	8,3	8,0	7,7
22	12,7	14,1	13,1	12,4	11,7	10,7	10,2	9,6	9,1	8,7	8,3	8,0
23	12,9	14,4	13,4	12,6	11,9	11,0	10,3	9,8	9,4	8,9	8,4	8,2
24	13,0	14,6	13,7	12,8	12,0	11,2	10,5	9,9	9,5	9,0	8,6	8,3
25	13,1	14,7	13,8	12,9	12,1	11,3	10,6	10,0	9,6	9,1	8,7	8,4
26	13,0	14,6	13,7	12,8	12,0	11,2	10,5	9,9	9,5	9,0	8,8	8,3
27	12,8	14,4	13,4	12,6	11,9	11,0	10,3	9,8	9,4	8,9	8,4	8,2
28	12,6	14,0	13,1	12,4	11,7	10,7	10,2	9,6	9,1	8,7	8,3	8,0
29	12,3	13,6	12,7	11,7	11,2	10,3	9,8	9,2	8,7	8,3	8,0	7,7
30	11,7	13,0	12,1	11,3	10,6	9,9	9,4	8,9	8,4	8,0	7,7	7,3

Таблица 4

Потребление карпами корма
в зависимости от концентрации
растворенного в воде кислорода

Содержание в воде кислорода, мг/л	Масса рыбы, г		Среднесуточное потребление корма	
	общая	индивидуальная	г	% от массы
0,9 (10%)	613,0	20,4±0,6	0	0
1,8 (21%)	618,5	20,6±0,5	17,0±0,5	2,7
3,6 (42%)	610,3	19,9±0,7	30,8±0,3	5,1
4,7 (55%)	615,1	20,4±0,4	36,9±0,5	5,9
6,4 (75%)	612,4	20,1±0,5	41,5±0,2	6,7
8,3 (97%)	618,7	20,4±0,7	44,0±0,4	7,1

Примечание. В скобках дано насыщение воды кислородом.

приятного гидрохимического режима прудов корректировать нормы кормления с учетом изменений этого показателя.

Нормирование кормления карпов в рыбободных хозяйствах интенсивного типа — один из самых трудных и пока слабoreшенных вопросов биотехники. Оно затруднено наличием зависимости суточной нормы кормления от качества корма и техники кормления. В настоящее время во многих рыбободных хозяйствах страны карпов кормят, не вводя поправку ни на содержание в воде кислорода, ни на другие изменяющиеся условия внешней среды. В результате получают низкую эффективность используемых кормов при небольшой скорости роста рыб.

Учитывая этот недостаток, нами на основании результатов опытов разработана таблица норм кормления сеголетков карпа массой от 3 до 25 г при колебании тем-

пературы воды в прудах в пределах 12—30° и насыщении воды кислородом (до 97 % (табл. 5).

Нормы рассчитаны на наиболее употребляемую в практике прудового рыбоводства плотность посадки рыб — 60 тыс. шт/га — на 1 га площади прудов. При меньшей или большей плотности посадки данные табл. 5 уменьшают или увеличивают прямо пропорционально изменению плотности посадки рыб. Для определения суточной нормы корма для сеголетков карпа, выращиваемых в определенном выростном пруду при плотности, предусмотренной в табл. 5, необходимо найти показатель, соответствующий индивидуальной массе карпов и температуре воды. Затем сделать поправку на содержание в воде кислорода и умножить на площадь пруда. Если плотность посадки рыб в пруду меньше, чем предусмотрено в таблице, полученное значение уменьшают соответственно снижению плотности посадки, и наоборот.

Представленные в табл. 5 данные рассчитаны на содержание в воде кислорода 4—6 мг/л. При его уровне в пределах 3—4 мг/л норма корма снижается на 15 %, при 2—3 мг/л — на 40 и при 2 мг/л и менее кормить рыбы прекращают. Если содержание кислорода поддерживается выше 6 мг/л, норму можно увеличить на 10—15 %.

Если во время утреннего кормления температура воды не снижается по сравнению с вечерней более чем на 4°, то утренняя доза корма составляет 60 %, а вечерняя — 40 % суточной нормы. Если в ночное время, особенно в июне, сентябре, отмечается похолодание и температура воды снижается ниже 17°, то вечерняя доза кормления должна быть больше утренней, так как при дневном прогреве воды карпы вечером способны при более высокой температуре (23—26°) съесть корма больше и лучше его усвоить.

Таблица 5

Нормы кормления сеголетков карпа, рассчитанные на 1 га пруда
при плотности посадки рыб 60 тыс. шт/га (кг)

Т, °С	Индивидуальная масса рыб, г											
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
12	4	8	11	13	14	16	17	19	20	21	22	23
13	7	13	17	21	24	26	29	31	33	34	36	38
14	10	19	24	29	33	37	40	43	45	47	50	52
15	12	23	29	36	41	45	49	53	56	58	61	64
16	14	26	35	42	48	53	58	62	65	69	72	76
17	16	31	40	48	55	51	66	71	75	79	82	86
18	18	34	44	53	60	66	73	78	82	86	91	95
19	20	37	47	58	65	72	79	85	89	94	94	103
20	21	39	51	61	70	77	84	90	95	100	105	110
21	22	41	53	64	73	81	88	94	100	105	110	115
22	23	42	55	67	76	84	91	98	104	109	114	120
23	23	43	56	68	77	86	94	100	106	112	116	122
24	23	44	57	69	79	87	95	102	107	113	118	124
25	24	45	58	70	80	88	96	103	109	115	120	126
26	24	44	57	69	79	87	95	102	108	114	119	125
27	23	43	56	68	77	86	94	100	106	112	117	122
28	23	42	55	67	76	84	91	98	104	109	114	120
29	22	41	53	64	73	81	88	94	100	105	110	115
30	21	39	51	61	70	77	84	90	95	100	105	110

Нормы кормления рассчитаны на гранулированные комбикорма. Комбикормовая промышленность страны производит для карпа более 40 % рассыпных комбикормов. Установлено [2, 8], что затраты рассыпного комбикорма на выращивание карпа ввиду больших механических потерь и экстрагирования питательных веществ кормов на 20—30 % выше, чем гранулированного. В связи с этим при использовании для кормления сеголетков карпа рассыпного комбикорма необходимо суточные нормы кормления, рассчитанные на применение гранулированных кормов (табл. 5), увеличить в среднем на 25 %.

Расчет суточных норм кормления сеголетков карпа в прудовых хозяйствах средней (Нечерноземной) зоны страны позволит получать при благоприятных зоогигиенических и гидротехнических условиях 10—15 ц полноценного рыбопосадочного материала, а в хозяйствах южной зоны страны — 20—25 ц с одного гектара выростного пруда. Наряду с этим нормированное кормление даст возможность на 20—30 % сократить затраты кормов на выращивание сеголетков.

Заключение

Потребление корма сеголетками карпа во многом зависит от температуры воды и

содержания в ней растворенного кислорода. При повышении температуры воды с 12 до 25° потребление корма сеголетками возрастает более чем в 5 раз, а при повышении до 30° снижается на 32 %. Максимальное количество корма сеголетки потребляют при температуре воды в выростных прудах 25°.

Насыщение воды кислородом 21—97 % способствует повышению количества потребленного корма. Относительный рацион карпов (отношение съеденного корма к массе рыб) увеличивается при этом с 2,7 до 7,1 %. При снижении насыщения кислорода в воде до 10 % карп перестает питаться.

Относительный рацион сеголетков карпа с увеличением их массы уменьшается. При температуре 25° рацион 5-граммовых сеголетков составил 14,7 %, а 25-граммовых — 8,4 %.

Метод интерполяции полученных результатов позволил рассчитать относительные рационы для сеголетков с учетом трех основных изменяющихся факторов (температуры воды, содержания в ней кислорода и индивидуальной массы рыб), а также составить таблицу суточных норм кормления карпов. Нормированное кормление карпа даст возможность значительно сократить затраты кормов и увеличить рыбопродуктивность карповых выростных прудов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боброва Ю. П., Бобров А. С. О нормах кормления двухлеток карпа в прудах. — Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Биол. основы рационального кормления рыбы, 1980, вып. 27, с. 3—14. — 2. Виноградов В. К., Ерохина Н. В. Эффективность кормления карпа гранулированными кормами. — Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Биол. основы прудового рыбоводства. М., 1962, вып. 14, с. 53—58. — 3. Дикуншикова Ф. С., Корнеев А. Н., Корнеева Л. А., Фарберов В. Г. К вопросу об оптимизации температурного режима при выращивании карпа индустриальными методами. — Тр. ВНИИПРХ. М., 1976, т. 26, с. 13—19. — 4. Ефимова Е. Н., Чертихин В. Г. Рекомендации по технологии производства сеголетков карпа и растительноядных рыб для условий 2—4 зон рыбоводства. М.: ВНИИПРХ, 1982. — 5. Капитонова И. Г. Определение оптимальной температуры воды при выращивании молоди карпа индустриальным методом. — Рыбное хозяйство, 1977, № 11, с. 60—61. — 6. Остроумо-

ва И. Н. На полноценных кормах. — Рыбоводство и рыболовство, 1981, № 9, с. 12—13. — 7. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. — 8. Сиверцов А. П. Гранулированные и брикетированные комбикорма в прудовом рыбоводстве. М.: Пищевая промышленность, 1973. — 9. Филь С. А., Шпет Г. И. Нормирование расхода искусственных кормов для товарного карпа в зависимости от температуры воды. — Тр. ВНИИПРХ, 1975, т. 24, М., с. 28—32. — 10. Хасимото Е. Разведение рыб (пер. с японск.). Всесоюз. центр переводов. Токио: Изд-во Косэйса, 1975. — 11. Шпет Г. И. О влиянии условий среды на питание карпа. — Тр. УкрНИРХ, 1952, № 8, Киев: Урожай, с. 68—108. — 12. Huisman E. A., Breteler I. G., Klein P., Vismans M. M., Kanis E. — *Finfish Nutr. a. Fishfeed Technol. Proc. World Symp., Hamburg, 1978, Bd I. Berlin, 1979, S. 175—188.*

Статья поступила 22 марта 1983 г.

SUMMARY

Experiments carried out in ponds and aquarial conditions studied interdependence of daily feed consumption (P) by this year carp brood and water temperature (T), oxygen content in water and individual fish mass (M) expressed by the following equations.

$$P = 0.01(34.48T - 0.69T^2 - 288.88)$$

$$P = 0.01(1.88M + 137.23lgM - 32.48)$$

Increased oxygenation of water from 21 to 97 per cent results in increased relative ration of fish from 2.7 to 7.1 per cent. Oxygen concentration in water being reduced to lower than 10 per cent, carp ceases to consume feed. By method of interpolation a table of daily feeding rates was calculated for this year carp brood of living mass from 2 to 25 grms with water temperature varying from 12 to 30°C. A correction is introduced for feed consumed depending on oxygen concentration in water.