

УДК 639.219:639.3.043

## **РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛИЧИНОК COREGONUS PELED (GMELIN) ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ ЛИПИДОВ В КОМБИКОРМАХ**

**В. Н. РАДЕНКО, П. В. ТЕРЕНТЬЕВ**

(Кафедра физиологии и биохимии с.-х. животных)

Изучалось влияние уровня липидов (от 2,5 до 21 %) в стартовых комбикормах на рост и выживаемость личинок пеляди. Выявлено, что при увеличении жирности корма ускоряется рост личинок и повышается их выживаемость. Наилучшие результаты получены при использовании корма с уровнем липидов 13,7 %. Значительное влияние на эффективность утилизации стартовых комбикормов оказывает температура воды.

В последнее время в нашей стране и за рубежом повысился интерес к разведению сиговых рыб *Coregonus* и выращиванию молоди с использованием комбикормов. Установлено, что естественный корм можно исключить из рациона личинок сиговых [4, 9, 13, 15].

В этом случае эффективность утилизации искусственных кормосмесей в значительной степени зависит от температуры воды, которую необходимо повышать до определенного уровня [12, 14].

В большинстве работ, посвященных выращиванию молоди сиговых

рыб при использовании стартовых комбикормов, внимание акцентируется на липидном питании. Изложены основные требования к липидам кормов для сиговых, их жирнокислотному составу и предложены методы расчета потребности в полиненасыщенных жирных кислотах (ПНЖК) в зависимости от жирности рыбы [2]. Исследования показали, что потребность в ПНЖК у молоди сиговых рыб близка к таковой у молоди р. *Salmo*. Оптимальное содержание жирных кислот линоленового типа ( $\omega$  3) составляет 1,5 %, а оптимальное соотношение кислот типа  $\omega$  6/ $\omega$  3 — 0,3—0,5 [7]. В связи с этим изучалась эффективность различных липидных добавок (рыбий жир, масло калины) и была показана целесообразность введения в стартовые комбикорма рыбьего жира, который наиболее сбалансирован по жирнокислотному составу. Предложена также специальная липидно-витаминная добавка, содержащая ненасыщенные жирные кислоты и жирорастворимые витамины, которая оказалась эффективнее рыбьего жира [8].

В упомянутых выше работах вопрос об оптимальном уровне липидов отдельно не ставился. Тем не менее в специально разработанной рецептуре стартового комбикорма для сиговых рыб (РКС-СС) предусмотрено введение 7 % рыбьего жира, при этом оптимальное содержание липидов, по мнению авторов рецепта, должно составлять 10 % [9]. В другой рецептуре для личинок сиговых рыб (ЛС-81) содержание липидов должно быть равным 8 %, поэтому для поддержания данного уровня вводятся фосфатиды — 5 % [1]. Однако в связи с тем, что в основных компонентах стартовых комбикормов (рыбной муке и продуктах микробиосинтеза) содержание липидов

сильно варьирует, комбикорма, изготовленные по одной и той же рецептуре, могут существенно различаться по химическому составу. Не случайно в разных работах с использованием рецептуры РКС-СС в качестве базовой указано различное содержание липидов — 5, 8 и 9,4 % [10, 11].

Определенные разночтения могут быть связаны с разными методами определения содержания липидов. Довольно часто в отечественной литературе они не указываются, и авторы разных работ под содержанием липидов или жиров понимают не одно и то же. Как показали наши наблюдения, при экстракции липидов по Фолчу [16] результаты были примерно на 30 % выше, чем при экстракции по методу Сокслета.

Нами была поставлена задача — определить оптимальный уровень содержания липидов в комбикормах для личинок пеляди на базе различных рецептурных композиций, а также изучить влияние 2 температурных режимов на эффективность утилизации стартовых комбикормов с различным содержанием липидов.

### Методика

В 1988 и 1989 гг. на экспериментально-производственной базе ВНИИР (Московская область) было проведено 2 опыта, в которых использовались личинки пеляди, полученные заводским способом на Осташковском рыбопроизводном заводе. В начале опыта личинки имели массу 3,4 мг.

В 1-м опыте в качестве базовых были использованы 3 рецептуры комбикорма: 1 — РК-С для личинок карповых рыб [3], но без добавления подсолнечного масла; 2 — Эквизо [5] и 3 — рецептура, близкая к Эквизо, в которой доля рыб-

ной муки была увеличена до 32 % за счет снижения содержания продуктов микробиосинтеза.

В состав опытных рецептур комбикорма, в отличие от базовых, входила рыбная мука, подвергшаяся обезжириванию с целью удаления продуктов окисления липидов. При этом содержание липидов в ней снизилось от 10 до 5,9 %. В 9 опытных рецептур, составленных на основе 3 базовых, было добавлено 4, 8 или 12 % стабилизированного свежего рыбьего жира за счет пропорционального уменьшения количества остальных компонентов. Опытным рецептурам в соответствии с количеством добавленного жира присвоен шифр: на базе РК-С — Р4, Р8, Р12, на базе Эквизо — Э4, Э8, Э12 и на базе модифицированного Эквизо — ЭМ4, ЭМ8, ЭМ12. Кормосмеси на базе РК-С испытывали при температуре 17 и 20 °С, остальные — при 20 °С.

Во 2-м опыте базовой была только рецептура РК-С. В контроле применяли рыбную муку, содержащую 10 % липидов, в опытных вариантах — ту же муку, но предварительно обезжиренную (5 % липидов). Стабилизированный ионолом рыбий жир в опытные рецептуры добавляли в дозах 6, 9, 12, 15, 18 или 21 %, пропорционально уменьшая при этом количество остальных компонентов.

Данные о химическом составе контрольных (базовых) и опытных рецептур комбикорма, а также зоопланктона приведены в табл. 1.

Содержание сырого протеина в компонентах и готовых комбикормах определяли как произведение общего азота по Кьельдалю на коэффициент 6,25, общих липидов — по Фолчу [16], золы — путем сжигания в муфельной печи при температуре 500 °С, белкового азота — по Барнштейну [6].

Личинки выращивались в 40-лит-

Таблица 1

Содержание основных питательных веществ (%) в опытных комбикормах и зоопланктоне

Номер варианта	Корм	Сырой протеин	Чистый белок (белковый азот × 6,25)	Липиды	Зола	Валовая энергия, МДж/кг
<i>1-й опыт</i>						
1	Зоопланктон сырой	5,5	1,8	0,4	0,4	1,5
	В пересчете на сухое вещество	58,3	11,5	4,4	4,5	15,7
2	РК-С	49,5	36,6	6,6	11,4	18,4
3	Р4	47,8	36,8	8,8	7,5	19,4
4	Р8	46,8	35,3	12,6	7,2	20,2
5	Р12	44,7	33,7	16,4	6,9	21,0
6	Эквизо	48,9	29,3	2,5	10,8	17,6
7	Э4	47,5	28,9	5,7	8,7	18,6
8	Э8	45,6	27,7	9,8	8,3	19,3
9	Э12	43,6	26,6	13,6	7,9	20,2
10	ЭМ4	47,8	30,5	6,4	8,8	18,8
11	ЭМ8	45,7	29,2	10,3	8,5	19,5
12	ЭМ12	43,8	28,0	14,2	8,1	20,2
<i>2-й опыт</i>						
13	Р9	54,9	Не опр.	13,7	8,6	20,8
14	Р12	53,5	»	16,0	8,3	21,2
15	Р15	53,2	»	18,0	8,1	21,7
16	Р18	52,0	»	19,6	7,9	22,7
17	Р21	51,4	»	21,2	7,7	22,3

ровых емкостях с прямоточным водоснабжением при постоянном водообмене 1—3 объема/ч, удовлетворительном гидрохимическом режиме, круглосуточном освещении люминесцентными лампами и круглосуточном кормлении в автоматическом режиме из кормораздатчиков — через каждые 7 мин из расчета 30—40 % массы личинок с корректировкой дозы в зависимости от пощаеваемости. Естественный корм в емкостях практически отсутствовал.

Общим контролем для всех вариантов служил отлавливаемый в прудах зоопланктон, из которого путем процеживания удаляли крупные экземпляры. Его задавали 2 раза в сутки из расчета не менее 150 % к массе личинок.

Эффективность использования комбикормов оценивали по массе личинок в конце опыта, их выживаемости, биомассе на единицу объема, расходу кормов на единицу прироста.

Среднюю и ошибку средней ( $M \pm m$ ) вычисляли общепринятым методом.

## Результаты

Химический состав кормов в 1-м опыте, составленных на основе различных рецептов при одном и том же количестве вводимого жира, различался по содержанию общих липидов. В серии кормов на основе РК-С оно было выше, чем в кормах на основе Эквизо, при сходном уровне сырого протеина и более высоком уровне чистого белка. Это обусловлено более высоким содержанием липидов в продуктах микробиосинтеза, входящих в РК-С, и долей рыбной муки, благодаря которой обеспечивался более высокий уровень белкового азота. По химическому составу корма на основе модифицирован-

ного Эквизо (с большим содержанием рыбной муки) были близки к кормам серии Эквизо, но они отличались более высоким содержанием липидов и чистого белка при сходном уровне сырого протеина.

Для кормов, составленных на основе РК-С, во 2-м опыте в отличие от аналогичных кормов в 1-м опыте характерно более высокое содержание сырого протеина, которое закономерно снижалось по мере увеличения доли липидов в корме, но при этом оно оставалось достаточно высоким.

Зоопланктон из прудов опытной базы ВНИИР отличался низким содержанием липидов (4,4 %). Энергетическая ценность кормов увеличивалась по мере повышения в них доли липидов.

Сравнивая эффективность утилизации кормов серии РК-С, различающихся по содержанию липидов, при температуре 17 °С можно отметить увеличение средней массы личинок пеляди по мере повышения уровня липидов в потребляемом корме (табл. 2). Однако различия между вариантами были не достоверны. При температуре воды 20 °С средняя масса личинок в сопоставимых вариантах в целом была выше и также повышалась при увеличении содержания липидов в корме, но была достоверно выше по сравнению со всеми остальными вариантами опыта лишь при использовании корма с самым высоким содержанием липидов (16,7 %).

Характер изменения выживаемости личинок и их биомассы в единице объема мало различался с таковым средней массы.

При использовании кормов, составленных на базе рецептурных композиций Эквизо или его модифицированного варианта, получены худшие результаты, достоверно бо-

Таблица 2

## Результаты выращивания личинок пеляди на опытных кормах

Номер варианта	Корм	Суммарное содержание липидов, %	Температура воды, °С	Средняя масса личинок в конце выращивания (14 сут), мг	Выживаемость, %	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	Затраты корма, ед.
<i>1-й опыт</i>							
1	Зоопланктон	4,4	20	25,1±2,5	51,0	1278	—
2	РК-С	6,6		25,4±1,6	54,4	1382	2,30
3	Р4	8,8		25,8±2,1	56,1	1449	2,39
4	Р8	12,6		26,8±1,6	75,7	2033	1,64
5	Р12	16,4		38,1±2,4 <sup>1-4</sup>	91,1	3469	1,31
3	Р4	8,8	17	22,4±1,0	60,0	1345	2,39
4	Р8	12,6		23,5±1,0	62,5	1470	2,35
5	Р12	16,4		25,2±2,3	67,5	1701	2,31
6	Эквизо	2,5		18,0±1,0	61,3	1104	3,50
7	Э4	5,7		18,7±1,0	58,8	1100	3,14
8	Э8	9,8	20	18,8±1,1	64,7	1216	3,28
9	Э12	13,6		24,8±1,7 <sup>6-8</sup>	63,2	1570	2,09
10	ЭМ4	6,4		18,9±1,1	60,6	1145	2,54
11	ЭМ8	10,3		21,7±1,3	69,5	1512	1,74
12	ЭМ12	14,2		24,4±1,6 <sup>10-11</sup>	77,1	1878	1,83
<i>2-й опыт</i>							
13	Р9	13,7	20	45,5±2,6 <sup>14-17</sup>	85,0	3872	—
14	Р12	16,0		36,0±1,7	83,0	2996	—
15	Р15	18,0		35,7±1,6	83,0	2965	—
16	Р18	19,6		36,6±3,0	78,0	2855	—
17	Р21	21,2		32,3±2,1	82,0	2642	—

Примечание. Цифрами справа сверху обозначены варианты, различия с которыми достоверны.

лее высокий темп роста был у личинок, получавших корма с наиболее высоким содержанием липидов (13,6 и 14,2 %).

Во 2-м опыте наивысшие показатели средней массы личинок и выживаемости получены при добавлении в корм 9 % жира и суммарном содержании липидов 13,7 %. В вариантах с более высоким уровнем липидов (от 16 до 21,2 %) средняя масса личинок оказалась достоверно ниже, но выживаемость уменьшалась незначительно и оставалась достаточно высокой. Необходимо отметить, что при использовании кормов, существенно различающихся по содержанию липидов (от 16 до 21,2 %), полученные хорошие и в то же время близ-

кие результаты по темпу роста и выживаемости личинок и лишь в варианте с наиболее высоколипидным кормом наблюдалась тенденция к снижению эффективности подрашивания. На основании результатов 2 опытов в совокупности можно сделать вывод, что оптимальный уровень липидов в стартовых кормах для личинок пеляди близок к 14 %. Отклонение от этого значения в меньшую сторону при относительно высокой температуре выращивания (20 °С) обуславливает заметное уменьшение темпа роста личинок и их выживаемости, но при более низкой температуре (17 °С) эти показатели снижаются менее значительно. Отсюда следует, что вопрос об

оптимальном уровне липидов в корме нельзя рассматривать в отрыве от температуры воды, при которой будут выращиваться личинки. Иными словами, при более низкой температуре воды можно использовать низколипидные корма, что выгодно с точки зрения сохранения их качества. Липиды, входящие в состав стартовых комбикормов, содержат большое количество ненасыщенных жирных кислот, которые в процессе хранения легко подвергаются порче и становятся токсичными. Поэтому чем ниже содержание липидов в корме, тем больше шансов сохранить его питательную ценность.

Высокая температура воды стимулирует обмен веществ и двигательную активность личинок, что требует соответствующего более высокого энергетического обеспечения. Естественный корм, в частности зоопланктон, не является исключением при оценке его питательной ценности для личинок рыб. Низкое содержание липидов в зоопланктоне, который был использован нами, не позволило достичь хороших результатов при подращивании личинок. Ранее нами было показано [14], что выживаемость личинок пеляди, питающихся зоопланктоном, при повышении температуры воды резко снижается.

### Заключение

Повышение уровня липидов в стартовых комбикормах до определенного значения (~14 %) вызывает ускорение роста личинок пеляди и повышение их выживаемости.

Температура воды оказывает существенное влияние на эффективность утилизации стартовых комбикормов. Рост личинок при повышении содержания липидов в корме увеличивается интенсивнее при

более высокой температуре (20 °С), нежели при более низкой (17 °С).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гамыгин Е. А., Лысенко В. Я., Скляр В. Я., Турецкий В. И. Комбикорма для рыб: производство и методы кормления.— М.: Агропромиздат, 1989.— 2. Головачев С. А. Нормирование содержания полиненасыщенных жирных кислот в искусственных кормах.— В сб.: Биология водоемов Западного Урала. Пермь, 1985, с. 158—167.— 3. Канидьева А. Н., Гамыгин Я. Н., Боева Г. М., Милославская Е. А. Теория и практика использования искусственных кормов в аквакультуре рыб.— В сб.: Аквакультура в СССР и США. Материалы советско-американского симпозиума по аквакультуре. М.: ОНТИ ВНИРО, 1985, с. 196.— 4. Князева Л. М. Итоги и перспективы выращивания и кормления сиговых в условиях индустриального рыбоводства.— Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. Л., 1988, вып. 275, с. 26—37.— 5. Остроумова И. Н., Турецкий В. И., Иванов Д. И. и др. Корм для молоди рыб.— Авт. свид. № 961176, 1982.— 6. Петухова Е. А., Бессарабова Р. Ф., Халенкова Л. Д., Антонова О. Л. Зоотехнический анализ кормов.— М.: ВО Агропромиздат, 1989.— 7. Пономарев С. В., Сарычева И. К., Алексеев С. М., Патокина Е. В. Потребность молоди пеляди в незаменимых жирных кислотах при использовании искусственных стартовых комбикормов.— Сб. науч. тр. ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва, М. 1985, вып. 46, с. 153—164.— 8. Пономарев С. В., Алексеев С. М., Лотош С. Л., Климов А. В. Жирные кислоты и жирорастворимые витамины в искусственных комбикормах для личинок сиговых рыб.— Сб. науч. тр. ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва, М., 1987, вып. 52, с. 48—55.— 9. Пономарев С. В., Канидьева А. Н. Полноценный стартовый корм — ведущий фактор индустриального выращивания молоди сиговых рыб.— Сб. науч. тр. ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва. М., 1988, вып. 55, с. 141—148.— 10. Пономарев С. В., Канидьева А. Н., Слободяникова Л. С., Латышев В. К. Ферментативный гидролиз рыбной муки как способ совершенствования стартового корма для ранней

молоди сиговых рыб.— Сб. науч. тр. ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва, М., 1988, вып. 53, с. 121—130.— 11. Пономарев С. В., Климов А. В., Тонкокова Е. Н. Развитие и рост молоди сиговых рыб в раннем онтогенезе при использовании стартового искусственного корма.— 4-я Всес. конф. по раннему онтогенезу рыб (Мурманск, 28—30 сент. 1988), ч. 2. М., 1988, с. 60—62.— 12. Пономарев С. В., Климов А. В., Новосельцева А. И. Влияние некоторых факторов водной среды на рост молоди сиговых рыб.— Сб. науч. тр. ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1989, № 46, с. 110—113.— 13. Раденко В. Н., Те-

рентьев П. В. Подрачиванием личинок можно управлять.— Рыбоводство и рыболовство, М., 1984, № 4, с. 2—5.— 14. Раденко В. Н., Терентьев П. В., Радищева О. Л. Биологическое обоснование температурного режима при заводском подрачивании личинок пеляди.— С.-х. биология, 1988, № 3, с. 35—42. 15. Dabrowski K., Charlon N., Bergot P., Kaushik S.— Aquaculture, 1984, vol. 41, N 1, p. 11—20.— 16. Folch J., Lees M., Stanley G. H. C.— J. Biol. Chem., 1957, vol. 226, p. 497—509.—

Статья поступила 22 ноября 1991 г.

### SUMMARY

The effect of level of lipids (from 2.5 to 21 %) in starting all-mash on growth and survival of *Coregonus peled* (Gmelin) larvae was studied. It has been found that with higher fat content in the feed the larvae grow more rapidly and their survival gets higher. The best results have been obtained with using feeds containing 13.7 % of lipids. The water temperature produces considerable effect on the efficiency of utilization of starting all-mash.