

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК: 639.311.3

**ВЫРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК НЕЛЬМЫ *STENODUS LEUCICHTHYS NELMA*
(SALMONIFORMES: COREGONIDAE)
НА ЖИВЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ**

© 2015 г. А. А. Лютиков

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства,
Санкт-Петербург, 199053
E-mail: tokmo@mail.ru

Поступила в редакцию 16.12.2014 г.

Исследовано влияние различных искусственных и живых (науплиусы артемии) кормов и их сочетания на рост, выживаемость и физиологическое состояние личинок нельмы *Stenodus leucichthys nelma*. Наличие в рационе науплиусов артемии в течение первых 10 сут. выращивания ускоряет темп роста ранней молоди в 2,0–2,5 раза по сравнению с молодью, получавшей только искусственные корма. В дальнейшем темп роста нельмы на артемии и искусственных кормах выравнивается, что, вероятно, связано с развитием пищеварительной системы личинок и повышением температуры воды, обеспечивающей более полное расщепление и усвоение компонентов корма, особенно искусственного. Лучшие биологические показатели молоди были получены при кормлении с первых дней науплиусами артемии в сочетании с искусственным кормом. Такой подход позволяет взаимоккомпенсировать каждый из кормов недостающими элементами, обеспечивает раннее приучение особей к сухим кормам и делает возможным более успешный дальнейший перевод молоди только на искусственные корма.

Ключевые слова: личинки нельмы, *Stenodus leucichthys nelma*, кормление, науплиусы артемии, искусственные корма.

ВВЕДЕНИЕ

Нельма *Stenodus leucichthys nelma* — ценный и самый крупный представитель семейства сиговых, единственный хищник в этом семействе. В настоящее время из-за нерационального промысла, антропогенной нагрузки и ухудшения условий нагула и нереста наблюдается повсеместное сокращение численности естественных популяций нельмы, а на территории северо-запада России этот вид внесен в Красную книгу (2001).

Восстановление численности нельмы только за счет естественного воспроизводства уже невозможно, поэтому необходимо применять методы искусственного воспроизводства, среди которых наиболее перспективными выступают индустриальные технологии (Костюничев и др., 1997;

Костюничев, 2010; Лютиков, 2014а). Суть индустриального метода заключается в выращивании молоди в лотках и бассейнах при высокой плотности посадки с применением искусственных кормов.

Хищный характер питания, а также некоторые биологические и физиологические особенности нельмы требуют отличного от других сиговых подхода к ее выращиванию в индустриальных условиях.

Анализ литературы показывает, что у личинок нельмы, как и у ее ближайшей родственницы — белорыбицы *Stenodus leucichthys leucichthys*, к моменту перехода на смешанное питание (в возрасте 2–3 сут. при температуре 5–7°C) уже имеется зачаток желудка (Богданова, 1977; Федорова, Джуматова, 2012). У белорыбицы подобная

дифференциация отделов кишечной трубки сопровождается повышением активности протеолитических ферментов (Пономарева, 2005; Волкова, 2010). По мнению некоторых авторов, раннее развитие желудка у нельмы может быть связано с ее ранним переходом на хищничество (Богданова, 1977). У других сиговых рода *Coregonus* формирование желудка происходит значительно позже, на 15–22-е сут. после вылупления в температурном диапазоне от 11 до 18°C (Ковалев, 1962; Богданова, 1980, 1981; Коровина, 1981; Князева и др., 1984; Костюничев, 1986).

Подобные особенности развития пищеварительной системы необходимо учитывать при выборе методики кормления и состава корма, которые на данный момент до конца не разработаны. Использование только сухих искусственных кормов при подращивании рыбы на старте по сравнению с живыми кормами вызывает увеличение смертности и торможение роста и развития молоди вследствие изменений химического статуса организма (Михайлова, 2001; Волкова, 2010). Низкие рыбоводные показатели при кормлении нельмы искусственными сухими кормами западных фирм с первых дней жизни были отмечены и в наших опытах. Выживаемость нельмы с начала экзогенного питания до мальковой стадии в разные годы составляла от 43 до 67% (Лютиков, 2012, 2014б). Однако в литературе имеются сведения о выращивании нельмы в бассейнах на искусственных кормах, при использовании которых ее выживаемость на мальковой стадии равнялась 85% (Костюничев и др., 1997). В этих опытах применялись сухие корма ЛС-81 и МС-84, разработанные сотрудниками ГосНИОРХ (Князева, 1988), в состав которых входили высокобелковые продукты микробиосинтеза и их ферментоллизаты. В настоящее время такие корма не производятся.

Хорошие результаты при разведении предличинок белорыбицы также были получены на кормах, в составе которых содержались продукты гидролиза рыбной муки (Пономарев, Пономарева, 2003). После 40

сут. выращивания в одном из вариантов опыта удалось получить личинок средней массой 150,1 мг при выживаемости 98,2%. Для сравнения: использование кормов без гидролизата позволило получить молодь массой 16,3 мг при выживаемости 15,8%.

Помимо искусственных кормов в качестве пищи для ранней молоди белорыбицы применялись живые организмы (зоопланктон, науплиусы артемии, измельченные олигохеты). Их использование значительно увеличивало темп роста и выживаемость личинок (Белявская, 1953; Летичевский, 1966), а также благоприятно отражалось на физиологическом состоянии ранней молоди белорыбицы (Михайлова, 2001). Это говорит о важнейшей роли живого корма в питании рыб на ранних этапах онтогенеза, однако сбор и сохранение зоопланктона, отбор наиболее мелких форм, доступных для питания личинок, приготовление корма из олигохет и т.д. являются кропотливой и трудоемкой работой.

Для обеспечения нормального роста молоди белорыбицы и нельмы в ранний постэмбриональный период в индустриальном рыбоводстве необходимы использование современных кормовых источников, а также разработка новых методик кормления, которые бы максимально удовлетворяли пищевым потребностям. В связи с этим цель настоящей работы — изучить влияние различных сухих и живых (науплиусы артемии) кормов и их сочетания на рост, выживаемость и физиологическое состояние личинок нельмы; определить наиболее подходящую методику кормления с использованием в рационе живого корма и осуществить дальнейший успешный перевод молоди полностью на искусственные корма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Опыты проводили на рыбоводном хозяйстве ООО «Форват» (Ленинградская обл.) с 12 мая по 24 июня 2013 г. Объектом исследований служили предличинки нельмы в возрасте 2 сут., которые на момент нача-

ла эксперимента находились на эндогенном питании. Средняя длина предличинок в фиксированном состоянии составляла 14,2 мм, масса — 14,3 мг.

Молодь выращивали в экспериментальных бассейнах размером 1,0×1,0 м с уровнем воды 40 см. Начальная плотность посадки в каждом бассейне составляла 10 тыс. экз. В качестве корма использовали искусственные экструдированные корма различных зарубежных производителей в виде микрогранул, а также живые корма — свежесклевывавшихся науплиусов артемии. Биохимические показатели кормов приведены в табл. 1.

Эксперимент проводили в два этапа. На первом этапе молодь нельмы выращивали в пяти вариантах с применением живых (свежесклевывавшихся науплиусов артемии) и различных сухих искусственных кормов, а также их сочетаний. В варианте № 1 личинки с первых дней опыта получали живой корм, в № 2 — сочетание науплиусов артемии и искусственного корма Biomar larviva wean-ex («Biomar Group», Дания). В последующих

вариантах использовали только сухие искусственные корма: вариант № 3 — Biomar larviva wean-ex; № 4, 5 — Aller futura larvae ex и Aller artex («Aller Aqua», Дания), в состав последнего входит экстракт из цист артемии. Продолжительность первого этапа составляла 30 сут., температурный режим в это время находился в диапазоне от 7,7 до 16,7°С, в среднем — 12,4°С.

На втором этапе молодь с живого корма (вариант № 1) и смешанного кормления (вариант № 2) переводили на сухие искусственные корма. Для этого личинок из варианта № 1 разделили на две группы: в одной из них (вариант № 6) молоди в течение первой недели помимо артемии стали добавлять искусственный корм Biomar, а начиная со второй недели оставили только сухой корм. В другом варианте (№ 7) молодь сразу перевели на искусственный корм. Личинок из варианта № 2 также с начала второго этапа стали кормить только сухим кормом (вариант № 8). Опыт по переводу нельмы с живого на искусственный корм составил 14 сут., температура воды в этот период находи-

Таблица 1. Биохимический состав используемых в опыте искусственных кормов (по данным фирм-производителей) и науплиусов артемии (собственные данные)

Показатель, %	Науплиусы артемии (в сухом веществе)	Biomar larviva wean-ex	Aller futura larvae ex	Aller artex
Белок общий	64	65	64	50
Жир общий	12,2	11	9	15
Углеводы (безазотистые экстрактивные вещества)	-	11	6	22
Клетчатка	-	0,2	0,5	2
Зола	9,5	10,9	13	8
Фосфор	-	1,6	1,5	1
Кальций	-	1,9	1,9	-
Натрий	-	0,8	0,6	-
Витамины:				
А, МЕ/кг	26540	8700	10000	25000
D3, МЕ/кг	-	1700	1000	3000
Е, мкг/г	630	800	400	250
С, мкг/г	275	1100	-	750

Таблица 2. График проведения эксперимента по выращиванию нельмы на различных кормах

Этап и дата опыта	Опыт №	Состав корма
I 12 мая — 10 июня	1	Артемия
	2	Артемия+Биомар
	3	Биомар
	4	Aller futura
	5	Aller artex
II 11—17 июня	6	Артемия+Биомар
	7	Биомар
	8	
	3	
	4	Aller futura
5	Aller artex	
II 18—24 июня	6	Биомар
	7	
	8	
	3	Опыт завершен 20 июня
	4	
5	Опыт завершен 17 июня	

лась в диапазоне 16,4–17,4°С при среднем значении 16,7°С.

Необходимо отметить, что на втором этапе эксперимента с естественным повышением температуры воды в водоеме и развитием в нем зоопланктона в пищевом комке молоди стали попадаться отдельные экземпляры зоопланктеров, которые составляли не более 1% содержимого желудочно-кишечного тракта нельмы. Исключение составили особи, не перешедшие на питание искусственными кормами, доля зоопланктона в их рационе была существенно выше.

Нельму из вариантов № 3–5 по окончании первого этапа эксперимента продолжали кормить теми же сухими кормами в течение 10 сут. (до 20 июня).

На протяжении всего эксперимента содержание кислорода в среднем составляло 8,7 мг/л, рН воды 6,9. Этапность проведения опытов представлена в табл. 2.

Нормы кормления в первые две недели выращивания составляли 10% от массы личинок. По мере роста рыбы нормирование корма рассчитывали в соответствии с массой молоди и температурным режимом, руководствуясь при этом методическими указаниями по выращиванию сиговых рыб (Костюничев и др., 2005). Для живого корма суточный рацион рассчитывали по сухой массе. Кормление осуществляли вручную с 7 до 23 ч с интервалом в 1 ч. При комбинированном кормлении сначала давали живой корм, затем искусственный в равных соотношениях суточных норм.

Пробы личинок для дальнейшего морфометрического анализа фиксировали 2%-ным раствором формальдегида. Для характеристики интенсивности роста молоди в различных вариантах рассчитывали среднюю суточную скорость роста по уравнению Винберга (1956). Индексы наполнения кишечника и интенсивность питания у молоди массой от 80 мг вычисляли по фактической массе пищевого комка, у более ранней молоди ввиду незначительного веса пищи в кишечной трубке при определении этих показателей использовали реконструкцию массы по методике Барановой (1985). Число исследованной молоди — не менее 25 экз. в каждой пробе.

Биохимические показатели определяли по стандартным методикам (Бурштейн, 1963; Инструкция ..., 1984), содержание витамина С в теле рыб — методом титрования экстракта витамина в соляной кислоте реактивом Тильманса (Князева, 1979). Для биохимического анализа использовали по пять совокупных проб личинок, средние массы которых в различных вариантах опыта в момент отбора равнялись от 145 до 195 мг, число личинок в каждой пробе составляло от 339 до 529 экз. Пробы для биохимического анализа отбирали на завершающем этапе личиночного развития. Этапы развития нельмы устанавливали по Смольянову (1957).

Статистическую обработку собранного материала проводили в соответствии

с принятыми методами (Лакин, 1980). Для проведения статистического анализа полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выращивание нельмы на живых и искусственных кормах (этап I)

Выращивание нельмы на науплиусах артемии (вариант № 1), а также в сочетании живого корма с искусственным (вариант № 2) позволило существенно увеличить темп роста молоди. Уже по итогам первой декады суточные приросты личинок, подращиваемых с применением живого корма, составили 5,8–6,7% против 2,3–3,3% в вариантах опыта с использованием только сухих кормов (табл. 3).

Следует отметить, что использование монорациона из артемии (№ 1) не выявило заметного преимущества перед комбинированной методикой кормления (№ 2). Исключением явились первые 10 сут. эксперимента, по итогам которых рост нельмы из варианта № 1 опережал по массе молодь из варианта № 2 на 8,4%. В дальнейшем достоверных отличий (для $p \leq 0,05$) по этому показателю отмечено не было: конечная масса нельмы, выращенной на живом корме (№ 1) и на сочетании живого и искусственного (№ 2), была сходной – 161,3 и 164,2 мг.

При использовании искусственных кормов Biomar (№ 3) и Aller futura (№ 4) масса личинок после 30 сут. выращивания не имела достоверных различий (для $p \leq 0,05$) и составляла соответственно 84,0 и 79,3 мг (табл. 3). Молодь, получавшая в эксперименте корм Aller artex, уже к середине опыта существенно уступала в росте нельме из других вариантов, а к концу наблюдений и вовсе перестала питаться.

Среди искусственных кормов по итогам 40 сут. выращивания лучшие результаты были получены в опыте с Biomar: конечная масса молоди на этом корме достигла 194,5 мг против 144,4 мг массы личинок

на корме Aller future. Тенденция к более интенсивному росту на корме Biomar проявилась на третьей декаде опыта при средней температуре 15,6°C и существенно возросла при прогреве воды до 17,0°C (суточный прирост 8,4% против 6,0% на корме Aller future). Вероятно, эти температуры находятся в зоне оптимума для молоди нельмы, при котором в наибольшей степени проявляется эффект от биологически активных компонентов корма (Остроумова, 1988). Именно в этой зоне температур опытная рыба более заметно опережает контрольную по росту. При температурах ниже оптимальных величин показатели роста рыб в контроле и опыте сближаются, что было отмечено в нашем эксперименте при сравнении искусственных кормов Biomar и Aller Futura.

Причины, по которым искусственные или живые корма влияют на рост ранней молоди нельмы, по нашему мнению, определяются температурным режимом и стадией личиночного развития, характеризующей функциональность пищеварительной системы молоди на отдельно взятом этапе. Так, в первые 10 сут. выращивания при сравнительно низкой температуре воды (9,4°C) максимальный суточный прирост наблюдался у молоди, получавшей только науплиусы артемии (№ 1). Этот факт может указывать на большее соответствие живого корма биологическим потребностям предличинок нельмы относительно испытываемых искусственных кормов, использование которых не способствует быстрому росту на старте. Это происходит из-за неготовности пищеварительной системы переваривать и усваивать компоненты сухого корма в полной мере, особенно при низких температурах. Возможно, что и сам искусственный корм не вызывает у предличинок такого интереса, как живые организмы.

На второй и третьей декадах темп роста нельмы на артемии и искусственных кормах был примерно равным (табл. 3). Максимальный прирост наблюдался в опыте, где использовали сочетание сухого и живого корма (№ 2). Это, по всей вероятности, свя-

Таблица 3. Рост личинок нельмы *Stenodus leucichthys nelma* на искусственных и живых кормах

Тип корма (опыт №)	Дата / температура воды, °С											
	12.05 / 7,7		21.05 / 10,9		31.05 / 13,7		10.06 / 16,9		20.06 / 16,2			
	Масса личинок, мг	CV	СП, %	Масса личинок, мг	CV	СП, %	Масса личинок, мг	CV	СП, %	Масса личинок, мг	CV	СП, %
Артемия (1)	14,3±0,2 11,5–16,5	28,0±0,5 20,0–38,1	6,7	66,7±2,2 ^b 33,0–83,5	18,9	8,9	161,3±4,1 ^b 101,0–219,0	15,7	8,8	Опыт продолжен: перевод молоди на искусственный корм, обсуждение ниже		
Артемия + Биомар (2)	25,6±0,4 20,0–29,0	8,8	5,8	71,8±2,2 ^b 43,0–89,0	17,6	10,3	164,2±4,7 ^b 110,0–203,0	14,6	8,3			
Биомар (3)	18,4±0,2 ^a 12,4–23,0	12,5	2,5	42,0±0,9 ^a 31,4–55,8	13,0	8,2	84,0±4,5 ^a 48,0–132,5	27,4	6,9	194,5±9,3 102,0–338,0	30,3	8,4
Aller futura (4)	19,9±0,3 14,0–25,5	11,1	3,3	42,4±1,2 ^a 24,0–54,0	15,7	7,6	79,3±2,6 ^a 42,3–107,0	18,4	6,3	144,4±5,0 88,0–202,0	19,1	6,0
Aller artex (5)	17,9±0,5 ^a 11,0–23,0	17,5	2,3	33,0±1,2 20,0–46,0	20,9	6,1	29,0±1,5 18,3–47,0	24,9	-1,3	Опыт завершен		

Примечание. Над чертой — среднее значение и его ошибка, под чертой — пределы варьирования признака; CV — коэффициент вариации; СП — суточный прирост; ^{a, b} различия недостоверны при $p \leq 0,05$ при сравнении вариантов в один временной период. Выживаемость во всех вариантах опыта: на 10.06—85%, на 20.06 в варианте опыта № 3—67, № 4—60%.

зано с развитием пищеварительной системы и увеличением ферментативной активности личинок, что позволяет лучше расщеплять и усваивать компоненты корма, особенно искусственного. Помимо этого естественное повышение температуры воды способствует ускорению химических реакций и синтетических процессов в организме, обеспечивающих его рост.

Помимо вышеперечисленных факторов на рост ранней молоди нельмы, безусловно, влияет и биохимический состав кормов. Схожие результаты выращивания на искусственных кормах *Biomar larviva wean-eh* и *Aller futura larvae ex* могут быть обусловлены приблизительно равным сочетанием в них основных компонентов (табл. 1), в то время как *Aller artex* существенно отличается от остальных кормов меньшим содержанием белка и большим количеством жира и углеводов.

Биохимический состав науплиусов артемии по содержанию белка и жира достаточно близок к искусственным кормам *Biomar larviva wean-eh* и *Aller futura larvae ex*, однако количество витамина А в нем в 2,5–3,0 раза выше, чем в искусственных кормах. Функции этого витамина многообразны: он участвует в обмене веществ в организме рыбы, влияет на процессы роста и скелетообразования (Остроумова, 2012). Вероятно, в том числе и по этой причине молодь нельмы, имевшая в рационе живой корм, характеризовалась наиболее быстрым ростом в эксперименте.

Личиночное развитие и выживаемость нельмы

По итогам первых 10 сут. выращивания вся нельма в эксперименте перешла на II этап личиночного развития: остаток желточного мешка рассосался, питание стало экзогенным. Дальнейшее развитие личинок было сопряжено со скоростью роста. Так, в конце второй декады в вариантах с использованием науплиусов артемии были отмечены экземпляр с наполненным газом плавательным пузырем (IV этап личиночного развития). Причем у нельмы, получавшей только артемию, плавательный пузырь был отмечен

у 9% особей, а у личинок, в составе пищи имевших сочетание артемии и искусственного корма, — 22%. Остальные личинки в этих группах, как и вся молодь в вариантах с искусственными кормами, имели признаки, соответствующие III этапу личиночного развития: хвостовой плавник принимал трехлопастную форму, в спинном и анальном плавниках появлялись мезенхимные лучи.

В конце третьей декады нельма, выращиваемая с применением живого корма, находилась на завершающем этапе личиночного развития (V этап), характеризующемся появлением в перитонеуме серебристого пигмента гуанина и формированием гомоцеркального хвостового плавника. На искусственных кормах развитие нельмы проходило менее интенсивно, чем на живом корме, что сопряжено с относительно медленным ее ростом. После 30 сут. выращивания в варианте № 3 (*Biomar*) на завершающем личиночном этапе находилось 27% личинок, в то же время на III этапе развития оставалось 23% молоди. При использовании корма *Aller Future* (№ 4) развитие нельмы проходило более синхронно: подавляющее большинство молоди, 85%, находилось на IV этапе личиночного развития, 15% оставалось на III этапе.

Личинки, получавшие корм *Aller Artex* (№ 3), на третьей декаде опыта практически переставали питаться и опускались на дно. Визуально определить причину смертности не удалось, исследование погибшей молоди под биноклем показало отсутствие корма в кишечнике и не наполненный плавательный пузырь. Возможно, как отмечалось выше, компоненты этого корма и их соотношение в нем не отвечают пищевым потребностям личинок нельмы.

О несоответствии, в частности, белкового и липидного состава одного из искусственных комбикормов при выращивании личинок белорыбицы указывала Михайлова (2001). Автор отмечала, что один из кормов, используемых ими в опыте, вызывает изменения химического статуса молоди, приводящие к значительному снижению накопления органических и минеральных веществ.

Таким образом, корм Aller Artex может быть не пригоден для выращивания ранней молоди нельмы. В то же время в литературе есть сведения о положительном опыте использования этого корма на других видах рыб (Piotrovska et al., 2013).

Выживаемость нельмы в эксперименте по прошествии первого месяца была достаточно высокой и составляла около 85% во всех вариантах. Ранее мы отмечали (Лютиков, 2012), что использование сухих кормов увеличивало смертность молоди после наполнения газом плавательного пузыря, однако кормление личинок живыми кормами позволило избежать высокой смертности на данном этапе. В то же время дальнейшее кормление молоди искусственными кормами в вариантах № 3, 4 подтвердило результаты наблюдений прошлых лет — на последней личиночной стадии (возраст 40 сут.) выживаемость в этих вариантах опыта сократилась до 67 и 60% соответственно.

Перевод нельмы с живого на искусственные корма (этап 2)

При переводе молоди нельмы с живого на искусственный корм заметное преимущество в росте и выживаемости (таб. 4) имели личинки, которые с самого начала получали сочетание живого и искусственного корма (Biomar), а с 11 июня были полностью

переведены на Biomar (вариант № 8). Такая молодь превосходила по массе сверстников из других вариантов опыта по итогам первой недели (11–17 июня) в среднем на 26%, а по итогам второй — на 37%.

В вариантах № 6 (поэтапный перевод с живого на искусственный корм) и № 7 (единовременное замещение живого корма искусственным) достоверных отличий по массе ($p \leq 0,05$) обнаружено не было. Постепенное исключение из рациона живого корма, не отразившись на росте, сопровождалось более высокой выживаемостью (64%), нежели резкое прекращение его подачи (53%).

Сокращение артемии в рационе (№ 6) или ее полное исключение (№ 7) снижало скорость роста молоди в среднем на 23%. В дальнейшем темп роста восстанавливался до прежнего уровня, т.е. до момента перевода на искусственные корма. Это может быть связано с разреживанием плотности посадки, вызванной повышенной смертностью нельмы. Так, в течение первой половины опыта (с 11 по 17 июня) наблюдалось увеличение смертности с начала недели до ее окончания: в варианте № 6 — с 60 до 150 экз/сут., в варианте № 7 — с 80 до 190 экз/сут. соответственно. Во второй половине опыта элиминация в обоих вариантах заметно снизилась.

Таблица 4. Рост и выживаемость нельмы при переводе с живого на искусственный корм

Опыт, №	Дата / температура воды, °C						Выживаемость, %	
	11.06 / 16,7	17.06 / 16,7		24.06 / 17,2				
	Масса личинок, мг		CV	СП, %	Масса личинок, мг		CV	СП, %
6	$161,3 \pm 4,1^a$ 101,0–219,0	$252,5 \pm 9,2^a$ 149,0–355,0	22,1	6,4	$449,1 \pm 25,2^a$ 184,0–728,0	30,7	8,2	64
7		$265,4 \pm 19,2^a$ 127,0–468,0	38,2	7,1	$494,5 \pm 32,6^a$ 194,0–878,0	35,5	8,9	53
8	$164,2 \pm 4,7^a$ 110,0–203,0	$350,0 \pm 15,2$ 223,0–515,0	24,6	10,8	$745,6 \pm 35,2$ 348,0–1106,0	26,3	10,8	78

Примечание. ^a Достоверные различия отсутствуют при $p \leq 0,05$ при сравнении вариантов в один временной период, остальные обозначения см. в табл. 3.

Примечательно, что единовременное исключение артемии из рациона (№ 7) приводило к более быстрому росту рыбы, чем при поэтапном сокращении живого корма (№ 6). В то же время не вся нельма начинала активно потреблять искусственный корм после прекращения подачи живого, что приводило к появлению лидеров и отстающих и, как следствие, вело к увеличению вариабельности весовых показателей. Схожая ситуация наблюдалась в варианте № 6 при полном переводе молоди на искусственную пищу.

Напротив, исключение артемии из рациона в варианте опыта с комбинированным кормлением (№ 8) способствовало увеличению прироста на 23%. Смертность в течение первой недели перевода на сухой корм снижалась от 35 до 20 экз/сут., на второй неделе смертность была незначительной. Кроме того, вариабельность массы личинок в этом варианте опыта была наименьшей в эксперименте (табл. 4).

Ускорение роста нельмы после прекращения подачи живого корма в варианте № 8 может говорить о некотором ограничении с возрастом у личинок положительного эффекта от науплиусов артемии. Мы связываем снижение эффективности использования артемии с ее возможной пищевой неполноценностью (Остроумова, 2014) и мелкими размерами, которые не вызывают должного интереса у молоди на поздних этапах личиночного развития и требуют большой двигательной активности от хищника. В свою очередь использование искусственных кормов уже на стадии функционирования желудка у личинок нельмы ведет к более быстрому набору массы.

Снижение эффекта от длительного кормления подращенных личинок белорыбicy зоопланктоном также отмечал Летичевский (1966). Автор рекомендовал использовать зоопланктон (мелкие его формы) в качестве корма только в первую неделю жизни личинок, а затем переходить на более крупный корм.

Как видно из результатов эксперимента, при переводе нельмы с артемии

на искусственный корм наилучшие результаты были получены в варианте опыта № 8: молодь оказалась наиболее жизнестойкой. Исключение живого корма из рациона в этой группе меньше всего отразилось на выживаемости и не сказалось отрицательно на росте молоди.

Наполняемость кишечника личинок нельмы при получении различных кормов

Наличие корма в кишечниках личинок было отмечено с первых дней эксперимента, а его количество на протяжении первой декады наблюдений во всех опытных вариантах находилось в пределах 0,1–0,2 мг, индексы наполнения при этом колебались от 55 до 95⁰/₀₀₀ (табл. 5). В дальнейшем с повышением температуры наполняемость кишечника увеличилась.

На второй декаде опыта при использовании только искусственных кормов индексы наполнения кишечника у личинок были достаточно равными, за исключением варианта № 5, в котором нельма на определенном этапе перестала питаться. По итогам третьей декады относительно высокой наполненностью желудочно-кишечного тракта характеризовалась молодь, выращенная на корме Биомар (№ 3), что положительно отразилось на рыбоводных показателях личинок в этом варианте (табл. 5).

У личинок, имевших в рационе живые корма, масса пищевого комка на второй декаде опыта была выше в варианте, где кормление осуществляли смесью живых кормов с сухими (№ 2). На завершающем этапе опыта масса пищи в кишечниках личинок из вариантов № 1 и 2 была практически равной, что может объясняться различной массой науплиусов артемии и гранул искусственного корма. Еще одной причиной, определяющей весовые характеристики пищевого комка, является индивидуальная избираемость личинками того или иного корма в варианте № 2, что требует отдельного обсуждения.

В первые дни нельма, получавшая живой и сухой корм, в подавляющем боль-

Таблица 5. Наполняемость кишечника личинок нельмы, получавших различные корма

Тип корма (опыт №)	Дата / температура воды, °С								
	21.05 / 10,9			31.05 / 13,7			10.06 / 16,9		
	Масса, мг		ИНК, ‰	Масса, мг		ИНК, ‰	Масса, мг		ИНК, ‰
	ли- чинки	пищевो- го комка		ли- чинки	пищевого комка		ли- чинки	пищевого комка	
Артемия (1)	28,0	0,1–0,2	60–90	61,4	0,6	93,6	151,8	1,7	114,2
Артемия + Biomar (2)	25,6	0,1–0,2	60–90	68,1	1,1	165,4	157,8	1,6	97,1
Biomar (3)	18,4	0,1–0,2	60–90	40,8	0,8	197,4	89,2	0,7	125,8
Aller futura (4)	19,9	0,1–0,2	60–90	40,8	0,8	205,7	79,2	0,5	100,2
Aller artex (5)	17,9	0,1–0,2	60–90	30,3	0,6	197,0	Не питается		

Примечание. ИНК — индекс наполняемости кишечника; масса личинок на 12.05 при температуре воды 7,7°С — 14, 3 мг.

шинстве питалась только артемией. Лишь у 6% личинок в кишечниках помимо артемии отмечено небольшое количество сухого корма (табл. 6). В последующие 10 сут. эксперимента в варианте с комбинированным кормлением (№ 2) молодь стала более активно потреблять искусственный корм, его объем в пищевом комке возрос до 45%, а количество потребляющей его молоди — до 76% (табл. 6).

С дальнейшим ростом количество науплиусов артемии в пищевом комке у нельмы продолжало сокращаться, а сухого корма, напротив, увеличиваться. По итогам заключительной декады первого этапа эксперимента доля сухого корма в потребленной пище возросла до 85%, а количество личинок, перешедших на питание исключительно сухим кормом, составило 76%. Темп роста молоди при этом также увеличился и превосходил среднесуточную скорость роста личинок, потребляющих только артемию (табл. 5).

Снижение роли науплиусов артемии в питании подрощенной (от 100 мг) молоди нельмы, как отмечалось выше, может заключаться в небольших размерах рачков в отличие от более крупных гранул искусственно-

го корма, размеры которого увеличивались по мере роста молоди.

При переводе нельмы на сухие искусственные корма, ее дальнейшее питание и рост зависели от методики перевода. Постепенное исключение артемии из рациона в варианте № 6 не лучшим образом отразилось на росте рыб, что объясняется сокращением привычного живого корма в два раза и введением в рацион искусственного. Нельма в большей степени продолжала поедать науплиусов, которые составляли до 77% пищевого комка.

В варианте № 7, где артемию полностью заменили искусственным сухим кормом, около 20% молоди продолжали питаться исключительно зоопланктоном, поступающим с водой из озера. В их желудках насчитывалось до 80–90 экземпляров босмин, что в массе составляет 1/10 пищевого комка личинок, питающихся искусственным кормом. Масса такой молоди равнялась в среднем 153,7 мг, т.е. была значительно ниже средней, а индекс наполнения кишечника не превышал 53‰. При этом масса перешедшей на питание сухим кормом молоди была 310,1 мг, а индекс наполнения кишечника — 246,8‰ (в табл. 7 представлены средние

Таблица 6. Избираемость живых и искусственных кормов, а также их соотношение в пищевом комке у личинок нельмы при комбинированном кормлении (вариант № 2)

Дата / средняя температура воды, °С	Масса личинок, мг	Этап развития	Количество личинок, потребивших корм, %			Соотношение пищевых компонентов у личинок, потребивших оба корма, %	
			Биомар	артемия	оба	Биомар	артемия
12–21.05 / 9,4	25,6	II	0	94	6	15	85
22–31.05 / 12,3	68,1	III–IV	4	20	76	45	55
01–10.06 / 15,6	157,8	V	76	4	20	85	15

величины молоди из опыта № 7). Следует отметить, что у нельмы из других вариантов эксперимента в кишечнике также был отмечен зоопланктон, однако его количество относительно пищевого комка в целом было незначительно (менее 1%).

На нежелание потреблять искусственные корма при переводе молоди сиговых рыб с живого корма указывала Князева с соавторами (1984). Анализ пищеварительного тракта личинок чира показал, что из смешанного корма они выбирали только живой. После удаления из рациона живого корма поедание искусственных кормов шло неинтенсивно, индекс наполнения кишечника при этом равнялся 9–25⁰/₀₀₀.

В наших опытах на второй неделе эксперимента последующее исключение из ра-

циона живого корма в варианте № 6 заметно снизило интенсивность потребления пищи и негативно отразилось на росте молоди. Напротив, в варианте № 7 нельма достаточно быстро адаптировалась к искусственному корму, о чем говорят относительно высокие показатели массы молоди и пищевого комка (табл. 7). Подобные результаты указывают на необходимость приучения нельмы к искусственному корму на более ранних этапах.

Таким образом, наилучшими результатами характеризовалась молодь, которую изначально выращивали на комбинированном питании, а затем полностью переводили на искусственный корм (№ 8). Нельма в этой группе быстро адаптировалась к сухому корму, его содержание в кишечнике в конце опыта было в 3,8 раза больше, чем

Таблица 7. Наполняемость кишечника личинок нельмы при переводе ее с живого на искусственные корма

Опыт №	10.06 *			11–17.06 **			18–24.06 ***		
	Масса, мг		ИНК, ‰	Масса, мг		ИНК, ‰	Масса, мг		ИНК, ‰
	личинки	пищевого комка		личинки	пищевого комка		личинки	пищевого комка	
6	151,8	1,7	114,2	260,5	7,8	291,2	456,3	2,9	62,2
7				270,1	6,2		192,6	508,0	
8	157,8	1,6	97,1	354,2	9,2	253,8	744,5	17,7	233,3

Примечание. *До перевода на искусственный корм; **. *** исключение артемии соответственно в вариантах № 7, 8 и 6. Средняя температура с 10 по 24 июня составляла 16,7°С. ИНК — индекс наполняемости кишечника.

в варианте № 6, и в 1,5 раза больше, чем в варианте № 7 (табл. 7). Хорошая поедаемость корма в варианте № 8 положительно отразилась на росте молоди, которая превосходила по массе сверстников из других вариантов в среднем на 58%.

Биохимический анализ личинок нельмы при выращивании на живых и искусственных кормах

Важным аспектом в изучении физиологической полноценности молоди рыб является исследование биохимических показателей. Результаты анализа молоди нельмы, выращенной с использованием различных кормов, указывают на однородность ее биохимического состава (табл. 8). Исключение составил вариант № 1, в котором только по белку не было достоверных различий ($p \leq 0,05$) с другими вариантами опыта, за исключением варианта № 3. Также были отмечены различия в содержании жира в теле молоди, выращенной на сухих кормах, — 3,1 и 2,1% на Biomar (№ 1) и Aller future (№ 4) соответственно, что вызвано разным содержанием этого компонента в кормах (табл. 1).

Сравнение отдельных показателей химического состава устанавливает наибольшее сходство вариантов № 1 (артемия) и № 4 (Aller future), в них различия обнаруживаются только по содержанию витамина С (табл. 8).

Содержание аскорбиновой кислоты у молоди различалось в зависимости от его

уровня в рационе и было достоверно выше в вариантах, в которых применяли только сухой корм. В сухих кормах уровень витамина С был в несколько раз выше, чем в сухом веществе артемии (табл. 1). Наименьшее количество этого витамина было отмечено у нельмы, выращенной на артемии (№ 1) — $26,0 \pm 1,5$ мкг/г, тем не менее такое количество находится в пределах нормы. По данным Дабровского (Dabrowski, 1990 — цит. по: Остроумова, 2012), дефицит витамина С для личинок сига *Coregonus lavaretus* начинает проявляться при снижении его в тканях ниже 20 мкг/г.

Молодь, получавшая в рационе как артемию, так и сухой корм (№ 2), по содержанию витамина С занимала промежуточное значение между вариантами опыта, в которых использовали монорационы из искусственных кормов и науплиусов артемии (табл. 8). Это объясняется более высоким, чем у артемии, содержанием указанного витамина в сухом корме (табл. 1) — в 3–4 раза. У молоди, выращенной на искусственных кормах, количество этого витамина в 1,7 раза больше, чем при использовании живых кормов. Это подтверждают полученные Дабровским (Dabrowski, 1990 — цит. по: Остроумова, 2012) сведения о различной динамике накопления витамина С из живых и искусственных кормов. Автор отмечал, что личинки сига в начальный период лучше усваивают витамин С из науплиусов артемии, чем из искусственного корма.

Таким образом, показатели биохимического состава нельмы, выращенной на раз-

Таблица 8. Химический состав тела личинок нельмы, выращенных на различных кормах

Тип корма (№ опыта)	Влажность, %	Содержание в сырой массе, %			
		белок	жир	зола	витамин С, мкг/г
Артемия (1)	$83,8 \pm 0,2^a$	$11,4 \pm 0,1^{a,b}$	$2,1 \pm 0,1^a$	$1,3 \pm 0,02^b$	$26,0 \pm 1,5$
Артемия + Biomar (2)	$82,5 \pm 0,1$	$11,6 \pm 0,1^b$	$2,4 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,01^a$	$32,1 \pm 1,4$
Biomar (3)	$81,9 \pm 0,1$	$11,1 \pm 0,2^a$	$3,1 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,01^a$	$45,7 \pm 2,6^a$
Aller futura (4)	$83,5 \pm 0,1^a$	$11,2 \pm 0,2^{a,b}$	$2,1 \pm 0,1^a$	$1,3 \pm 0,02^b$	$42,4 \pm 1,7^a$

Примечание. ^{a, b} Различия недостоверны при $p \leq 0,05$.

личных кормах, достаточно однородны, за исключением содержания у молоди жира и витамина С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог проведенным исследованиям по выращиванию личинок нельмы на искусственных и живых кормах, а также их сочетании, можно заключить, что использование науплиусов артемии одновременно с сухими кормами с первого дня питания является наиболее эффективной методикой выращивания. Рыба при таком кормлении характеризуется лучшими ростом и выживаемостью.

Сведения о положительном влиянии сочетания живых и искусственных кормов при выращивании ранней молоди рыб можно найти в литературе. Например, комбинированное кормление белорыбицы искусственным кормом и артемией (живой корм использовался в течение первых 10 сут.) обеспечивало максимальный ростовой эффект и выживаемость (Михайлова, 2001). Совместное использование коловраток *Rotatoria* и искусственного лососевого корма в большей степени удовлетворяет пищевым потребностям личинок сига *Coregonus lavaretus* с первых дней жизни до мальковой стадии, чем использование каждого корма в отдельности (Ahmadi et al., 2011). Выращивание ранней молоди атлантической трески *Gadus morhua* на сочетании науплиусов артемии и сухого корма значительно улучшает рост и выживаемость рыбы и снижает зависимость подращенной молоди от живой пищи в дальнейшем (Fletcher et al., 2007).

Подобные результаты говорят о благоприятном действии совместного использования живых и искусственных кормов. Такой подход позволяет взаимокompенсировать неполноценность каждого корма в отдельности. Более того, дальнейший перевод молоди только на сухие корма происходит лучше при его введении в рацион с первых дней экзотического питания личинок.

ВЫВОДЫ

1. При переходе на внешнее питание у личинок нельмы, имевших в рационе науплиусы артемии, прирост в первую декаду был в 2,0–2,5 раза выше, чем у молоди на сухих кормах датских фирм — *Biomar larviva wean-ex*, *Aller futura larvae ex* и *Aller artex*. Конечная масса такой молоди (спустя 30 сут.) оказалась в два раза выше, чем у нельмы, питавшейся искусственными кормами, несмотря на то что в последующие декады суточные приросты были близкими по значению во всех вариантах опыта как на живых кормах и их сочетании с искусственными, так и на искусственных кормах в отдельности.

2. Среди испытываемых искусственных кормов разных марок лучшие результаты (наиболее высокие темп роста и выживаемость) получены на корме *Biomar*. Худшие результаты показал корм *Aller artex*, на котором молодь нельмы существенно отставала в росте от сверстников и к середине эксперимента перестала питаться вовсе.

3. Лучшие биологические показатели молоди в ходе эксперимента (скорость роста и развития, выживаемость, меньшая вариабельность размеров) получены при использовании с первых дней питания науплиусов артемии в сочетании с сухими искусственными кормами (*Biomar*).

4. При кормлении личинок нельмы с первых дней жизни артемией в сочетании с искусственным кормом в кишечниках преобладали живые корма. Сухой корм присутствовал только у 6% начавших питаться личинок, при этом в минимальных значениях. С ростом нельмы количество науплиусов артемии в пищевом комке сокращалось, а сухого корма, напротив, увеличивалось. К концу эксперимента (возраст молоди 30 сут.) доля сухого корма в потребленной пище возросла до 85%, а количество личинок, перешедших на питание исключительно сухим кормом, составило 76%.

5. Группа молоди, получавшая с первых дней науплиусы артемии в сочетании с искусственным кормом, оказалась более

адаптирована к переходу полностью на сухие корма, чем нельма, питавшаяся только живым кормом. Около 20% последней вообще не брали искусственный корм.

6. Показатели биохимического состава нельмы, выращенной на различных кормах, достаточно однородны, исключением является содержание жира и витамина С. Уровень витамина С в теле личинок коррелировал с его уровнем в кормах. Наименьшим количеством (26,0 мкг/г) отличалась молодь, получавшая только науплиусы артемии, в сухом веществе которых содержалось значительно более низкое количество витамина (275 мкг/г), чем в искусственных кормах (750–1100 мкг/г). Количество аскорбиновой кислоты у личинок, выращенных на искусственных кормах, было в среднем 44,1 мкг/г.

7. На основании полученных результатов можно рекомендовать в качестве стартового питания для личинок нельмы сочетание свежевылупившихся науплиусов артемии с искусственным кормом *Biomar larviva wean-ex* в течение первого месяца с дальнейшим переходом полностью на сухие искусственные корма этой фирмы. Такой подход позволяет взаимоккомпенсировать неполноценность каждого корма в отдельности, повысить эффективность адаптации к искусственным кормам и осуществить более успешный дальнейший перевод молоди только на сухие корма.

Выражаю искреннюю признательность ведущему научному сотруднику лаборатории аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб ГосНИОРХ А. К. Шумиловой за помощь в освоении методик биохимического анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баранова В. П. Способ оценки количества искусственного корма в пищеварительном тракте личинок рыб // Гидробиол. журн. 1985. Т. 21. № 3. С. 89–91.

Белявская Л. И. Выращивание молоди белорыбицы на разных кормах // Тр.

Саратов. отд. Касп. филиала ВНИРО. 1953. Т. 2. С. 215–227.

Богданова Л. С. Рост и развитие личинок кубенской нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) в условиях разных температур и режимов кормления // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17. Вып. 4. С. 659–667.

Богданова Л. С. Развитие и питание личинок сига *Coregonus lavaretus pallasi* p. *exilis* Pravdin Сямозера в условиях разных температур и режимов кормления // Там же. 1980. Т. 20. Вып. 2. С. 277–284.

Богданова Л. С. Рост и развитие личинок муксуна в условиях разных режимов кормления и голодания // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 166. С. 69–73.

Буриштейн А. И. Методы исследования пищевых продуктов. Киев: Госмедиздат УССР, 1963. 644 с.

Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Белорус. гос. ун-т, 1956. 251 с.

Волкова И. В. Особенности функционирования пищеварительной системы рыб различных трофических групп: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Астрахань: Астрахан. гос. ун-т, 2010. 44 с.

Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. М.: ВНИИПРХ, 1984. 60 с.

Князева Л. М. Рекомендации по увеличению срока хранения гранулированного корма для молоди форели путем опрыскивания его водным раствором витамина С. Л.: ГосНИОРХ, 1979. 12 с.

Князева Л. М. Итоги и перспективы выращивания и кормления сиговых в условиях индустриального рыбководства // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 275. С. 26–37.

Князева Л. М., Остроумова И. Н., Богданова Л. С. Влияние разных искусственных кормов на рост и развитие личинок чира *Coregonus nasus* (Pallas) (Salmonidae) // Вопр. ихтиологии. 1984. Т. 24. Вып. 1. С. 114–121.

Ковалев П. М. Постэмбриональное развитие чудского сига (*Coregonus*

lavaretus maraenoides Poljakov) в природных условиях // Там же. 1962. Т. 2. Вып. 4. С. 664–676.

Коровина В. М. Морфология пищеварительного тракта чира *Coregonus nasus* (Pallas) // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 166. С. 74–84.

Костюничев В. В. Развитие пищеварительной системы личинок пеляди при использовании искусственных кормов // Там же. 1986. Вып. 246. С. 68–75.

Костюничев В. В. Нельма, как перспективный объект аквакультуры // Матер. VII Междунар. науч.-произв. совещания «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб». Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 215–218.

Костюничев В. В., Беляков Г. А., Винникова А. Я. Выращивание молоди нельмы в бассейнах на искусственных кормах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1997. Вып. 325. С. 142–148.

Костюничев В. В., Шумилина А. К., Князева Л. М. Методические указания по товарному выращиванию форели и сиговых рыб в садках при естественном температурном режиме. СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 2005. 31 с.

Красная книга Российской Федерации (животные). М.: Астрель, 2001. 862 с.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 293 с.

Летичевский М. А. Бассейновое и комбинированное выращивание молоди белорыбицы в дельте Волги // Тр. КаспНИРХ. 1966. Т. 22. С. 45–64.

Лютиков А. А. Влияние освещенности на выживаемость и развитие личинок нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Salmoniformes: Coregonidae) // Вопр. ихтиологии. 2012. Т. 52. № 5. С. 610–613.

Лютиков А. А. Воспроизводство кубенской нельмы *Stenodus leucichthys nelma* // Вопр. рыболовства. 2014а. Т. 15. №2. С. 189–200.

Лютиков А. А. Рост и выживаемость молоди нельмы *Stenodus leucichthys nelma* в зависимости от плотности посадки

и режима кормления // Вест. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. 2014б. № 3. С. 91–96.

Михайлова М. В. Обмен веществ у молоди белорыбицы при выращивании индустриальными методами на различных кормах // Матер. VI Всерос. науч.-произв. совещания «Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб». Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. С. 104–109.

Остроумова И. Н. Эколого-физиологические основы пластических и энергетических потребностей рыб и пути их удовлетворения // Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. Вильнюс: Ин-т зоологии и паразитологии АН ЛитССР, 1988. С. 201–221.

Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб. СПб.: ГосНИОРХ, 2012. 564 с.

Остроумова И. Н. Особенности биохимического состава и размеров науплиусов артемии как стартового корма для личинок рыб // Рыбоводство и рыб. хоз-во. 2014. № 6. С. 55–61.

Пономарев С. В., Пономарева Е. Н. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в индустриальных условиях. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. 186 с.

Пономарева Е. Н. Особенности развития пищеварительной системы лососевидных рыб в раннем онтогенезе // Вест. АГТУ. 2005. № 3. С. 133–137.

Смольянов И. И. Развитие белорыбицы *Stenodus leucichthys leucichthys* Guld., нельмы *Stenodus leucichthys nelma* Pall. и сига нельмушки *Coregonus lavaretus nelmuschka* Pravdin // Тр. ИМЖ АН СССР. 1957. Т. 20. С. 232–294.

Федорова Н. Н., Джуматова А. А. Особенности развития пищеварительной системы предличинок белорыбицы // Вест. АГТУ. 2012. № 1. С. 84–86.

Ahmadi M. R., Mahmoudzadeh H., Babaei M., Shamsaei Mehrjand M. Prediction of survival rate in European white fish (*Coregonus lavaretus*) fry on three different feeding regimes // Iran. J. Fish. Sci. 2011. V. 10. № 2. P. 188–202.

- Fletcher R. C., Jr., Roy W., Davie A. et al.* Evaluation of new micro particulate for early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*): Implication on larval performances and tank hygiene // *Aquaculture*. 2007. V. 263. P. 35–51.
- Piotrowska I., Szczepkowski B., Kozłowski M. et al.* Results of the larviculture of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) fed different types of diets // *Arch. Pol. Fish.* 2013. V. 21. P. 53–61.

LARVAL REARING OF INCONNU *STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* (SALMONIFORMES: COREGONIDAE) ON THE LIVE AND ARTIFICIAL FEED

© 2015 y. А. А. Lyutikov

State Research Institute on Lake and River Fisheries, St. Petersburg, 199053

The influence of different artificial and natural (*Artemia nauplii*) feed, and their combination, on growth, survival and physiological state of the inconnu *Stenodus leucichthys nelma* larvae. In the diet of *Artemia nauplii* during the first 10 days of cultivation accelerates the growth rate of young fish in the 2.0–2.5-fold compared with the larvae, who received only artificial feed. In the future, the growth rate inconnu on *Artemia* and artificial feeds aligned, which is probably associated with the development of the digestive system of larvae and higher water temperatures, providing a fuller cleavage and digestion of feed components, especially artificial. The best biological indicators of juvenile fish were obtained by feeding with *Artemia nauplii* first days in combination with artificial diet. This approach allows the mutual compensation of each of the feed missing elements provides early schooling to dry food and makes it possible to more successful further transfer of juveniles only on artificial feed.

Keywords: larvae, inconnu, *Stenodus leucichthys nelma*, feeding, *Artemia nauplii*, artificial feed.