

597.2/.5:577
574
ББК 28.082
48:47.2

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВОДОЁМЫ РОССИИ: фундаментальные и прикладные исследования. Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018 г.)

Материалы публикуются в авторской редакции

Верстка В.Г. Хабазовой

Для удобства чтения предлагаем воспользоваться следующими возможностями электронного издания:

- Полноэкранный режим просмотра - клавиши CTRL + L
- Интерактивное содержание (переход к статье – «клик» левой кнопкой мышки по соответствующей строчке содержания)

ISBN 978-5-91648-039-9

© ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»),
2018

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК СУДАКА С ПЕРВЫХ ДНЕЙ ПИТАНИЯ ПОЛНОСТЬЮ НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ С БАКТЕРИАЛЬНОЙ БИОМАССОЙ

Лютиков А.А., Королев А.Е., Остроумова И.Н., Костюничев В.В.

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга, Санкт-Петербург, tokmo@mail.ru

В мировой практике стартовые искусственные корма для личинок судака *Sander lucioperca*, которые можно было бы использовать без сочетания с живым кормом, не разработаны. Попытки выращивания судака с первых дней экзогенного питания исключительно на искусственном корме ранее терпели неудачу, выживаемость в опытах приближалась к 0% (Бабурина, 1961; Михеев и др., 1970; Beyerle, 1975; Antalfi, 1979; Михайлова, 1990, 1991, 1999; Ruuhijärvi et al., 1991; Schlumberger, Proteau, 1991; Королев, 2005). Как правило, личинки в массе гибли в первые 2-3 недели выращивания. Таким образом, в проведенных ранее опытах пищевые компоненты искусственных кормов не удовлетворяли потребности личинок, необходимых для их нормального роста и выживания.

С начала 2000-х годов сведения по разработке стартовых искусственных кормов для судака (в том числе американского) в отечественной и западной литературе не встречались. Более того, высказывалось предположение, что пищеварительные возможности ранних личинок этого вида ограничены и не позволяют утилизировать искусственные корма (Mani-Ponset et al., 1994; Nyina-wamwiza, 2005).

В связи с этим, к настоящему моменту зарубежная и отечественная индустриальная технология выращивания судака основана на кормлении личинок только живым (хлорелла, науплии артемии и копепод, коловратки и т.д.) или в сочетании с искусственным кормом, с последующим переводом молоди полностью на искусственные корма (Hokanson, Lien, 1986; Colesant, 1989; Hilge, 1990; Гамыгин и др., 1992; Михайлова, 1999; Kowalska et al., 2006; Kestemont et al., 2007; Rønfeldt, Nielsen, 2010; Дельмухаметов, 2012; Дельмухаметов и др., 2013; Дельмухаметов, Пьянов, 2014; Ljubobratović et al., 2015; Пьянов, 2017). Однако, несмотря на то, что живая пища в значительной степени способствует улучшению выживаемости и роста личинок, ее использование имеет ряд недостатков, связанных в первую очередь с её заготовкой или выращиванием, что значительно повышает стоимость и трудоемкость рыбоводного процесса. В связи с этим, оптимизация культивирования судака в индустриальных условиях направлена на сокращение периода применения живого корма и наиболее ранний перевод личинок на искусственные диеты (Kowalska et al., 2006; Hamza et al., 2007; Kestemont et al., 2007; Steinfeldt et al., 2010).

Как было отмечено выше, выращивание личинок судака исключительно на искусственном корме не принесло ожидаемого эффекта из-за очень большой смертности молоди. Подобная проблема актуальна практически для всех видов рыб, за исключением лососевых, чьи личинки переходят на внешнее питание при сформированной пищеварительной системе (Дементьева, 1976; Тимейко, Новиков, 1987). Сложность выращивания ранней молоди рыб на искусственных кормах заключается в несоответствии компонентов корма потребностям молоди, в первую очередь по белковой составляющей (Остроумова, 2012).

Положительный опыт выращивания личинок рыб (карповых, сиговых, осетровых) был реализован в 1970-80-х гг., благодаря разработке и внедрению кормов типа «Эквизо», содержащих в качестве доступного белка продукты микробиологического синтеза – белково-витаминный концентрат (паприн), углеводородные дрожжи и их ферментолитат (Остроумова, Ильина, 1981). Такие корма длительное время выпускались комбикормовыми заводами и успешно применялись в тепловодных и холодноводных рыбоводных хозяйствах. Эффект от введения в корма микробного белка достигался за счет соответствия его состава естественной пище молоди рыб – высокое содержание белка, пептидов, свободных аминокислот, нуклеиновых кислот разных размеров (Остроумова, 2005). К сожалению, в 1990-х годах производство столь важного для сельского хозяйства и рыбоводства продукта было прекращено.

В последние годы, благодаря организации в ООО «ГИПРОБИОСИНТЕЗ» опытного производства бактериальной биомассы на природном газе, появилась возможность вернуться к исследованиям по использованию микробного белка в кормах для личинок рыб.

В настоящей работе представлены предварительные результаты исследований по выращиванию личинок судака в промышленных условиях с первых дней экзогенного питания полностью на искусственном корме с использованием бактериальной биомассы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Опыты по подращиванию личинок судака на искусственных кормах проводили на рыбоводном хозяйстве ООО «Форват» (оз. Суходольское, Ленинградская область) в период с 27 июня по 31 июля 2017 г. Икру судака получали от производителей, выращенных в садках. Нерест проходил в бассейнах на искусственных гнездах из дели, икру инкубировали в моросильной камере при температуре воды (около 16°C). Спустя 3-4 суток после вылупления, когда предличинки начинали свободно плавать и еще не питались, их рассаживали в 8-литровые аппараты Вейса. Масса судака к этому моменту равнялась 0,35-0,4 мг, длина – 4,4 мм. Плотность посадки составляла 100 экз./л (предличинок отсчитывали поштучно). Для устранения ската личинок на аппаратах устанавливали фонарь из газового сита №15. Отход личинок в аппаратах учитывали визуально во время их чистки.

Все работы по получению икры и ее инкубации, а также содержанию личинок проводили в соответствии с методическими рекомендациями по выращиванию жизнестойкой молоди судака (Терешенков, Королев, 1997).

Температура воды в начале опыта равнялась 15,6 °C и за счет подогрева была увеличена в последующие трое суток до 21°C. На протяжении всего эксперимента содержание кислорода в воде в среднем составляло 8,7 мг/л, рН – 6,9. Полный водообмен в аппаратах происходил за 10-12 минут – 0,011-0,013 л/с.

В качестве корма использовали три экспериментальных диеты, отличающиеся белковой составляющей. В первом варианте корма основным источником протеина был микробный белок (ООО «ГИПРОБИОСИНТЕЗ»), во втором и третьем – различные гидролизаты белка позвоночных животных (ООО «Симбио»). Среди остальных основных компонентов кормов были: рыбная и мясная мука, пшеничная мука, рыбий жир, соевые фосфолипиды и биологически активные добавки. Пищевая ценность кормов составляла: белок 54,3-58,8%, жир 11,4-15,4%, углеводы 9,9-14,4%. Гранулы изготавливали методом экструзии с последующим дроблением до необходимого размера (0,1-0,3 мм). На протяжении всего эксперимента корм давали вручную с избытком в период с 8 до 22 ч, в первую неделю выращивания кормили каждые 40 мин, в последующем – каждый час. Для устранения негативных последствий образования поверхностной пленки кормов применялась струя воды по ранее предложенной методике (Королев, 1998).

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). Статистическую обработку собранного материала проводили в соответствии с принятыми методами (Лакин, 1980) с использованием программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С первых суток кормления (3-4 сутки после вылупления) практически у всех личинок в эксперименте были отмечены искусственные корма в кишечной трубке. На 14-е сутки после начала питания индекс наполнения кишечника (ИНК) у судака на всех кормах имел близкие значения и в среднем равнялся $112^{0/1000}$. Размеры личинок, потреблявших корма с микробным белком, к этому времени равнялись $9,7 \pm 0,2$ мм при массе – $5,9 \pm 0,4$ мг, суточный прирост составил 21,7%. В вариантах опыта на кормах с гидролизатами белка личинки имели существенно меньшие морфометрические показатели – длина 6,2 мм, средняя масса 2,2 мг, среднесуточный прирост 14,1% (табл. 1).

Выживаемость судака, получавшего корма с гидролизатами белка также была значительно ниже, чем на корме с бактериальной биомассой, и на 14-е сутки опыта не превышала 15% в обоих вариантах опыта, против 73% в опыте с микробным белком. К 17 суткам в вариантах №2 и №3 в живых остались единицы, в связи с чем, опыт по испытанию кормов с гидролизатами белка был прекращен.

Таблица 1. Рост личинок судака на экспериментальных кормах в 2017 г.

Бактериальная биомасса						Гидролизат белка позвоночных животных *					
14 суток											
Масса, мг	Cv	Длина, мм	Cv	СП	Выживаемость, %	Масса, мг	Cv	Длина, мм	Cv	СП	Выживаемость, %
$\frac{5,9 \pm 0,4}{3,0-7,5}$	23	$\frac{9,7 \pm 0,2}{8,1-10,7}$	8	21,7	73,4	$\frac{2,2 \pm 0,2}{1,8-3,2}$	46	$\frac{6,2 \pm 0,2}{5,8-6,8}$	10	14,1	15,0
23 суток											
$\frac{41,8 \pm 2,5}{21,0-67,5}$	29	$\frac{17,1 \pm 0,3}{14,5-20,4}$	9	24,5	13,0	Опыт завершен					
34 суток											
$\frac{153,9 \pm 8,5}{117,0-234,0}$	21	$\frac{26,3 \pm 0,5}{22,8-29,7}$	8	13,0	12,6	-//-					

Примечание: Над чертой – среднее значение и его ошибка, под чертой – пределы варьирования признака; Cv – коэффициент вариации, %; СП – суточный прирост, %.
* – результаты выращивания в вариантах опыта №2 и №3 усреднены и приведены в одной колонке.
Начальная масса личинок равнялась 0,35-0,4 мг, длина 4,4 мм.

С полным расходом эндогенных запасов (исчезновением жировой капли и желточного мешка) молодь судака из варианта №1 стала более активно потреблять корм, и, как следствие, ИНК вырос до 192⁰/₀₀₀, а показатель среднесуточного прироста до 24,5%. На данном этапе опыта личинки имели длину 17,1 мм и массу 41,8 мг. Выживаемость на 23 сутки составила 13%.

С набором массы среднесуточный прирост личинок закономерно снизился и на последнем отрезке опыта равнялся 13,0%. Размеры судака к завершению наблюдений на 34 сутки достигли 26,3±0,5 мм при массе 153,9±8,5 мг (см. табл. 1). В период роста молоди вариabельность показателей длины была низкой – 7,7%, а массы изменялась в пределах 21-30%, что может свидетельствовать о достаточно благоприятных условиях содержания рыбы, включая выбор корма и режим кормления. На данном отрезке выращивания погибло 3 личинки, а итоговая выживаемость составила 12,6%.

Анализ динамики смертности личинок в эксперименте показывает, что основная масса погибшей молоди приходится на период, когда судак полностью переходит на экзогенное питание, на что указывают и другие авторы (Бабурина, 1961; Михеев и др., 1970; Михайлова, 1990, 1991, 1999; Beyerle, 1975; Antalfi, 1979; Ruuhijärvi et al., 1991; Schlumberger, Proteau, 1991; Королев, 2005). Также в литературе в качестве еще одной причины чрезмерной гибели личинок судака указывают каннибализм (Szkudlarek, Zakęs, 2007; Ljubobratović et al., 2015 – и др.), однако в нашем опыте мы не наблюдали случаев нападения молоди друг на друга или наличия личинок во рту и в кишечниках судака при исследовании питания.

Как и большинство личинок рыб, судак некоторое время после вылупления существует за счет эндогенных запасов, его пищеварительная система представлена в виде трубки и не дифференцирована. Спустя 3-4 суток после вылупления, с началом эксперимента, молодь стала получать искусственный корм и сразу же его потреблять. К этому времени у личинок произошло расширение переднего отдела кишечной трубки.

На 14 сутки от начала кормления у наиболее крупных личинок (длина около 11 мм, масса – 7-8 мг) передней участок желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) имел форму петли, что соответствует началу оформления желудка как отдельного органа. Подобные морфофизиологические и функциональные изменения у личинок рыб, как правило, сопровождаются началом функционирования желудка, что достигается за счет утолщения его стенок и увеличением количества пищеварительных желез (Костюничев, 1986; Ostaszewska, 2005).

К 23 дню опыта изменения в ЖКТ судака сопровождались увеличению размеров желудка, а к 34 дню произошла дифференциация органа на отделы, появились зачатки пилорических придатков. С развитием пищеварительной системы, ускорением переваримости и усвоения корма, а также ростом молоди, возросло и количество потребленной пищи – в желудках можно было наблюдать до 5-7 крупок экспериментального корма.

Особо следует отметить, что среднесуточный прирост судака на кормах с микробным белком в первые три недели кормления находился в пределах 21,7-24,5%, что не уступает росту личинок, получавших живые корма (табл. 2). На потенциальную возможность потреблять и усваивать личинками судака искусственные корма также указывают и другие авторы, в опытах которых среднесуточные приросты молоди в первые три недели кормления достигали 32% (Ruuhijärvi, et al., 1991; Schlumberger, Proteau, 1991). Вероятно, высокая смертность судака на ранее применяемых кормах может быть связана с несоответствием белковых компонентов корма с пищевыми потребностями молоди в этот период.

Таблица 2 - Темп роста личинок судака с начала питания на различных диетах по данным разных авторов

Масса, мг		СП, %	Возраст, сут.	t°C	ПП, экз./л	Выживаемость, %	Вид корма
начальная	конечная						
Сухие искусственные корма							
0,5	3,0	12,8	15	22-24	20	0	Эквизо ¹
	4,0	10,9	20		20		РГМ-СС-Э ¹
	16,9	14,1	20-30		100		РГС-СС, СТ-07 ¹
0,5	6,0-7,6	15,1-32,4	8-18	?	?	0	Aquastart, Riken MF, Alma Larval-Feed ²
0,8	3,3	7,1	21	19-22	500	<1	ЛС (личиночный сиговый) ³
0,3	120	27,2	23	?	?	<1	Сухие корма (название не приводится) ⁴
0,35	2,2	14,1	17	21	100	<1	С гидролизатом белка позвоночных животных ⁵
	41,8	20,8	23			13	С продуктами микробиосинтеза ⁵
	153,9	17,9	34			12,6	-//- ⁵
Искусственные корма и/или живые							
0,42	63,7	12,9	39	22-24	670/56*	3	ЛС + яйца артемии ³
0,7	25	17,9	21	20	80	59,2	Науплии артемии ⁶
0,5	120-150	16,1	35	?	?	26,7	Артемия+зоопланктон ⁷

Примечание: СП – среднесуточный прирост; ПП – плотность посадки; * - в начале опыта плотность посадки составляла 670 экз./л, по достижении навески 19,4 мг сокращена до 56 экз./л.

1 – по: Михайлова, 1990, 1991; 2 – по: Ruuhijärvi, et al., 1991; 3 – по: Королев, 2000; 4 – по: Schlumberger, Proteau, 1991; 5 – наши данные; 6 – по: Kowalska et al., 2006; 7 – по: Klein Breteler, 1989; ? – данные не приводятся.

Можно предположить, что хороший ростовой потенциал судака связан с ранним становлением его пищеварительной системы. Однако, несмотря на оформление желудка как отдельного органа у личинок при массе 7-8 мг, функционирование желудочных желез начинается примерно через 10 суток (Ostaszewska, 2005), т.е. при массе около 40 мг. Тем не менее, это существенно раньше, чем у других хищных видов рыб, например, нельмы *Stenodus leucichthys nelma*, у которого аналогичный этап развития отмечен – при 75 мг (Лютиков, 2016).

Функциональное развитие желудка у рыб способствует улучшению переваримости и усвоения компонентов искусственного корма, в связи с чем, можно предположить, что личинки судака уже при массе около 40 мг способны адекватно реагировать на потребленный искусственный корм.

Однако, как показывает анализ литературы и наш опыт, ранние личинки судака достаточно чувствительны к отдельным компонентам корма, которые, по нашему мнению, не способны восполнить их потребности в доступном белке. В частности, в нашем эксперименте

при испытании кормов с гидролизатами белка различных позвоночных животных, смертность молоди уже к 14 суткам достигала 85% и к 17 суткам кормления составляла практически 100%, в то время как введение бактериальной биомассы в экспериментальный корм дало положительный эффект – выживаемость судака на 34-е сутки составила 12,6%.

Так как в настоящем сообщении представлены предварительные результаты эксперимента, важно сказать о необходимости проведения дальнейших опытов по введению микробного белка в корма ранней молоди судака и других окуневых рыб. Однако полученные в 2017 г. результаты, указывают на эффективность использования белковых продуктов микробиосинтеза при разработке стартовых рецептур кормов для такого ценного и перспективного объекта аквакультуры как судак.

Литература

Бабурина Е.А. Развитие глаз и их функции у зародышей и личинок судака (*Lucioperca lucioperca* L.) // Тр. Ин-та морфологии животных. 1961. № 33. С. 151—171.

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

Гамыгин Е.А., Пономарев С.В., Белоцерковский Ю.Б., Большакова С.Г., Михайлова М.В., Аношкина Е.В., Жаркова Г.А. // Новое в кормлении личинок судака и молоди осетровых // Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. 1992. Вып. 67. С. 3-4.

Дельмухаметов А.Б. Биотехника формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака в установках замкнутого цикла водообеспечения // Дисс. ... канд. биол. наук. Калининград, 2012. 157 с.

Дельмухаметов А.Б., Пьянов Д.С., Хрусталева Е.И. Технология выращивания судака в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) // Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство»: сборник материалов. Воронеж: ВГУИТ. 2013. С. 632-637.

Дельмухаметов А.Б., Пьянов Д.С. Рост судака различных поколений в установках замкнутого водоснабжения // Известия КГТУ. 2014. №32. С. 85-90.

Дементьева М.А. Некоторые анатомо-гистологические особенности кишечника молоди радужной форели, содержащейся на сухом корме // Изв. ГосНИОРХ. 1976. Т. 72. С. 173-178.

Королев А.Е. Неблагоприятные последствия возникновения на поверхности воды пленки кормов и способы их устранения при индустриальном подращивании личинок судака // Мат. междунар. симпозиума. Итоги тридцатилетнего развития рыбководства на теплых водах и перспективы на XXI век. 1998. С. 196-200.

Королев А.Е. Биологические основы получения жизнестойкой молоди судака // Дисс ... канд. биол. наук. СПб, 2000. 188 с.

Королев А.Е. Опыт применения искусственных кормов при подращивании личинок судака // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 2005. Вып. 333. С. 287-316.

Костюничев В.В. Развитие пищеварительной системы личинок пеляди при использовании искусственных кормов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1986. Вып. 246. С. 68–75.

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

Лютиков А.А. К методике использования живых кормов при выращивании личинок нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Salmoniformes: Coregonidae) // Вопросы Рыболовства. 2016. Т. 17. №3. С. 324-334.

Михайлова М.В. Подращивание личинок судака на различных кормах // Рыбное хозяйство. 1990. №5. С.58-59.

Михайлова М.В. Использование различных стартовых кормов при подращивании молоди судака // Рыбное хозяйство. 1991. №5. С.45.

Михайлова М.В. Влияние качества пищи на рост и обмен веществ у молоди судака // Сб. науч. тр.ВНИИПРХ. 1999. Вып. 74. с. 147-160.

Михеев П.В., Мейснер Е.В., Михеев В.П. Садковое рыбноводное хозяйство на водохранилищах // Пищ. пром. 1970. М. 159 с.

Остроумова И.Н., Ильина И.Д. Физиологические основы разработки стартовых кормов типа "Эквизо" для рыб // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 175. С. 66-92.

Остроумова И.Н. Проблема стартовых кормов и физиологические аспекты кормления личинок рыб // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 2005. Вып. 333. С. 207-259.

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

Пьянов Д.С. Рыбоводно-биологические особенности выращивания товарного судака в установках замкнутого водоснабжения // Автореф. диссерт. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Калининград. ФГБОУ ВО «КГТУ». 2017. 23 с.

Тимейко В.Н., Новиков Г.Г. Протеолитическая активность пищеварительного тракта семги *Salmo salar* L. в процессе личиночного развития // Вопр. ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 2. С. 300-306.

Терешенков И.И., Королев А.Е. Методические рекомендации по выращиванию жизнестойкой молоди судака. Изд-во: ГосНИОРХ. Л. 1997. 28 с.

Antalfi A. Propagation and rearing of perch in pond culture // EIFAC Techn. Pap. №35. Suppl. 1979. № 1. P. 120-125.

Beyerle G.B. Summary of attempts to raise walleye fry and fingerlings on artificial diets. with suggestions on needed research and procedures to be used in future tests // Progressive Fish-Culturist. 1975. Vol. 37. P. 103-105.

Colesant R.T. Improved Survival of Walleye Fry during the First 30 Days of Intensive Rearing on Brine Shrimp and Zooplankton // Prog. Fish-Cult. 1989. Vol. 51. P. 109-111.

Hamza N., M'Hetli M., Kestemont P. Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae // Fish Physiol Biochem. 2007. Vol. 33. Pp. 121-133.

Hilge V. Beobachtungen zur zucht von Zander (*Stizostedion lucioperca*) im Labor // Arch. Fischereiwiss. 1990. Vol. 40. №1-2. S. 167-173.

Hokanson, K. E. F., G. J. Lien. Effects of diet on growth and survival of larval walleyes // Prog. Fish-Cult. 1986. Vol. 48. Pp. 250-258.

Kestemont P., Xueliang X., Hamza N., Maboudou J., Imorou Toko I. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture // Aquaculture. 2007. Vol. 264 P. 197-204.

Klein Breteler JGP. Intensive culture of pikeperch fry with live food // In: De Pauw N et al (eds) *Aquaculture – a biotechnology in progress*, 1989. Vol 1. European Aquaculture Society, Bredene. Pp. 203–207.

Kowalska A., Zakeś Z., Demska-Zakeś K. The impact of feeding on the results of rearing larval pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), with regard to the development of the digestive tract // *EJPAU*. 2006. Vol. 9(2), №05. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue2/art-05.html>

Ljubobratović U., Kucska B., Feledi T., Poleksić V., Marković Z., Lenhardt M., Peteri A., Kumar S., Rónyai A. Effect of weaning strategies on growth and survival of pikeperch, *Sander lucioperca*, larvae // *Turkish journal of fisheries and aquatic sciences*. 2015. Vol. 15. P. 325-331.

Mani-Ponset L, Diaz JP, Schlumberger O, Connes R. Development of yolk complex, liver and anterior intestine in pike-perch larvae, *Stizostedion lucioperca* (Percidae), according to the first diet during rearing. *Aquat. Living. Resour.* 1994. Vol. 7. Pp. 191–202

Nyina-wamwiza L., Xu X., Blanchard G., Kestemont P. Effect of dietary protein, lipid and carbo-hydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings // *Aquacult Res.* 2005. Vol. 36 Pp. 486–492.

Ostaszewska T. Developmental changes of digestive system structures in pike-perch (*Sander lucioperca* L.) // *Electronic journal of ichthyology*. 2005. P. 65-78.

Ostaszewska T., Dabrowski K., Czuminska K., Olech W., Olejniczak M. Rearing of pike-perch larvae using formulated diets – first success with starter feeds // *Aquaculture Research*, 2005. Vol. 36, Pp. 1167-1176.

Rønfeldt J. L., Nielsen J. W. Filling of gas bladder, growth and the survival in pikeperch larvae (*Sander lucioperca*) in intensive aquaculture (in Danish) // MSc thesis, University of Copenhagen. 2010. Pp. 350–351.

Ruuhijärvi J., Virtanen E., Salminen M., Muyunda M. The growth and survival of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* L., larvae fed on formulated feed // *Larvi'91. eas Special Publication*. 1991. №15. P. 154-156.

Schlumberger O., Proteau J.P. Production de juveniles de sandre (*Stizostedion lucioperca*) // *Aqua-revue*. 1991. Vol. 36. Pp. 25-28.

Steenfeldt S., Vestergaard M., Overton J. L., Paulsen H., Larsen V. J., Henriksen N. H. Development of intensive rearing of pikeperch in Denmark // Denmark, Anonymous, Hirtshals. (in Danish). 2010. Pp. 303–323.

Szkudlarek, M., Zakeś, Z. Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), larvae under controlled conditions // *Aquaculture International*, 2007. Vol. 15 Pp. 67–81. doi: 10.1007/s10499-006-9069.