

СТАНДАРТЫ МАССОНАКОПЛЕНИЯ ЩУКИ *ESOX LUCIUS*

© 2017 г. С.Б. Купинский, А.С. Купинский

Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт Астраханского государственного технического университета, пос. Рыбное, Московская область, 141821
E-mail: kafvba@mail.ru

Поступила в редакцию 09.11.2015 г.

На основе стандартной модели массонакопления проведен количественный анализ большого массива данных по весовому росту щуки в естественных водоемах Российской Федерации. Определены конкретные параметры и характер изменения в онтогенезе среднегодовой скорости массонакопления щуки, в том числе с учетом отторгаемых ею во время нереста половых продуктов. В последнем случае обнаружена высокая степень константности среднегодовой скорости массонакопления щуки в онтогенезе, в частности — отсутствие заметной разницы между скоростью массонакопления у неполовозрелых и половозрелых рыб. Предложена конкретная величина стандарта, характеризующего среднегодовую скорость массонакопления щуки в естественных водоемах на уровне 0,01540. Дана экспертная оценка функции продуктивного действия температуры на щуку, позволяющая связать стандартное значение среднегодовой скорости массонакопления с ранее установленным значением генетического коэффициента щуки (0,134) и на этой основе осуществлять прогнозные расчеты весового роста щуки в широком диапазоне условий ее обитания.

Ключевые слова: щука *Esox lucius*, естественные водоемы, скорость массонакопления, стандартные параметры, периоды онтогенеза, влияние температуры на рост.

ВВЕДЕНИЕ

Щука *Esox lucius* L. относится к числу наиболее крупных (Цепкин, 1986) и быстрорастущих (Жилюкене, Жилюкас, 1988) пресноводных рыб континентальных водоемов умеренной зоны Северного полушария. Помимо большого значения для промышленного и любительского рыболовства в последнее время она привлекает внимание и как важный объект рыбоводства. Причем как с точки зрения традиционных технологий, ориентированных на получение дополнительной товарной продукции щуки при совместном ее выращивании с другими видами рыб, так и с точки зрения использования щуки в качестве эффективного биологического мелиоратора при попытках направленного формирования той или иной структуры ихтиоцены в управляемых экосистемах естественных водоемов.

Все более расширяющееся использование данного вида в культурном рыбоводстве предполагает увеличение масштабов непосредственной работы с щукой на всех этапах ее жизни и, соответственно, рост запросов на информационное сопровождение процессов, связанных с ее содержанием, разведением и выращиванием. В первую очередь важны сведения о продукционных возможностях щуки и степени их реализации в тех или иных конкретных условиях обитания. Иными словами, существует запрос на надежно подтвержденные практикой стандарты скорости ее роста, как своеобразную точку отсчета при осуществлении различных рыбоводных операций.

В настоящее время подобного рода стандарты роста для щуки отсутствуют, а в литературе регулярно встречается недостоверная информация об ее ростовых возмож-

ностях, достигаемых размерах и возрасте. Как результат во многих серьезных изданиях и работах учебного (Анисимова, Лавровский, 1983), научного (Цепкин, 1986) или справочного характера (Ведищева, Яржомбек, 2007) при обсуждении ростовых возможностей щуки авторы вынуждены, прямо или косвенно, отмечать необоснованность некоторых из приводимых в литературе данных.

Между тем каждый вид рыбы обладает вполне определенными ростовыми характеристиками, весовыми и линейными. Некоторые из этих видовых характеристик роста рыб могут рассматриваться как естественные природные константы, а значит, могут быть приняты в качестве соответствующих стандартов. Таковым стандартом, в частности, может быть максимальный размер рыбы. В управляемом культурном рыбодоводстве и рыболовстве наиболее значимым является весовой рост, и потому все стандарты роста в нем, включая предельный размер тела рыб, логичней рассматривать через процесс массонакопления. Предельный видовой размер щуки, исчисляемый в кг/шт., чаще всего принимается на уровне 35 кг (Ведищева, Яржомбек, 2007), хотя в интернет-источниках традиционно размещаются, обычно без документального подтверждения, сведения о значительно более крупных рыбах (от 41 до 128 и более кг).

Помимо предельного размера на видовом уровне можно априори выделить и еще один вид природных констант роста рыб — предельную скорость роста, в частности, скорость массонакопления. Таковую предельную скорость вполне можно рассматривать как потенциальное свойство вида (Карпевич, 1983, 1998) и пытаться реализовать ее при культивировании объекта в управляемых условиях.

Предварительно значение предельной скорости массонакопления щуки ранее уже определяли (Купинский, Баранов, 1988) в рамках стандартной модели массонакопления (Резников и др., 1978; Толчинский, Резников, 1980; Толчинский, 1980а). Оно рассчитывалось как общий продукционный коэффициент скорости массонако-

пления (K_m) и было установлено на уровне $K_m = 0,134$. Данное значение было определено на коротких отрезках времени при культивировании щуки в первый год ее жизни и получило название «генетического коэффициента» (K_g). Генетический коэффициент характеризует предельную скорость весового роста ювенильной щуки, рассматривается как один из элементов системы стандартной модели массонакопления рыб данного вида и в соответствии с исходными установками модели может быть использован для оценки степени комфортности условий обитания ювенильной щуки и для прогнозирования ее роста. На половозрелую щуку этот стандарт изначально не распространялся. Причина — традиционные представления о существенном различии скорости роста ювенильных и половозрелых рыб (Мина, Клевезаль, 1976). Однако количественных оценок этого различия для щуки нет, как нет исследований, касающихся изучения динамики скорости массонакопления (K_m) щуки в онтогенезе. Последнее отчасти связано с методическими отличиями в сборе и анализе данных по росту рыб в искусственных и естественных водоемах. В частности, в искусственных водоемах анализ скорости массонакопления является (в отличие от естественных водоемов) обязательным элементом технологического процесса, а время между измерениями роста обычно невелико и точно известно.

В настоящей работе предпринята попытка на основе многочисленных литературных данных оценить величину среднегодовых значений скорости массонакопления щуки на различных этапах онтогенеза, а также возможность установления соответствующего стандарта скорости массонакопления для естественных водоемов. Особенностью подхода является учет у половозрелой щуки массы отчуждаемых во время нереста половых продуктов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве исходного материала использованы литературные данные о весовом

Таблица 1. Распределение фактических данных по возрастным группам щуки

Возрастная группа, лет	Число значений	Возрастная группа, лет	Число значений
Летки		Годовики	
0+	23	1	44
1+	57	2	66
2+	76	3	77
3+	82	4	81
4+	82	5	66
5+	72	6	46
6+	62	7	42
7+	48	8	31
8+	35	9	22
9+	23	10	24
10+	25	11	16
11+	10	12	10
12+	9	13	3
13+	4	14	2
14+	4	—	—

росте щуки в различных водоемах на территории Российской Федерации и сопредельных с ней стран.

Всего было использовано 57 литературных источников. Из них выбрано 1142 значения массы тела щуки в различном возрасте (от 0+ до 14+ в категории летки и от 1 до 14 лет — в категории годовики) — 612 и 530 соответственно. Распределение числа значений по возрастным группам представлено в табл. 1.

В общий массив вошли данные по росту щуки из следующих водоемов.

Озера: Ладожское (Мохов, 1979, 1980, 1981), Врево (Тихомирова, 1978), Ильмень (Веткасов, 1973), Псковско-Чудское (Тюрин, 1974; Сазонова, 1979, 1980, 1982; Сазонова, Федорова, 1982), Белое (Дрягин, 1933; Негоновская и др., 1977), Красное (Архипцева, 1980б), Галичское и Чухломское (Печников, 1981), Обь-Иртышского бассейна (Ефимова, 1949), Абзелиловского района Башкирии (Андреяшкин и др., 1981), Республики Беларусь (Савина, 1957; Сокровина, Михайлова, 1970; Штейнфельд, 1970; Сокровина, 1973,

1975; Кириленко, 1975; Костюченко и др., 1975; Полякова, Федоров, 1975; Штейнфельд, Кириленко, 1975), северо-запада России (Тюрин, 1957; Руденко и др., 1975; Архипцева и др., 1977а, б, 1980; Архипцева, Покровский, 1978; Руденко, 1978; Шумакова, Архипцева, 1979; Архипцева, 1980а; Торговцев, Александров, 1981; Печников и др., 1983).

Водохранилища: Вилюйское (Суханова, 1979), Волгоградское (Елизарова, Абрамова, 1974), Горьковское (Кожевников, 1965; Кожевников и др., 1979), Ивановское и Угличское (Ефимова, 1980; Кудерский, Никаноров, 1983), Камское (Померанцев, 1961), Новосибирское (Благовидова и др., 1977), Рефтинское (Киселев, 1981), Усть-Илимское (Олифер, 1977; Понкратов, 1980, 1981; Купчинская, 1985), Цимлянское (Доманевский, 1958), Краснодарского и Ставропольского краев (Москул и др., 1982).

Реки: Енисей (Подлесный, 1958), Дон (Тюняков и др., 1987).

Для каждой возрастной группы считывали средние значения массы тела

щуки. Для смежных возрастных групп, отдельно для категорий летки и годовики, по формуле (1) рассчитывали среднегодовые значения скорости массонакопления УКм:

$$УКм = 3(Мк^{1/3} - М0^{1/3})/365, \quad (1)$$

где $М0$ и $Мк$ — начальная и конечная масса тела (г/шт), 365 — длительность отрезка времени между смежными измерениями, сут.

Использованная формула формально соответствует таковой для расчета общего продукционного коэффициента скорости массонакопления $Км$ в искусственных водоемах на коротких отрезках времени, т.е. от одного контрольного облова до другого. Однако при расчете скорости массонакопления рыбы в естественных водоемах, т.е. на длительных отрезках времени, в среднегодовом ее значении всегда будет присутствовать сезонное изменение факторов внешней среды. Поэтому для среднегодовых значений скорости массонакопления было введено другое название — уровень скорости массонакопления УКм. Своеобразие данного показателя предполагает необходимость установления для него собственного стандарта скорости массонакопления, отличающегося от генетического коэффициента.

При расчете скорости массонакопления половозрелых рыб мы определяли два значения УКм — фактическое и скорректированное. В скорректированном показателе УКм учитывали массу отчуждаемых половых продуктов. При этом принималось, что во время нереста щука сбрасывает в виде половых продуктов и сопутствующих жидкостей 15% от массы тела. Для их учета при расчете скорректированного значения УКм к конечной массе тела прибавляли 15% от массы начальной. Эта величина находится близко к центру наблюдаемого в природе диапазона коэффициентов зрелости самок щуки по данным разных авторов: 14–17% (Ефимова, 1949), 9–18% (Сазонова, Федорова, 1982), 11–31% (Иванников, 1992).

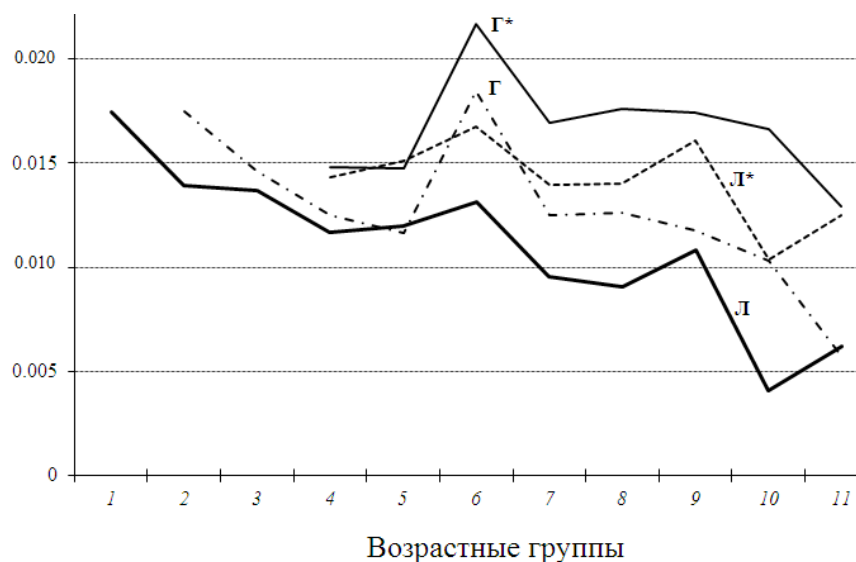
Половые различия не учитывали, а величину нерестовых потерь у самцов и самок считали одинаковой.

Кроме среднегодовых значений УКм рассчитывали соответствующие средние значения для ювильного периода и периода половозрелой зрелости в целом. Для этого весь массив данных разбивали на две части с возрастной границей между ними в 3–4 года. При этом у половозрелых рыб часть рассчитанных среднегодовых значений УКм в расчетах средних значений для всего периода половой зрелости не учитывали. К ним были отнесены те значения УКм, для определения которых было мало исходных данных — меньше десяти хотя бы в одном из смежных возрастов. Причина исключения — повышенный уровень их недостоверности, как, например, в возрастной группе 12–13 для годовиков.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ первичных данных и полученных на их основе значений УКм показал (рисунок, табл. 2, 3), что с увеличением возраста и размеров щуки фактически наблюдаемая среднегодовая скорость ее массонакопления в целом уменьшается. За 11 сезонов (с 0+ до 11+) в группе «летки» она уменьшается в 2,8 раза (с 0,01744 до 0,00623), в группе «годовики» за 10 сезонов (с 1 года до 11 лет) — в 3 раза (с 0,01751 до 0,00576). Однако это уменьшение УКм в онтогенезе щуки не является гладким и стабильным. В ряде случаев отмечаются эпизодические подъемы УКм у половозрелых рыб (в 5–6, 8–9, 12+ и 14 лет) и, кроме того, заметно различаются скорости массонакопления в близких возрастных группах летки и годовики.

Из данных, представленных в табл. 2, 3, видно, что в некоторых случаях изменения средней массы тела за год представляются маловероятными и не отражающими реальные возможности роста щуки (+2366 г в возрасте 13+–14+ у леток и –3741 г в возрасте 12–13 лет у годовиков).



Динамика среднегодовых значений скорости массонакопления щуки в онтогенезе: Л – летки, Г – годовики, *значения УКм, скорректированные с учетом отчуждаемых половых продуктов. По оси абсцисс – смежные возрастные группы: 1 – 0+–1+ (Л), 2 – 1+–2+ (Л) и 1–2 (Г), 3 – 2+–3+ (Л) и 2–3 (Г), 4 – 3+–4+ (Л) и 3–4 (Г), 5 – 4+–5+ (Л) и 4–5 (Г), 6 – 5+–6+ (Л) и 5–6 (Г), 7 – 6+–7+ (Л) и 6–7 (Г), 8 – 7+–8+ (Л) и 7–8 (Г), 9 – 8+–9+ (Л) и 8–9 (Г), 10 – 9+–10+ (Л) и 9–10 (Г), 11 – 10+–11+ (Л) и 10–11 (Г). По оси ординат – коэффициент среднегодовой скорости массонакопления УКМ.

Таблица 2. Динамика массы тела и скорости массонакопления щуки в онтогенезе для категории «летки»

Смежные возрастные группы	Средние значения массы, г	Скорость массонакопления УКм	УКм с учетом 15% сброса половых продуктов во время нереста
Период неполовозрелости			
0+–1+	37,6–163,8	0,01744	–
1+–2+	163,8–368	0,01393	–
2+–3+	368–689	0,01369	–
В среднем для всего периода		0,01502	
Половозрелый период			
3+–4+	689–1079	0,01171	0,01431
4+–5+	1079–1607	0,01197	0,01510
5+–6+	1607–2360	0,01316	0,01676
6+–7+	2360–3032	0,00953	0,01399
7+–8+	3032–3779	0,00906	0,01401
8+–9+	3779–4823	0,01084	0,01609
9+–10+	4823–5263	0,00410	0,01037
10+–11+	5263–5981	0,00623	0,01252

Таблица 2. Окончание

Смежные возрастные группы	Средние значения массы, г	Скорость массонакопления УЖм	УЖм с учетом 15% сброса половых продуктов во время нереста
11+–12+	5981–6541	0,00450	0,01120
12+–13+	6541–7907	0,00999	0,01648
13+–14+	7907–10273	0,01487	0,02147
В среднем для всего периода		0,00958 (от 0+ до 11+) 0,00963 (от 0+ до 14+)	0,01414 (от 0+ до 11+) 0,01475 (от 0+ до 14+)

Примечание. Здесь и в табл. 3 курсивом выделены данные, имеющие повышенный уровень погрешности.

Таблица 3. Динамика массы тела и скорости массонакопления щуки в онтогенезе для категории годовики

Смежные возрастные группы	Средние значения массы, г	Скорость массонакопления УЖм	УЖм с учетом 15% сброса половых продуктов во время нереста
Период неполовозрелости			
1–2	103–317	0,01751	–
2–3	317–636	0,01464	–
В среднем для всего периода		0,01608	
Половозрелый период			
3–4	636–1031	0,01235	0,01483
4–5	1031–1528	0,01164	0,01473
5–6	1528–2609	0,01848	0,02170
6–7	2609–3574	0,01252	0,01694
7–8	3574–4760	0,01260	0,01760
8–9	4760–6084	0,01179	0,01744
9–10	6084–7431	0,01034	0,01666
10–11	7431–8260	0,00576	0,01292
11–12	8260–9891	0,01024	0,01729
12–13	9891–6150	–0,02574	–0,01454
13–14	6150–7500	0,01026	0,01658
В среднем для всего периода		0,01194 (с 1 года до 11 лет) 0,00914 (с 1 года до 14 лет)	0,01660 (с 1 года до 11 лет) 0,01383 (с 1 года до 14 лет)

Это может означать, что отдельные среднегодовые значения УКм в силу своей высокой связи с факторами внешней среды, а также с условиями сбора и обработки исходного материала, включающими возможные ошибки выборки и определения возраста, могут быть обременены довольно значительными погрешностями. Для снижения влияния этих погрешностей на общую оценку характера изменения УКм щуки в онтогенезе помимо изъятия из анализа части материала (возрастные группы, выделенные курсивом) была предпринята попытка оценить средние значения показателя УКм на более крупных отрезках развития, а именно в ювенильный период и в период половой зрелости. Оказалось, что фактически наблюдаемые средние значения УКм в каждом из этих периодов также уменьшаются от неполовозрелых рыб к половозрелым: в 1,6 раза у леток (с 0,01502 до 0,00958) и в 1,3 раза у годовиков (с 0,01608 до 0,01194). Уменьшение оказалось не столь значительным, как при сравнении скорости массонакопления в начале и конце онтогенеза, но, с точки зрения традиционных взглядов на соотношение скорости роста неполовозрелых и половозрелых рыб (Мина, Клевезаль, 1976), вполне ожидаемым.

Совсем другая картина вырисовывается в том случае, когда во внимание принимается масса отчуждаемых во время нереста половых продуктов. В этом случае различие в скорости массонакопления у неполовозрелых и половозрелых рыб практически полностью исчезает.

Так, например, у щуки из категории летки среднее значение УКм неполовозрелых рыб (0,01502) отличается от соответствующего среднего значения половозрелых рыб (0,01414) всего лишь на 6% от среднего между ними. Более того, у щуки из категории годовики среднее значение УКм неполовозрелых рыб (0,01608) отличается от такового для половозрелых рыб (0,01660) еще меньше: разница составляет всего 3,2%. Важно отметить, что при этом у годовиков изменяется и направленность различия: у половоз-

релых рыб среднее значение УКм больше, чем у неполовозрелых.

Учитывая существующие реалии при разнесении исходного материала по группам «летки» и «годовики» и относительную близость средних значений УКм для обеих этих групп, мы посчитали возможным объединить соответствующие массивы данных в единое целое и определить теперь уже на этой максимально расширенной основе средние значения УКм для неполовозрелой и половозрелой щуки. Они составили: 0,01544 для неполовозрелых рыб и 0,01537 — для половозрелых, а общая разница — 0,5% от среднего между данными величинами УКм. Столь небольшая разница в среднегодовой скорости массонакопления между неполовозрелыми и половозрелыми рыбами позволяет предложить введение средневзвешенного видового значения УКм. В нашем случае оно будет близким к величине $УКм = 0,01540$. Именно это значение, по нашему мнению, следует использовать в качестве предварительного стандарта среднегодовой скорости массонакопления щуки в естественных водоемах России. Отметим, что данный стандарт включает в себя как генетическую видовую составляющую роста щуки, так и наиболее характерное для естественных водоемов России сочетание факторов внешней среды и их динамики в течение года.

ОБСУЖДЕНИЕ

Практически полное равенство среднегодовых значений УКм неполовозрелой щуки и скорректированных среднегодовых значений скорости массонакопления половозрелой щуки с формальной точки зрения заметно расходится с традиционными представлениями о количественных закономерностях роста рыб в онтогенезе. В первую очередь с положением о различном характере роста рыб до и после наступления половой зрелости. Принято считать, что у рыб темп роста снижается после наступления половой зрелости (Анисимова, Лавровский, 1983), а также по мере приближения их фактических

размеров к предельным (асимптотическим) значениям (Мина, Клевезаль, 1976). Примерно то же, как правило, отмечается и по отношению к возрасту рыб — «общая закономерность изменения скорости индивидуального весового роста с возрастом заключается в его уменьшении...» (Шибяев, 2007. С. 199). В упрощенном виде эта общая закономерность может быть выражена тезисом: мелкая рыба растет быстрее крупной.

При этом следует отметить, что по существу полученные результаты сравнительного анализа скорости массонакопления щуки в онтогенезе вышеприведенным формулировкам не противоречат. Хотя бы потому, что получены они на базе количественного показателя скорости роста, отличного от традиционно используемых.

В настоящее время в рыболовной и ихтиологической литературе используется много различных количественных показателей роста, в том числе характеризующих скорость роста рыб. Помимо традиционных показателей абсолютной, относительной и удельной скоростей роста (Сметанин, 1982) в конце 1970-х гг. был предложен дополнительный показатель — скорость массонакопления (Резников и др., 1978). Каждый из перечисленных скоростных показателей обладает своим собственным специфическим характером изменения в онтогенезе. Даже в том случае, когда речь идет об использовании одного и того же исходного материала, например, роста рыб в условиях, близких к идеальным. Так, при попытке использовать для отображения заданного варианта роста показатель абсолютной скорости роста в онтогенезе будет наблюдаться **увеличение** значений данного показателя, в случае использования показателя относительной скорости роста и удельной скорости роста — их **уменьшение**, в случае использования скорости массонакопления — **сохранение** значений показателя примерно на одном уровне. Принципиально важно, что во всех случаях наблюдаемая динамика показателя скорости роста в онтогенезе будет иметь одинаково закономерный характер, а сами закономер-

ности не будут противоречить друг другу. Напротив, они будут друг друга дополнять, образуя общую картину роста рыбы, а сами показатели, различающиеся по формуле расчета и количественным значениям, могут быть с пользой применены на практике. Одни (относительные показатели) — для оценки соотношения биомассы рыб и необходимого им корма, другие (абсолютные показатели) — для оценки общей массы необходимого корма, третьи (скорость массонакопления) — для сравнительных и прогнозных оценок.

Кажущееся противоречие полученного результата и традиционных взглядов на закономерности роста рыб в онтогенезе, на наш взгляд, связано с частым и при этом недостаточно корректным использованием термина «темп роста». Этот термин в классификации традиционных показателей роста рыб (Сметанин, 1982) совершенно отсутствует. Отсутствует и его общепринятая, формализованная трактовка, в то время как в литературе он чаще всего связывается с показателем удельной скорости роста (C_w). Именно это сочетание априори принимаемой связи термина (темп роста) с удельной скоростью роста, с одной стороны, и его смысловой размытости, а значит, и возможности расширенного толкования — с другой, собственно и вызывает ощущение неправильности в тех случаях, когда под этим термином авторы подразумевают не удельную (или относительную), а какую-либо другую скорость роста.

Константность показателя скорости массонакопления у рыб в целом не является неожиданностью. Ранее она уже была зафиксирована в ювенильный период жизни для нескольких видов культивируемых рыб, а сам показатель скорости массонакопления на уровне своих предельных значений, т.е. генетического коэффициента K_g , именно в связи с этим своим свойством и был предложен в качестве продукционного стандарта роста рыб (Толчинский, 1980б, 1981а, б; Толчинский, Резников, 1980; Баранов, 1983; Купинский, 1987). В нашем исследовании новым является установление константности скорости массонакопления не только у неполовозре-

лой, но и у половозрелой щуки. Показательно, что для установления устойчивости УКм щуки в онтогенезе оказалось необходимым учесть массу выметываемых рыбой половых продуктов. На наш взгляд, это может свидетельствовать об искусственности деления роста рыб на соматический и генеративный, а также о необходимости учета последнего при анализе роста рыб в естественных водоемах.

Как показал проведенный нами сравнительный анализ, величина средневзвешенного определенного с учетом отторгаемых половых продуктов значения УКм щуки в 0,01540 оказалась значительно выше, чем аналогичные значения УКм для многих видов карповых рыб средней полосы России. У плотвы — 0,00563, леща — 0,00829, золотого и серебряного карасей — 0,00934 и 0,01075. Даже у жереха, сазана и карпа они оказались ниже — 0,01359; 0,01424 и 0,01498 соответственно. Таким образом, по показателю УКм щука вполне соответствует статусу быстрорастущей рыбы.

Вместе с тем на уровне генетических коэффициентов сравнение зачастую оказывается уже не в пользу щуки. В условиях повышенных температур многие карповые демонстрируют более высокие текущие скорости массонакопления, чем щука. Так, например, у щуки статистически рассчитанное значение $K_T = 0,134$, а у леща и карпа — 0,151 и 0,235.

Эти разнонаправленные различия в росте щуки и рыб других видов, как, впрочем, и очень большое отличие количественного значения УКм щуки (0,01540) от ее же собственного генетического коэффициента (0,134), могут быть объяснены различным характером влияния сезонного изменения факторов внешней среды, прежде всего температуры, на реальный рост рыб.

Для их учета необходимо введение функции продуктивного действия температуры (ФПДт) — формализованной зависимости скорости массонакопления от данного фактора внешней среды. Таким образом, помимо стандартов предельной скорости массонакопления K_T и стандарта среднегодовой

скорости массонакопления УКм для сведения воедино данных о росте щуки в различных условиях необходимо введение еще одного стандарта — ФПДт щуки. С учетом литературных данных о скорости массонакопления щуки в разных условиях содержания (Канаев, 1952; Кузнецов, 1972; Свирская, Иванова, 1990; Иванова, Свирская, 1991), а также ранее установленных взаимосвязей между предельной скоростью массонакопления рыб и их теплолюбивостью (Купинский, Баранов, 1988) предлагаем в качестве основы для расчетной и экспериментальной проверки следующие параметры такой функции продуктивного действия температуры щуки (табл. 4). При установлении этих параметров возможное изменение отношения щуки к температуре с возрастом, равно как и влияние на это отношение степени кормовой обеспеченности рыб, во внимание не принимали.

Таблица 4. Функция продуктивного действия температуры щуки (экспертные оценки)

Температура, °С	Температурный коэффициент скорости массонакопления
6	0
7	0,1
8	0,2
9	0,3
10	0,4
11	0,47
12	0,53
13	0,60
14	0,67
15	0,73
16	0,80
17	0,85
18	0,90
19	0,95
20	0,97
21	1,00
22	0,97
23	0,90
24	0,85
25	0,60
26	0

Введение стандартной функции продуктивного действия температуры щуки, как представляется, позволит связать стандартные величины скорости ее массонакопления, предложенные для естественных и искусственных водоемов, и на этой основе оценивать и прогнозировать весь спектр ростовых возможностей щуки.

Однако при прогнозировании роста половозрелой щуки может потребоваться учет количества и частоты нерестовых сезонов в ее жизни. Дело в том, что расчеты показывают высокий уровень зависимости размеров рыбы в том или ином возрасте от имевших место в прошлом нерестовых сезонов. Так, например, предельный видовой размер в 35 кг щука может достичь при $УК_m = 0,01540$ примерно за 17 лет. Но только в том случае, если она ни разу не будет участвовать в нересте. Если же щука будет нереститься ежегодно и во время каждого нереста отторгать 15% от своей массы, то тогда предельных видовых размеров она сможет достичь не раньше чем в 60 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фактически наблюдаемая среднегодовая скорость массонакопления $УК_m$ щуки в онтогенезе без учета отторгаемых в процессе нереста половых продуктов уменьшается от неполовозрелых рыб к половозрелым в 1,3–1,6 раза, с учетом половых продуктов остается на одном уровне.

Средневзвешенное видовое значение $УК_m$ щуки с учетом ежегодно отторгаемых половых продуктов было определено на уровне 0,01540.

Данная величина превосходит аналогичные значения многих других видов рыб, обитающих совместно с щукой, и подтверждает ее статус быстрорастущей рыбы.

Высокий уровень константности среднегодовых значений скорости массонакопления щуки позволяет предположить аналогичную стабильность и для предельных значений скорости массонакопления щуки и таким образом расширить границы исполь-

зования стандартной модели массонакопления щуки с генетическим коэффициентом на уровне $K_g = 0,134$ за пределы ювенильного периода.

Установленное значение $УК_m = 0,01540$ предлагается в качестве соответствующего стандарта скорости массонакопления щуки для сравнительных и прогнозных оценок ее роста.

Для осуществления проверки степени сочетаемости полученного значения $УК_m = 0,01540$ и $K_g = 0,134$ предложена функция продуктивного действия температуры для щуки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреяшкин Ю.Г., Леонтьев А.И., Любимова Т.С. и др. Рыбохозяйственная характеристика озер Абзелиловского района Башкирской АССР // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 172. С. 3–14.
- Анисимова И.М., Лавровский В.В. Икhtiология. М.: Высш. шк., 1983. 255 с.
- Архипцева Н.Т. Рыбохозяйственный кадастр малых озер Ленинградской области. 3. Озера восточных районов. Озера Подпорожского района // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1980а. Вып. 148. С. 44–70.
- Архипцева Н.Т. Икhtiофауна и численность рыб озера Красного // Там же. 1980б. Вып. 158. С. 94–99.
- Архипцева Н.Т., Баранов И.В., Забелина Г.М. и др. Рыбохозяйственный кадастр малых озер Ленинградской области. Часть первая. Озера Карельского перешейка. III. Озера Приозерского района. Озера бассейна северного рукава реки Вуоксы // Изв. ГосНИОРХ. 1977а. Т. 124. С. 83–134.
- Архипцева Н.Т., Петров В.В., Покровский В.В. Морозовская группа озер // Там же. 1977б. Т. 124. С. 135–153.
- Архипцева Н.Т., Покровский В.В. Озеро Черменецкое // Там же. 1978. Т. 128. С. 21–26.
- Архипцева Н.Т., Мельничук Г.Л., Шумакова Е.Н. Биологическая и рыбохо-

- зяйственная характеристика озера Борисовского // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1980. Вып. 148. С. 74–83.
- Баранов С.А.* Стандартные корреляции и константная база теоретической гидробиологии // Сб. тез. I Всесоюз. симпозиума «Теоретические основы аквакультуры». М.: МОИП, 1983. С. 9–11.
- Благовидова Л.А., Сецко Р.И., Фектистов М.И. и др.* Новосибирское водохранилище и его рыбохозяйственное использование // Изв. ГосНИОРХ. 1977. Т. 115. С. 142–160.
- Ведищева Е.В., Яржомбек А.А.* Справочные материалы по росту рыб: карповые и другие мягкоперые. М.: Изд-во ВНИРО, 2007. 99 с.
- Веткасов С.А.* Возраст, темп роста и динамика численности щуки в озере Ильмень (по данным за 1968–1970 гг) // Изв. ГосНИОРХ. 1973. Т. 86. С. 64–72.
- Доманевский Л.Н.* Промыслово-биологическая характеристика щуки Цимлянского водохранилища // Изв. ВНИОРХ. 1958. Т. 45. С. 201–212.
- Дрягин П.А.* О рыбных ресурсах Белого озера // Там же. 1933. Т. XVI. С. 40–65.
- Елизарова Н.С., Абрамова Л.П.* Промыслово-биологическая характеристика рыб, обитающих на мелководьях Волгоградского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 89. С. 195–205.
- Ефимова А.И.* Щука Обь-Иртышского бассейна // Изв. ВНИОРХ. 1949. Т. 28. С. 114–174.
- Ефимова Т.А.* Биология и запасы щуки Ивановского и Угличского водохранилищ // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1980. Вып. 145. С. 39–45.
- Жилюкене В., Жилюкас В.* Искусственное воспроизводство щуки *Esox lucius* L. // Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб. Вильнюс: Изд-во Литов. гидробиол. о-ва, 2008. С. 107–122.
- Иванова М.Н., Свирская А.Н.* Питание и рост молоди щуки *Esox lucius* при выращивании в условиях измененного температурного режима // Вопр. ихтиологии. 1991. Т. 31. Вып. 1. С. 115–122.
- Иванников В.П.* Плодовитость щуки озера Ильмень // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1992. Вып. 322. С. 67–76.
- Канаев А.И.* Биотехника разведения щуки в карповых прудах // Рыб. хоз-во. 1952. № 7. С. 34–35.
- Карневич А.Ф.* Биоэкологические потенциальные свойства гидробионтов в природе и аквакультуре // Сб. тез. I Всесоюз. симпозиума «Теоретические основы аквакультуры». М.: МОИП, 1983. С. 31–33.
- Карневич А.Ф.* Потенциальные свойства гидробионтов и их реализация в аквакультуре // Биологические основы марикультуры. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. С. 78–100.
- Кириленко Л.В.* Рыбохозяйственная характеристика уловов озера Нобисто-Дедино // Тр. БелНИИРХ. 1975. Т. XI. С. 99–110.
- Киселев А.И.* Рыбохозяйственное значение Рефтинского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 165. С. 59–63.
- Кожевников Г.П.* Формирование рыбных запасов Горьковского водохранилища в первые годы его существования // Изв. ВНИОРХ. 1965. Т. 59. С. 43–97.
- Кожевников Г.П., Лесникова Т.В., Харитонов Э.Д.* Размерно-возрастная структура стад и промысловый запас рыб Горьковского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1979. Вып. 142. С. 99–130.
- Кудерский Л.А., Никаноров Ю.И.* Возраст кульминации ихтиомассы и наступления половой зрелости в популяциях промысловых рыб Ивановского и Угличского водохранилищ // Там же. 1983. Вып. 202. С. 133–151.
- Кузнецов В.А.* Характеристика роста личинок и молоди некоторых пресноводных рыб на разных этапах развития // Вопр. ихтиологии. 1972. Т. 12. Вып. 3. С. 479–489.
- Купинский С.Б.* Закономерности роста растительных рыб на различных

- стадиях онтогенеза: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1987. 27 с.
- Купинский С.Б., Баранов С.А. Взаимосвязь температуры и роста рыб (взгляд с точки зрения прогнозирования) // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. 1988. Вып. 51. С. 105–112.
- Купчинская Е.С. Щука *Esox lucius* L. (Esocidae) Усть-Илимского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 1985. Т. 25. Вып. 1. С. 74–81.
- Костюченко А.А., Сокровина В.И., Корнейчук В.Ф. Рыбохозяйственная характеристика озера Нещердо и меры по его преобразованию в нагульный товарный водоем // Тр. БелНИИРХ. 1975. Т. XI. С. 84–99.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных (анализ на уровне организма). М.: Наука, 1976. 291 с.
- Москул Г.А., Никитина Н.К., Гаврикова Е.Г. Современное состояние и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Краснодарского и Ставропольского краев // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1982. Вып. 186. С. 43–142.
- Мохов Г.М. Размерно-возрастная характеристика щуки Ладожского озера // Там же. 1979. Вып. 141. С. 126–130.
- Мохов Г.М. Половое созревание и плодовитость щуки Ладожского озера // Там же. 1980. Вып. 154. С. 49–56.
- Мохов Г.М. Суточные рационы и кормовые коэффициенты щуки Ладожского озера // Там же. 1981. Вып. 173. С. 86–92.
- Негоновская И.Т., Изюмова И.М., Вульфова М.Р. Сырьевая база озера Белого (по данным 1971–1974 гг.) // Изв. ГосНИОРХ. 1977. Т. 116. С. 13–35.
- Олифер С.А. Рыбохозяйственное освоение Усть-Илимского водохранилища // Там же. 1977. Т. 115. С. 65–96.
- Печников А.С. Ихтиомасса как показатель биопродукционных возможностей озер Галичского и Чухломского // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 164. С. 75–83.
- Печников А.С., Терешенков И.И., Королев А.Е. Определение минимальной нормы вылова малоценных рыб в зарыбляемых озерах (на примере озера Нарядного) // Там же. 1983. Вып. 198. С. 205–220.
- Подлесный А.В. Рыбы Енисея, условия их обитания и использование // Изв. ВНИОРХ. 1958. Т. 44. С. 97–178.
- Полякова Г.И., Федоров В.А. Влияние повышения интенсивности промысла и зарыбления на аборигенное стадо рыб нагульных озер // Тр. БелНИИРХ. 1975. Т. XI. С. 27–33.
- Померанцев Г.П. Камское водохранилище // Изв. ГосНИОРХ. 1961. Т. 50. С. 88–101.
- Понкратов С.Ф. Рост и питание щуки в Усть-Илимском водохранилище // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1980. Вып. 152. С. 40–45.
- Понкратов С.Ф. Формирование запасов основных промысловых рыб Усть-Илимского водохранилища // Там же. 1981. Вып. 165. С. 102–109.
- Резников В.Ф., Баранов С.А., Стариков Е.А., Толчинский Г.И. Стандартная модель массонакопления рыбы // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. 1978. Вып. 22. С. 182–196.
- Руденко Г.П. Численность рыб в малых озерах Ленинградской и смежных областей и величина их допустимого вылова // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 128. С. 72–134.
- Руденко Г.П., Белоусов В.И., Волков Ю.П. Абсолютная численность рыб, ихтиомасса и рыбопродукция в озере Кривом Псковской области // Там же. 1975. Т. 99. С. 92–100.
- Савина Н.О. Рыбные ресурсы озер Белорусской ССР и перспективы их улучшения // Тр. Бел. отд. ВНИОРХ. 1957. Т. I. С. 71–103.
- Сазонова Е.А. Особенности размножения щуки в Псковско-Чудском озере // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1979. Вып. 139. С. 145–150.
- Сазонова Е.А. Размерно-возрастная характеристика щуки Псковско-Чудского озера // Там же. 1980. Вып. 156. С. 97–101.
- Сазонова Е.А. Состояние запасов и прогнозирование уловов щуки Псковско-

- Чудского озера // Там же. 1982. Вып. 185. С. 23–34.
- Сазонова Е.А., Федорова Г.В. Развитие воспроизводительной системы и нерест щуки Псковско-Чудского озера // Там же. 1982. Вып. 182. С. 77–91.
- Свирская А.Н., Иванова М.Н. Особенности питания и роста молоди щуки *Esox lucius* // Вопр. ихтиологии. 1990. Т. 30. Вып. 1. С. 85–93.
- Сметанин М.М. Погрешности количественных показателей роста рыб // Тр. ИБВВ. 1982. Вып. 49. С. 43–62.
- Сокровина В.И. Промыслово-биологическая характеристика рыб озера Освея // Тр. БелНИИРХ. 1973. Т. IX. С. 207–217.
- Сокровина В.И. Промыслово-биологическая характеристика уловов в озере Снуды // Там же. 1975. Т. XI. С. 148–162.
- Сокровина В.И., Михайлова Г.Ф. Промыслово-биологическая характеристика рыб озера Езерище // Там же. 1970. Т. VII. С. 228–238.
- Суханова Г.И. О нересте и плодовитости щуки *Esox lucius* L. Вилюйского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 1979. Т. 19. Вып. 2. С. 278–283.
- Тихомирова Л.П. Рыбохозяйственная характеристика озера Врево // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 128. С. 27–40.
- Толчинский Г.И. Структура стандартной модели массонакопления. Экологический коэффициент и структура модели // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. 1980а. Вып. 29. С. 95–102.
- Толчинский Г.И. Стандартная модель массонакопления беспородного ювенального карпа // Там же. 1980б. Вып. 29. С. 110–118.
- Толчинский Г.И. О продукционном стандарте ювенального карпа. 1. // Там же. 1981а. Вып. 30. С. 147–154.
- Толчинский Г.И. О продукционном стандарте ювенального карпа. 2. // Там же. 1981б. Вып. 31. С. 204–212.
- Толчинский Г.И., Резников В.Ф. Структура стандартной модели массонакопления. Генетический коэффициент // Там же. 1980. Вып. 28. С. 145–152.
- Торговцев А.Ф., Александров Ю.В. Состояние ихтиофауны и рыбопродукционные возможности озер Ужо, Туричино, Есино, Ловецкое // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 167. С. 100–118.
- Тюняков В.М., Рогачев В.П., Наумова Л.Ф. и др. Воздействие крупных водозаборов на состояние запасов рыб в среднем течении реки Дон // Там же. 1987. Вып. 270. С. 105–122.
- Тюрин П.В. Биологические основания реконструкции рыбных запасов в северо-западных озерах СССР // Изв. ВНИОРХ. 1957. Т. 40. С. 3–202.
- Тюрин П.В. Биологические обоснования реконструкции рыбных запасов Псковско-Чудского водоема // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 83. С. 153–186.
- Цепкин Е.А. О максимальных размерах щуки *Esox lucius* L. // Вопр. ихтиологии. 1986. Т. 26. Вып. 5. С. 867–869.
- Штейнфельд А.Л. Промыслово-биологическая характеристика уловов рыб в озере Богино // Тр. БелНИИРХ. 1970. Т. VII. С. 243–256.
- Штейнфельд А.Л., Кириленко Л.В. Биологическая характеристика уловов и перспективы рыбохозяйственного использования озера Лукомльское // Тр. БелНИИРХ. 1975. Т. XI. С. 110–128.
- Шумакова Е.Н., Архипцева Н.Т. Запасы рыб озер Рубанково и Середеево Псковской области // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1979. Вып. 141. С. 63–69.
- Шибяев С.В. Промысловая ихтиология. СПб.: Проспект Науки, 2007. 400 с.

WEIGHT-GAINING RATE OF THE PIKE *ESOX LUCIUS*

© 2017 y. S.B. Kupinskiy, A.S. Kupinskiy

*Dmitrov Fish-Industry Technological Institute (Branch)
of the Federal State-funded Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Astrakhan State Technical University», Moscow region, 141821*

Quantitative analysis of large amount of data about weight growth of the pike in natural water bodies of the Russian Federation was carried out using standard model of weight-gaining rate of fish. Trends and concrete values of parameters of average annual rate of weight gain of the pike during ontogeny were determined. Loss of roe and caviar weight during spawning was also taken into consideration. In the latter case, average annual rate of weight gain demonstrated high degree of constancy during ontogeny, in particular, negligible difference between weight-gaining rate of nobileous and impuberal fish. Specific value 0.01540 was offered as standard value of average annual weight-gaining rate of the pike in natural water bodies. Expert evaluation of productive effect of temperature to the pike was made. It allows to correlate value of average annual rate of weight gain with genetic coefficient of the pike (0.134) and make predictive calculations of weight-growth of the pike in a vast variety of conditions of its natural habitat.

Keywords: pike, *Esox lucius* L., natural waterbody, natural pond, weight-gaining rate, standard model, standard parameters, ontogeny periods, nobileous, impuberal, juvenile, temperature effect to weight growth.