

УДК 574.587(285.2): 591 + 504.054: 57

ЗНАЧЕНИЕ ВИТАМИНА Е В ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СИГОВЫХ РЫБ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

А.К. Шумилина,

канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб, ФГНУ Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства. Россия, г. Санкт-Петербург, набережная Макарова, д. 26, e-mail: niorkh@mail.lanck.net, aqualab20Q7@yandex.ru

Аннотация. Показано, что одной из основных функций витамина Е для сигов является поддержание на высоком уровне нормального физиологического статуса производителей и развивающихся эмбрионов во время периода низких температур. Концентрация токоферола в печени самок, икре и репродуктивных органах самок сиговых зависит от его содержания в искусственной пище и от возраста рыбы. Содержание витамина Е в искусственной пище для производителей сиговых, выращиваемых в индустриальных условиях, должно составлять не меньше чем 400 мг/кг.

Ключевые слова: витамин Е, токоферол, физическое состояние, питание.

VALUE OF VITAMIN E IN ARTIFICIAL FORAGES FOR SPAWNERS WHITEFISH CULTIVATED IN INDUSTRIAL CONDITIONS

A.K. Shumilina,

Cand. Biol. Sci., Senior Researcher of laboratory of aquiculture and reproduction of valuable kinds of fishes, State scientific research Institute of a Limnetic and River Fishery. Russia, St.-Petersburg, Makarova quay, 26, e-mail: niorkh@mail.lanck.net, aqualab20Q7@yandex.ru

Summary. It has been shown that one of the basic functions of vitamin E for whitefish is to keep up a normal physiological status of spawners and developing embryos during low temperatures. The tocopherol concentration on female livers and caviar and reproductive traits of whitefish females proved to have depended from its contents on artificial food and fish age. The contents of vitamin E on artificial food for whitefish spawners reared in industrial conditions should be not less than 400 mg/kg.

Keywords: vitamin E, tocopherol, physiological status, food.

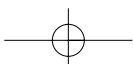
Кормление сиговых рыб, выращиваемых в индустриальных условиях по методике ГосНИОРХ, осуществляется исключительно искусственными кормами, от биологической полноценности и сбалансированности которых во многом зависит физиологическое состояние производителей и качество получаемых от них половых продуктов. Ежегодный мониторинг экспериментальных маточных стад, включающий оценку половозрелых особей по целому ряду физиолого-биохимических показателей, выявил большую значимость витамина Е в процессе формирования половых продуктов у самок сиговых, выращиваемых в садках.

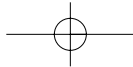
Исследования показали, что сиги характеризуются высоким содержанием токоферола в печени

и икре. Его уровень в печени половозрелых самок, выращенных в садках, колебался в пределах 21–59 мг %, в икре – от 8 до 63 мг %, в печени самцов – от 15 до 41 мг % (табл. 1). Содержание витамина Е в печени и икре самок озерной пеляди (Сяберские озера, естественный корм) было еще выше: 35–67 и 32–73 мг % соответственно. При этом содержание токоферола в печени самцов обычно в 1,5–2 раза ниже, чем у самок.

Установлено, что потребность производителей сигов в токофероле резко возрастает в период созревания гонад: его концентрация в печени самцов и самок увеличивается в 2 раза, в яичниках – более чем в 10 раз (рис. 1).

Однако если у самцов при созревании накопление витамина Е в печени происходит постепенно,





КОРМА И КОРМЛЕНИЕ

Таблица 1

Уровень витамина Е в печени и икре сигов в период нереста

Вид	Условия выращивания	Пол	Витамин Е, мг %	
			печень	икра
Пелядь	Садки, искусственный корм	Самки	25–59	8–63
		Самцы	15–40	–
	Сяберские озера, естественный корм	Самки	35–67	32–73
		Самцы	23–32	–
Муксун	Садки, искусственный корм	Самки	25–52	19–49
		Самцы	23–41	–
Чир	Садки, искусственный корм	Самки	21–57	18–51
		Самцы	14–40	–
Волховский сиг	Садки, искусственный корм	Самки	25–46	24–31
		Самцы	10–31	–

то у самок – только до IV стадии зрелости, после чего его концентрация начинает снижаться, особенно перед нерестом. В яичниках, напротив, максимальная интенсивность накопления токоферола (в 3 раза) отмечена при подготовке самок к нересту в ноябре при переходе гонад с IV к V стадии зрелости. Учитывая, что производителей перед нерестом не кормят, потребности формируемых половых продуктов в витамине Е в этот период полностью обеспечиваются только его запасами в организме самок. Следует отметить, что основное накопление витамина Е в теле самок происходит в течение летнего нагула. Если в течение лета производители получают корм с низким содержанием витамина Е, то введение повышенных доз токоферола в корма для производителей осенью, за 2–4 недели до прекращения кормления, не оказывает какого-либо положительного влияния на концентрацию этого вещества в икре.

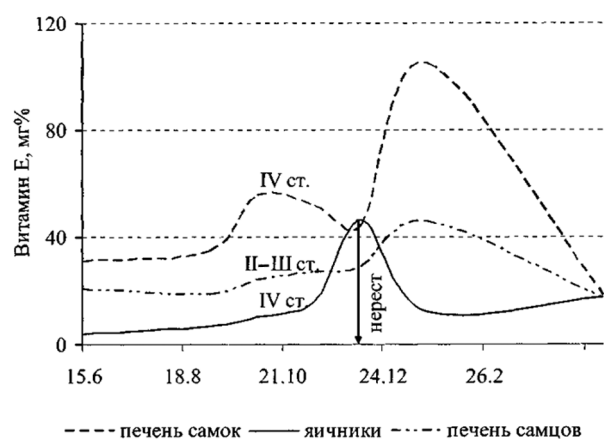


Рис. 1. Изменение концентрации витамина Е в органах садковой пеляди

После нереста у производителей сиговых отмечен обратный процесс: витамин Е из резорбирующих гонад откладывается в печени рыб. Через 1–1,5 месяца после получения половых продуктов, концентрация токоферола в печени сигов увеличивается в 1,5–3 раза, например, у самок пеляди – до 95–129 мг %, муксуна – до 48–74 мг %. В течение зимовки при температуре воды менее 2 °С уровень токоферола в печени резко снижается: у самцов в 2–3 раза, у самок в 5–6 раз. При этом у самок уже зимой начинается формирование половых продуктов, что сопряжено с перераспределением витамина Е в яичники.

Как известно, витамин Е не синтезируется в организме животных. Для рыб, культивируемых в промышленных условиях, его источником являются искусственные корма. При выращивании производителей сиговых в садках отмечена прямая зависимость уровня токоферола в печени и икре самок от его содержания в корме. Установлено положительное влияние высоких доз витамина Е на репродуктивные показатели самок: рабочую плодовитость, размеры икринок, оплодотворяемость и выживаемость икры (табл. 2).

Анализ индивидуальных различий одновозрастных самок по плодовитости и содержанию токоферола в икре также показал наличие положительной корреляции между этими показателями. Это свидетельствует о большом значении витамина Е в процессе гаметогенеза у самок сигов и подтверждается общеизвестными данными о роли токоферола в формировании половых продуктов у животных, в связи с чем его иначе называют витамином плодовитости или фактором размножения.

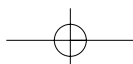


Таблица 2

Репродуктивные показатели самок пеляди (2+), выращенных на разных кормах

Показатель	Содержание витамина Е в корме, мг/кг	
	300 мг/кг	200 мг/кг
Масса тела, г	449±39,3	463,8±3,47
Коэффициент зрелости, %	23,3±1,26	20,7±2,56
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	24,9±1,16	18,9±1,93
Содержание витамина Е в икре, мг %	46,2±4,43	6,8±0,38
Количество икры в 1 г, шт.	305±9	357±18
Диаметр икры (фиксир.), мм	1,86±0,030	1,69±0,017
Выход личинок от икры, %	90	83

Потребности самок сигов в витамине Е с возрастом значительно возрастают вследствие повышения их плодовитости. Так, при использовании корма с содержанием 300 мгЕ/кг уровень токоферола составил 53 мг % в икре четырехлетних самок (средняя плодовитость 42 тыс. шт. икринок) и всего 39,6 мг % в икре пятилетних самок (74 тыс. шт.) (табл. 3).

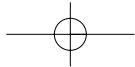
Многолетние исследования биохимического состава икры, полученной в промышленных условиях от самок сигов разных видов, позволили установить взаимосвязь витамина Е с другим биологически активным соединением, действующим в липидной сфере, – витамином А. Следует отметить, что в норме витамин А в икре пеляди, чира и муксуна отсутствует. Однако в отдельные годы он регистрировался в икре в количестве 0,04–0,48 мг %. В икре волховского сига, характеризующейся более низким уровнем токоферола, витамин А присутствует постоянно в количестве до 7 мг %. Отмечено, что ретинол всегда появлялся в икре садковых сигов при явной Е-витаминной недостаточности или низком уровне общих липидов в икре и присутствовал в икре незрелых самок.

В настоящее время установлено, что витамины А и Е играют большую роль в организме рыб при адаптации к снижению температуры воды. Значение этих витаминов как температурных адаптогенов существенно возрастает у холодолюбивых рыб, ранние стадии эмбриогенеза которых проходят при низких температурах воды, – лососевые и сиговые. У лососевых, по-видимому, в качестве температурного адаптогена выступает в основном витамин А и его предшественник – астаксантин. у сиговых – витамин Е. Так, концентрация ретинола в икре форели составляет 0,2–1,04 мг %, токоферола – 17–25,3 мг %, каротиноидов – 9,0–62,4 мкг/г [Шабалина А.А., 1988; Тимошина Л.А. и др., 1997]. В икре пеляди ретинол в норме отсутствует, количество витамина Е достигает 56–57 мг %, каротиноидов – всего 2,5–4,6 мкг/г. Основную функцию температурного адаптогена в икре и организме сигов выполняет токоферол. Об этом свидетельствует как резкое возрастание его концентрации в икре перед нерестом, когда температура воды снижается до 1–2 °С, так и весьма значительное уменьшение этого вещества в

Таблица 3

Репродуктивные показатели разновозрастных самок пеляди

Показатель	Возраст		
	2+	3+	4+
Масса тела, г	449±39,3	638±48,0	1163±165,1
Коэффициент зрелости, %	23,3±1,26	22,9±0,73	42,1±3,06
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	24,9±1,16	41,9±3,55	74,0±8,23
Витамин Е в печени, мг %	44,5±2,54	53,3±1,61	43,9±2,63
Витамин А в икре, мг %	0–0,04	0,07±0,048	0,16±0,092
Витамин Е в икре, мг %	46,2±4,43	52,8±2,85*	39,6±4,85
Каротиноиды в икре, мкг/г	3,8±0,54	3,6±0,18	4,0±0,49
Количество икринок в 1 г, шт.	322±9	280±8	269±7
Диаметр икринки (фиксир.), мм	1,86±0,030	1,93±0,013	1,94±0,014



КОРМА И КОРМЛЕНИЕ

печени производителей в период зимовки. Очевидно, что уменьшение абсолютного количества витамина Е в икре сиговых, причиной которого может являться либо недостаток токоферола в кормах, либо низкий уровень общих липидов, компенсируется витамином А, выполняющим те же функции. Взаимодействие витаминов А и Е проявляется у пеляди и в естественных водоемах. Так, икра пеляди из малокормного оз. Борисовское характеризовалась очень низким уровнем накопления запасных веществ (белок 9,5 % от сырого вещества, жир – 3,1 %, витамин Е – 7,1 мг %). При этом в ней содержалось довольно значительное количество ретинола – 0,36 мг %.

Полученные нами данные свидетельствуют, что одной из основных функций витамина Е в организме сиговых является поддержание нормального физиологического состояния рыб и развивающихся эмбрионов в период низких температур. Появление витамина А в икре является приспособительной реакцией организма сигов, направленной на повышение выживаемости икры в период инкубации, и может служить критерием Е-витаминной недостаточности у производителей сиговых рыб. Учитывая полученные результаты, было определено, что содержание витамина Е в искусственных кормах для производителей сиговых в промышленных условиях должно быть не менее 400 мг/кг.

КОРОТКО О ВАЖНОМ

ДИКИЙ И ЗАВОДСКОЙ ЛОСОСЬ: НАЙДИ ОТЛИЧИЯ

Чем отличается дикий и заводской лосось и почему опасно такое соседство – об этом говорили ученые на XI Международной конференции по биоразнообразию, которая прошла на Камчатке при поддержке WWF.

В водоемах Камчатки нерестится 6 видов лососей. Между тем на юге полуострова функционируют 5 рыбодных заводов, а в ближайшие годы будут построены еще два. На XI Международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» ученые представили информацию о различии условий воспроизводства диких и заводских лососей, а также некоторых их последствиях.

Кардинально отличается уже «детство» диких и заводских рыб: например, на Паратунском и Малкинском рыбодных заводах молодь растет в подогретой воде. Это приводит к акселерации роста молоди, более раннему скату в море и ускорению полового созревания самок в океанических водах. Этот фактор, в свою очередь, приводит к тому, что выпущенный с завода лосось возвращается к нерестилищу через 3–4 года, а дикий – в период от 2 до 7 лет.

Производителей (самцов) для завода отбирают самых крупных, что так же противоречит естественному закону природы. «В результате из одного речного бассейна в море выходят две разные группировки, имевшие разные рацион и качество питания, разный биологический возраст, по-разному подготовленные к жизни в океане», – отмечает в своей статье Лев Животовский, зав. лабораторией генетической идентификации Института общей генетики РАН.

Ученые отмечают массовое проникновение заводской рыбы на естественные нерестилища, что влечет смешанное размножение диких и искусственно воспроизведенных рыб. «Потомство от смешанного нереста может обладать пониженной пригодностью для естественного воспроизводства», – отметил сотрудник КамчатНИРО Олег Запорожец. Между тем в реке Паратунка доля кеты заводского происхождения составляет 45 %, тогда как по данным американских специалистов [Kostow K., 2009], во избежание негативных последствий она не должна превышать 10–12 %.

Для уменьшения негативного влияния заводских рыб на диких участники конференции рекомендуют максимально приблизить условия выращивания заводских лососей к естественным. Второй мерой является ограничение искусственного воспроизводства для поддержания оптимального соотношения диких и заводских лососей в водоемах.

«Искусственное воспроизводство ни в коем случае не должно подменять охрану важных местообитаний, естественных нерестилищ, путей миграций рыб, – процитировал официальную позицию WWF Анатолий Декштейн, координатор морской программы Камчатского/Берингийского экорегионального отделения, – постройка лососевых рыбодных заводов целесообразна только на тех реках, где естественное воспроизводство подорвано. В связи с этим мы предлагаем выделить районы, где будет действовать запрет на строительство лососевых рыбодных заводов с приоритетом сохранности естественного воспроизводства».

