

ВЛИЯНИЕ ВОДЫ РАЗНОЙ СОЛЕННОСТИ НА СПЕРМУ И ИКРУ ВОБЛЫ И ЛЕЩА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Канд. биол. наук В. С. ТАНАСИЙЧУК и И. К. ВОНОКОВ

Дельта Волги за последние десятилетия значительно увеличилась вследствие сокращения стока Волги и падения уровня моря. Эти изменения привели к смещению нерестилищ полупроходных рыб в низовья вновь образовавшейся дельты и в предустьевое пространство моря. В то же время часть прежних нерестилищ утратила свое значение.

При зарегулированном стоке, когда высота паводка уменьшится, нерест полупроходных рыб еще в большей степени, чем в настоящее время, будет локализован в низовьях дельты и в прилегающем к ней предустьевом пространстве. Не исключена возможность осолонения некоторых частей предустьевой зоны. В связи с этим возникла необходимость выяснить возможность нереста полупроходных рыб в воде повышенной солености. Задачей настоящей работы и является выяснение предельной солености воды, при которой возможен нерест и инкубация икры воблы и леща.

При экспериментальных работах был учтен опыт и частично использована методика А. С. Лещинской [5], В. И. Олифан [6], В. С. Ивлева [2], П. М. Коновалова [4], А. Ф. Карпевич [3], М. Н. Гостевой [1].

НЕРЕСТ ВОБЛЫ И ЛЕЩА В ВОДЕ ПОВЫШЕННОЙ СОЛЕННОСТИ

Непосредственных наблюдений за нерестом рыб в водах повышенной солености в Каспийском море немного. Работниками Урало-Каспийской научной станции в 1936—1938 гг. проводились наблюдения за нерестом рыб в осолоненных приморских култуках, прилегающих к р. Уралу. В эти годы весенние паводки р. Урала были настолько низки, что пойменные площади совершенно не заливались, и нерест рыб происходил только в реках у берегов и в приморских култуках. В. А. Злобина наблюдала нерест воблы в Гогольском култуке при колебаниях солености воды в момент нереста от 0,4 до 4,19% (10 и 18 мая). На плавающей по поверхности воды растительности было обнаружено большое количество живой икры воблы. При этой же солености В. А. Злобиной было произведено искусственное оплодотворение и получены эмбрионы воблы.

В. А. Злобина указывает также и на заход производителей леща в осолоненную воду приморских култуков. Но случаев нахождения выметанной икры леща она не отмечает.

В 1936 г. В. С. Танасийчук проводила работы в осолоненных приморских ильменях западного побережья Северного Каспия близ поселка Джильгиты. По определениям Л. А. Барсуковой, соленость воды в Имкаралгинском ильмене, где проводились наблюдения, колебалась в мае от 4,69 до 5,04‰. Весной в этот ильмень из моря зашло небольшое количество воблы, несколько больше леща и много сазана. До 25 мая в Имкаралгинском протоке, соединяющем ильмень с морем, находилась вобла на III и IV стадиях зрелости. Несколько позднее (25—27 мая) появились особи, имевшие II стадию зрелости половых продуктов, т. е. с гонадами, восстановившимися после икрOMETания. 5 июня были пойманы

две самки в стадии VI, видимо, нерестившиеся в ильмене. Позднее вся вылавливаемая вобла имела II стадию зрелости. Ни одной воблы с рассасывающейся икрой обнаружено не было.

Иначе обстояло дело с лещом. До 10 июня самки леща встречались только в III—IV стадиях зрелости. Среди самцов, также имевших стадии зрелости III—IV, 27 мая было обнаружено 3 экз. в V стадии зрелости. С 10 июня у леща началась массовая резорбция икры. Так, из 43 самок, вскрытых 10 июня, рассасывание икры наблюдалось у 19 экз., а из 35 самок, вскрытых 16 июня — у 28. Все остальные самки имели половые продукты в III и IV стадиях зрелости. В июле в ильмень с моря вошел лещ, имевший уже II стадию зрелости.

Много раз проводимый лов икорной сетью и мальковой волокушей показал, что в мае и июне в ильмене и протоке, соединяющем его с морем, личинок и мальков карповых не было; ловились только годовики. 3 июня впервые и сразу в массовом количестве появились сеголетки карповых. Это были мальки, зашедшие с моря. Таким образом, лещ не нерестился в Имаркалгинском протоке и ильмене. Ни одной текучей или отставшей икру самки выловлено не было. Половые железы леща рассасывались.

Отрицательное влияние соленой воды на нерест леща отмечает и И. Я. Сыроватский, проводивший наблюдения в Манычских водохранилищах. Он указывает, что наиболее чувствительным к солености оказался лещ, хорошо размножавшийся в годы, когда содержание хлора в воде не превышало 1 г/л (1937 г.). При повышении содержания хлора до 1,8 г/л (1938 г.) размножение леща практически прекратилось (если не считать единичных сеголетков). В 1939 г., когда содержание хлора было выше 2 г/л, приплода леща совершенно не было. В 1938 г. и особенно в 1939 г. икра леща не созревала до стадии V и рассасывалась [9].

Вобла, повидимому, нерестилась в небольшом количестве в Имаркалгинском протоке, свидетельством чего является вылов двух самок VI стадии зрелости. Но для Имаркалгинского протока и ильмена характерно отсутствие нерестового субстрата. Заросли тростника находились на суше, довольно далеко от воды и заливались лишь во время нагона воды при очень сильных ветрах с моря, вследствие чего выметанная икра могла попасть только на илистый грунт и должна была погибнуть.

Таким образом, просмотр материалов по нересту каспийских рыб в осолоненной воде показывает, что вобла может нереститься в воде соленостью до 4‰ (данные Злобиной), но лишь при наличии нерестового субстрата. О нересте леща в осолоненных водах пока определенных данных нет. В воде соленостью 4—5‰ нерест леща не происходит и половые железы его резорбируются.

ВЫЖИВАНИЕ СПЕРМЫ ВОБЛЫ И ЛЕЩА В ВОДЕ РАЗНОЙ СОЛЕННОСТИ

Нами были повторены опыты В. С. Ивлева [2] со спермой воблы и леща, причем для проведения опытов применялась каспийская вода соленостью 13‰, разбавленная пресной волжской водой. Опыты велись одновременно в пресной воде и в воде соленостью 2, 5, 7, 10 и 13‰.

Наблюдения за активностью спермы проводились под микроскопом. К капле спермы, помещенной на предметное стекло, подводили сбоку каплю воды. Момент слияния засекали секундомером.

Определяли продолжительность поступательного движения [12] и прекращение колебательного движения сперматозоидов. Для устранения индивидуальной ошибки каждый опыт проводился двумя лицами.

Полученные нами результаты (табл. 1) расходятся с данными Ивлева [2].

Таблица 1

Продолжительность движения сперматозоидов воблы и леща в секундах

Характер движения	Вид рыбы	Количество опытов	Соленость воды в ‰					Температура воздуха в лаборатории в °С	
			пресная вода	2	5	7	10		13
Поступательное	Лещ	13	53	68	83	75	62	0	16,2
	Вобла	8	81	135	184	132	107	0	15,5
Колебательное	Лещ	13	24	44	124	178	16	0	16,2
	Вобла	8	30	90	532	253	177	57	15,5

По Ивлеву, наиболее продолжительное поступательное движение сперматозоидов наблюдалось в пресной воде. По нашим данным, продолжительность как поступательного движения, так и колебательного возрастала по мере увеличения солености до 5‰. При дальнейшем увеличении солености воды продолжительность движения сперматозоидов уменьшалась.

В воде соленостью 13‰ ни поступательного, ни колебательного движения сперматозоидов леща не наблюдалось. У сперматозоидов воблы были отмечены только колебательные движения.

По Ивлеву, летальная соленость для сперматозоидов воблы равняется 9,5‰. В то же время, по его же данным, оплодотворение икры воблы наблюдалось в воде соленостью 12‰. По нашим данным, икра воблы оплодотворяется даже в воде соленостью 13‰.

Однако, хотя движение сперматозоидов в воде соленостью 5‰ и наиболее продолжительно, но не все сперматозоиды в ней движутся. Только в пресной воде и воде соленостью 2‰ наблюдается движение всех сперматозоидов. С повышением солености все меньшее и меньшее количество сперматозоидов приходит в движение. Кроме того, при солености воды 10—13‰ сперматозоиды начинают двигаться не сразу, а через 10—13 секунд после добавления воды этой солености.

С повышением солености граница между поступательным и колебательным движениями все больше стирается. Таким образом, у одной части сперматозоидов повышение солености стимулирует движение, у другой — тормозит его.

ВЫЖИВАНИЕ ИКРЫ

По Ивлеву [2], нормальное развитие икры леща может происходить в каспийской воде соленостью до 7‰, по Олифан [6]—до 7,5‰. Развитие икры воблы, по Ивлеву, происходит при солености до 11‰.

Олифан производила оплодотворение полусухим способом. При этом способе, как известно из работ Привольнева [7], оплодотворение происходит в полостной жидкости, и добавленная морская вода воздействует уже на оплодотворенную икру. В одной серии опытов Ивлева икра была оплодотворена мокрым способом, но этот опыт, повидимому, закончился лишь началом дробления икры. Известно, что дробление происходит и у неоплодотворенной икры. Поскольку же опыты Ивлевым велись в колбах, установить вероятность оплодотворения путем микроскопического анализа было невозможно.

Основные наблюдения Ивлев производил над икрой, оплодотворенной в пресной воде и перемещенной затем в воду разной солености. Подобные опыты были поставлены и нами (табл. 2).

Таблица 2

Выживание икры (количество вышедших предличинки) воблы и леща в процентах от общего количества икры, оплодотворенной в пресной воде и пересаженной в воду разной солености

Название рыбы	Состояние эмбрионов и предличинки	Соленость воды в ‰					Температура воды в °C				
		пресная	2	5	7	10	13	от—до	средняя		
Лещ	Опыт I										
	Вылупившиеся предличинки	87	91	72	91	74	24	13,4—25,8	19,1		
	из них уродливые . . .	0	0	7	0	0	100				
	Погибшие в икре сформированные эмбрионы	0	0	0	0	19	75				
Опыт I											
Вобла	Вылупившиеся предличинки	100	75	82	90	56	7	8,8—25,8	17,5		
	из них уродливые . . .	0	0	0	0	0	0				
	Погибшие в икре сформированные эмбрионы	0	0	0	0	44	93				
	Опыт II										
	Вылупившиеся предличинки	96	96	88	85	51	9			8,8—23,4	17,1
	из них уродливые . . .	0	0	0	0	0	10				
Погибшие в икре сформированные эмбрионы	0	0	0	0	47	89					

Икру воблы и леща, оплодотворенную в пресной воде, на стадии гаструлы помещали в воду различной солености. Воду соленостью 13‰ для опытов привозили из Среднего Каспия и разбавляли волжской водой. Икру оплодотворяли в чашках Петри; в каждую чашку помещали 100—150 икринок. Воду ежедневно меняли.

Развитие икры воблы и леща шло совершенно одинаково как в пресной воде, так и в воде соленостью 13‰. Соли, как известно, не проникают в икринки сквозь желточную оболочку. Лишь на стадии подвижного зародыша, когда эмбрион уже вполне сформирован и оболочка под действием фермента вылупления истончается, высокая соленость оказывает влияние на эмбрионы. В воде соленостью 10 и 13‰ движения эмбрионов стали менее интенсивными. Особенно отчетливо замедление движения эмбрионов было заметно в икре, развивающейся в воде соленостью 13‰.

Когда в пресной воде и воде соленостью 7‰ и ниже началось массовое вылупление предличинки из икры, находившейся в воде соленостью 10 и особенно 13‰, предличинки вылуплялись недружно и в небольшом количестве. Остальные вполне сформированные эмбрионы с интенсивной пигментацией погибли в икре.

Предличинки леща и воблы, вылупившиеся в воде соленостью 10 и 13‰, были или уродливые, или вскоре после вылупления искривлялись и через сутки погибали.

Таким образом, полученные нами данные по выживанию икры, оплодотворенной в пресной воде и инкубированной в воде разной солености, близки к данным, полученным В. И. Олифан и В. С. Ивлевым.

Чтобы исключить возможность оплодотворения икры в полостной жидкости, что не может быть при естественном нересте, нами были поставлены другие опыты, где искусственное оплодотворение было произведено «мокрым способом» в воде разной солености. Результаты этих опытов приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Выживание икры леща (в %)¹, оплодотворенной в воде разной солености

Номера серии	Дата оплодотворения	Продолжительность инкубации в сутках	Состояние предличинки	Соленость воды в ‰						Температура воды ²	
				пресная	2	5	7	10	13	от—до	средняя
1953 г.											
I	30/IV	18	Выжившие	18	70	0	0	0	0	5,6—16,9	11,2
			Уродливые	0	0						
II	30/IV	17	Выжившие	0	31	0	0	0	0	5,8—17,8	11,5
			Уродливые		0						
III	30/IV	8	Выжившие	48	18	11	0	0	0	8,8—21,1	15,9
			Уродливые		0	0					
IV	30/IV	11	Выжившие	60	79	7	0	0	0	8,8—21,2	16,1
			Уродливые	0	2	14					
V	10/V	8	Выжившие	79	60	65	77	0	0	9,7—14,8	13,1
			Уродливые	0	0	0	27				
VI	10/V	7	Выжившие	90	88	79	0	0	0	13,4—25,8	19,1
			Уродливые	0	3	0					
1952 г.											
I-a	28/V	4	Выжившие	99	95	65	0	0	0	16,2—22,6	20,1
			Уродливые	0	0	0					
II-a	28/V	4	Выжившие	95	93	67	0	0	0	16,2—22,6	20,1
			Уродливые	0	0	24					
Средние данные				73	74	41	12	0	0		
				0	3	7	27				

¹ Процент выживания икры определялся по количеству вышедших предличинки от общего количества икры; процент уродливых предличинки—от общего количества вылупившихся предличинки.

² Икра инкубировалась при разной температуре. Для этого в 1953 г. часть аквариумов с икрой была подвешена в разных участках реки, часть находилась в лаборатории.

РАЗВИТИЕ ИКРЫ ЛЕЩА

Развитие икры в разных сериях происходило при разной температуре, что не могло не отразиться на результатах опытов.

По данным И. В. Тонких и П. М. Коновалова [10], понижение температуры до 8,5° губительно сказывается на ранних стадиях развития икры донского леща. Н. И. Сыроватская [8] указывает, что при понижении температуры воды до 6° происходит массовая гибель икры донского леща и на более поздних стадиях развития.

Икра волжского леща также плохо переносит резкое понижение температуры воды. При инкубации икры леща в первых двух сериях температура воды была низкой (средняя 11,2—11,5°). На четвертый день развития она понизилась до 5,6—5,8°, затем начала медленно подниматься (икра инкубировалась в банках, помещенных в реке).

В первой серии предличинки вылупились в небольшом количестве в воде соленостью 2‰ (70%), во второй — только в воде соленостью 2‰ (31%). Таким образом, развитие икры при пониженной температуре во-

ды было явно ненормальным, но слабосоленая вода (2‰) стимулировала развитие икры даже при неблагоприятных температурных условиях.

С повышением минимальной температуры воды до 8,8° (серии III, IV) процент выхода предличинок в пресной воде увеличивается.

Наблюдается также в небольшом количестве вылупление предличинок и в воде соленостью 5‰.

В пятой серии икра развивалась в условиях небольшой амплитуды колебаний температуры, при наименьшей температуре в 9,7°. Из икры этой серии много предличинок вылупилась даже в воде соленостью 7‰. Дальнейшее повышение температуры воды способствовало очень высокому выходу предличинок в пресной воде и воде соленостью 2‰. Высокие показатели выхода предличинок наблюдались и в воде соленостью 5‰. Следует отметить, что часть предличинок в воде соленостью 5 и 7‰ вылупилась недоразвитой; при низкой температуре воды этого не наблюдалось.

РАЗВИТИЕ ИКРЫ ВОБЛЫ

Икра воблы оплодотворялась в двух сериях в 1952 г. и в пяти сериях в 1953 г. (табл. 4).

Таблица 4

Выживание икры воблы (в %)¹ в воде разной солености

Номера серии	Дата оплодотворения	Продолжительность инкубации в сутках	Состояние предличинок	Соленость воды в ‰					Температура воды в °С		
				пресная	2	5	7	10	13	от-до	средняя
1953 г.											
I	1/V	17	Выжившие	95	100	98	81	13	0	5,6—16,9	11,3
			Уродливые	0	0	0	2	87			
II	1/V	17	Выжившие	62	95	88	79	0	0	5,8—17,8	11,5
			Уродливые	0	0	14	60				
III	1/V	13	Выжившие	84	83	80	92	43	0	8,8—23,4	16,6
			Уродливые	0	0	0	9	42			
IV	1/V	13	Выжившие	87	68	93	80	47	0	8,8—23,4	16,6
V	8/V	9	„	66	85	88	30	3	0	11,7—25,8	18,4
1952 г.											
I-a	14/V	5	Выжившие	93	92	89	92	83	7	14,4—18,2	16,7
			Уродливые	0	0	0	15	100	100		
II-a	20/V	6	Выжившие	85	79	22	20	0	0	12,7—21	17,8
			Уродливые	0	0	14	20	85	100		
Среднее		..	Выжившие	86	89	79	68	44	4		
			Уродливые	0	0	14	20	85	100		

¹ Процент выживания икры определяется по количеству вылупившихся предличинок от общего количества икры, процент уродливых предличинок — от общего количества вышедших предличинок.

В воде соленостью 13‰ развитие икры воблы наблюдалось только в первой серии, однако вылупившиеся предличинки были недоразвитыми и вскоре погибли. В остальных сериях икра в воде соленостью 13‰ осталась неоплодотворенной и погибла на второй день развития.

В воде соленостью 10‰ икра развивалась и вылупление предличинок наблюдалось во всех сериях, за исключением одной (II серия, 1953 г.). В некоторых случаях выживание икры составляло 82% (серия I-a, 1952 г.), но при этом вылупившиеся предличинки были уродливыми, нежизнеспособными и вскоре погибали.

Развитие икры в воде соленостью 7‰ проходило нормально, процент вылупившихся предличинок был высоким, а количество уродливых экземпляров в ряде серий было относительно небольшим.

В воде соленостью 5‰ развитие икры и вылупление происходили нормально, и только в одном опыте (II серия) был отмечен выход уродливых предличинок.

Таким образом, соленость воды 2‰ является оптимальной для развития икры воблы. Выживание икры в воде этой солености было наиболее высоким. Все вылупившиеся предличинки были нормальными.

Пределы оптимальной температуры для развития и выживания икры воблы значительно шире, чем у леща. Низкая температура (5,6—5,8°) и связанный с этим длительный инкубационный период (17 суток) не вызвали снижения процента выживания икры воблы. В то же время и значительное повышение температуры (до 25,8°) не отразилось заметно на выживании икры.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИКРЫ, ОПЛОДОТВОРЕННОЙ В ВОДЕ РАЗНОЙ СОЛЕННОСТИ

Набухание икры воблы и леща в воде разной солености происходит неодинаково (табл. 5).

Таблица 5

Диаметр икры воблы и леща в воде разной солености

Диаметр икры	Виды рыбы	Соленость воды в ‰				
		пресная	2	5	7	10
В мм	Вобла	1,38	1,42	1,44	1,44	1,40
	Лещ	1,44	1,71	1,75		
В % к диаметру икры в пресной воде	Вобла	100	103	104		
	Лещ	100	119	122	104	101

Набухание икринок воблы увеличивается по мере повышения солености воды до 7‰, но в воде соленостью 10‰ диаметр икринок вновь уменьшается, хотя и остается большим, чем в пресной воде.

У леща набухание икры происходит более интенсивно, чем у воблы, что связано, повидимому, с особенностями структуры оболочки икры леща.

Предличинки, вылупившиеся из икры, развивавшейся в воде разной солености, несколько отличались также и по длине (табл. 6).

Таблица 6

Средняя длина предличинок (в мм), вылупившихся из икры, инкубированной в воде разной солености

Вид рыбы	Соленость воды в ‰				
	пресная	2	5	7	10
Вобла	5,70	5,80	5,71	5,67	4,66
Лещ	4,66	4,80	4,57	—	—

В момент оплодотворения, до образования желточной оболочки, соли могли проникать в икринку и оказывать влияние на развивающихся эмбрионов: в небольших количествах — стимулирующее, в больших — угнетающее.

Наиболее крупные предличинки вышли из икры воблы и леща, инкубированной в воде соленостью 2‰. Они же оказались и наиболее жизнеспособными. Несколько меньшей была длина предличинок, вылупившихся из икры, инкубированной в воде соленостью 5‰. Предличинки леща были мельче предличинок, выклюнувшихся в пресной воде. Жизнеспособность их также была пониженной.

Личинки воблы в воде соленостью 7‰ и особенно 10‰ были мельче личинок, развивавшихся в пресной воде. Наиболее быстро погибали они в воде соленостью 10‰.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдения за нерестом каспийской воблы и леща в воде повышенной солености указывают на очень ограниченное использование ими для нереста осолоненных вод. Уже вода соленостью 4—5‰ вызывает резорбцию яичников леща. В воде соленостью выше 4—5‰ нереста воблы не отмечалось.

А. Ф. Карпевич указывает на то, что во многих случаях возможности вида бывают шире, чем это требует воздействие данной конкретной среды, и тогда его физиологические свойства частично остаются в скрытом состоянии — в потенции.

Наши данные показывают, что потенциальные возможности оплодотворения и инкубации икры имеют более широкий диапазон солености, чем те, при которых наблюдается нерест. Но жизнеспособность личинок за пределами оптимальной солености, при которой происходит нерест, снижается.

Уже изучение реакции сперматозоидов на воду той или иной солености позволяет наметить примерную оптимальную и летальную соленость воды для обоих видов. Четко выявляется большая солеустойчивость воблы сравнительно с лещом, сказывающаяся в сдвиге летальной границы на большие солености.

Весьма интересным моментом, выявленным в опытах со спермой, является различие в реакции сперматозоидов на воду повышенной солености. Лишь вода соленостью 2‰ стимулирует движение всех сперматозоидов. Увеличение солености воды до 5‰ действует на часть сперматозоидов все более и более возбуждающе — продолжительность их движения увеличивается; часть же сперматозоидов совершенно не приходит в движение. При дальнейшем повышении солености количество неактивирующихся сперматозоидов увеличивается. Это обстоятельство указывает, с одной стороны, на возможность оплодотворения икры в воде повышенной солености, с другой — на вероятное уменьшение в ней эффективности нереста.

Для спермы воблы и леща можно считать оптимальной соленостью 2‰, так как в такой воде движение сперматозоидов продолжительнее, чем в пресной, и, кроме того, в ней все сперматозоиды приходят в движение. Сублетальная соленость воды для спермы леща 7‰, для воблы — 10‰.

Примерно аналогичные показатели получены и для икры. Для оплодотворения и развития икры воблы и леща оптимальной является соленость воды 2‰. В воде этой солености наблюдается высокий процент вылупления предличинок даже в условиях, явно неблагоприятных для развития леща (низкая температура). В воде соленостью 5 и 7‰ про-

цент выживания икры уменьшается, повидимому, за счет снижения процента оплодотворения, а возможно и вследствие меньшей жизнеспособности эмбрионов в пресной воде.

Для икры леща летальной является соленость 7‰, для воблы — 10‰.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гостеева М. Н., Развитие аральского леща в морской воде, «Рыбное хозяйство», 1954, № 8.
2. Ивлев В. С., Влияние солености на оплодотворение и развитие икры некоторых костистых полупроходных рыб, «Зоологический журнал», т. XIX, вып. 3, 1940.
3. Карпевич А. Ф., Приспособленность обмена дрейссен Северного Каспия к изменению солевого режима, «Зоологический журнал», вып. 4, 1947.
4. Коновалов П. М., Опыт по изучению влияния солености на развитие икры воблы, леща и сазана, Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря, 1950.
5. Лещинская А. С., Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, 1953.
6. Олифан В. И., Влияние солености на икру и личинок каспийского сазана, воблы и леща, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
7. Привольнев. Оплодотворение икры в отсутствии воды, Проблемы рыболовства в северных районах СССР, Пищепромиздат, 1941.
8. Сыроватский Н. И., О влиянии низких температур на размножение донского леща, АН СССР, 1950.
9. Сыроватский И. Я., Перспективы рыбохозяйственного освоения Маньчжунских водохранилищ, «Рыбное хозяйство», № 4, 1951.
10. Тонких И. В. и Консвалов П. М., О влиянии высоких и низких температур на развитие икры судака и леща, «Труды Доно-Кубанской рыбохозяйственной станции», вып. 6, 1940.
11. Krogh A., Osmofie regulafion in aguafic animals, Cambridge, 1939.
12. Schlenk und Kahman, Ein Verfahren zur Messung der Spermatozoenbewegung Pflug. Arch. Bd. CCXXVI, H., 3, 1935.