

Алла КАНГУР, Ааре КИРСИПУУ

## ОБ ИЗМЕНЕНИИ НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕЩА ПРИ ХРАНЕНИИ РЫБ В БАССЕЙНЕ

В состав комплексных исследований продукционно-биологических свойств рыб, проводимых в секторе гидробиологии Института зоологии и ботаники АН ЭССР, входили и физиолого-биохимические анализы. При использовании биохимических данных в качестве показателей физиологического состояния рыбы необходимо знать изменяемость их в зависимости от физиологических циклов рыб. Это может быть выяснено в результате многолетних исследований природного материала, в данном случае леща из оз. Выртъярв (Кангур, 1969, 1971, 1975; Кирсипуу, 1964, 1971). При повторяющихся из года в год исследованиях, разумеется, следует соблюдать одинаковые способы и условия сбора материала и пользоваться одной методикой анализов. Последние не изменялись нами в течение 10 лет. Но способы лова и условия хранения рыб до анализа не всегда удавалось соблюдать постоянными. В связи с этим нами накоплен материал, представляющий, на наш взгляд, значительный интерес.

Нет сомнения, что способ (орудие) лова влияет на физиологическое состояние рыбы. Очень чувствительным показателем в этом отношении является гемолиз, наблюдаемый почти у всех карповых, подвергнутых хотя бы сколько-нибудь длительному действию орудия лова (жаберные сети, трал), препятствующего дыханию рыбы. Реже наблюдался и слабее выраженным был гемолиз у карповых, выловленных заколами. У лещей, выловленных тралом с парусного судна, гемолиз не обнаружен. Наличие гемолиза у выловленной жаберными сетями плотвы и отсутствие его у рыб, выловленных удочкой, отметил Л. Нюман (Nyman, 1965).

По-видимому, подавление дыхания вызывает сдвиги в кислотно-щелочном равновесии крови, а изменение рН — разрушение эритроцитов.

Степень гемолиза зависит и от интенсивности обмена веществ. Об этом свидетельствует то, что зимой у выловленных жаберными сетями лещей гемолиз наблюдался значительно реже и был выражен слабее, чем летом.

Есть основание предполагать, что способ лова влияет и на многие другие физиологические показатели, например на обводнение тканей, содержание белка в крови и т. д. Этот вопрос требует специального исследования.

Для предотвращения гемолиза летом мы часто помещали рыб или в садок в озере, или в бассейн (с температурой воды около 10°C как

зимой, так и летом) в акваториальном помещении, где они хранились сутки. Мы предполагали, что за это время физиологические процессы рыбы в общем уравниваются, так как после таких процедур гемолиз у лещей обычно не наблюдался. На это указывают и данные Р. С. Тандона и сотрудников (Tandon и др., 1973), согласно которым увеличение в результате стресса, вызванного ловлей и транспортировкой, в крови рыб количества глюкозы и молочной кислоты нормализуется в течение 24 ч. Для полной адаптации рыб к новым условиям требуется, несомненно, значительно больше времени. Различные исследователи указывают на разную продолжительность адаптации — от 3—4 дней до одного месяца, но по-видимому, часто без экспериментального обоснования (Chavin, Young, 1970; Meincke, 1970; Kristoffersson, Broberg, 1971; Wegrzynowicz, Zbanyszek, 1972; Kristoffersson и др., 1972; Haschemeyer, 1973).

При изучении сезонных изменений ряда показателей мышц, гонад и печени леща в августе 1972 г. было отмечено незакономерное, довольно существенное снижение сухого остатка и сырого протеина в мышцах (соответственно на 1,40 и 1,18% в течение месяца). Предполагаемой причиной такого явного снижения мы считали хранение рыб в бассейне в течение суток перед взятием навесок изучаемых тканей (Кангур, 1975). Возможными причинами рассматривались также падение интенсивности питания леща в августе, когда наблюдается годовой минимум в биомассе зообентоса (Тимм, 1973), и наблюдаемое в это время интенсивное развитие гонад (Кангур, 1973). В июне и августе 1973 г. отмечалось еще более существенное обводнение мышечной ткани: содержание воды было 82,23 и 81,98%, сухого вещества — 17,77 и 18,02%. При сравнении способов лова и режимов хранения рыб перед взятием проб выяснилось, что обе группы рыб были выловлены тралом и хранились сутки в озере в садке, а затем были помещены в бассейн. Рыбы были без воды до и после хранения в садке приблизительно 15—20 мин. По-видимому, все эти манипуляции вызывали у рыб состояние стресса, и к моменту взятия проб они были весьма измученными. Сутки — слишком короткое время для восстановления «естественного состояния» (если это в искусственных условиях вообще возможно). О восстановлении нормального состояния речь может быть только в том случае, если рыбы при вылове не получили существенных повреждений, что при траловом лове наблюдается очень редко. Различные повреждения, например, удушье, большая потеря чешуи и другие, наблюдались у лещей, выловленных в августе 1973 г. Было проведено два траления. Рыбы первого улова были почти без повреждений, а второго — сильно поврежденные. В последнем случае трал зацепился, был забит илом, и при вымывании его лещи сильно пострадали. У 12 рыб из первого траления пробы брались непосредственно после вылова прямо на судне. Остальные рыбы из первого траления (6) и более десяти рыб из второго были помещены в садок в озере (куда их отвезли в ванне с водой). На следующий день в садке осталось в живых только шесть рыб. К сожалению, рыбы не были помечены. Судя по их внешнему виду, 4 из выживших лещей были из первого траления (в котором рыбы были почти без повреждений), а 2 — из второго (во втором все рыбы были сильно травмированы — потеряли значительное количество чешуи). Выжившие рыбы были помещены в бассейн, и сразу после этого (в течение 30 мин) брались пробы.

Полученные результаты, а также некоторые аналогичные данные предыдущих лет приведены в табл. 1. Как видно из этих данных, снижение содержания сухого вещества тем больше, чем сильнее постра-

Таблица 1

## Влияние кратковременного хранения рыб на некоторые биохимические показатели мышц

Время анализа	Способ лова и режим хранения	n	Вода, %	Сухое вещество, %	Сырой протеин, %	Жир в сухом веществе, %
6-7/VII 1969	Закол Сутки в садке	12	82,50 (81,33-85,60)	17,50 (14,40-18,67)	—	0,53 (0,04-0,98)
6-7/X 1969	Закол Сутки в садке	12	81,08 (79,62-82,57)	18,92 (17,43-20,38)	—	1,47 (1,12-1,85)
23/X 1969	Без хранения	12	79,87 (79,36-80,97)	20,13 (19,03-20,64)	19,56 (17,43-20,48)	1,60 (1,38-2,04)
28/VII 1972	Без хранения	12	79,08 (78,55-79,74)	20,97 (20,26-21,45)	18,94 (18,28-19,62)	1,19 (0,66-1,97)
29-30/VIII 1972	Трал Сутки в садке	12	80,43 (79,35-82,50)	19,57 (17,50-20,65)	17,76 (16,27-18,58)	1,02 (0,61-2,23)
20/VI 1972	Без хранения	8	79,56 (78,77-80,53)	20,44 (19,47-21,23)	18,76 (18,03-19,42)	2,08 (1,33-2,61)
26-27/VI 1973	Трал Сутки в садке, затем несколько часов в бассейне	12	82,23 (80,88-83,90)	17,77 (16,10-19,12)	16,12 (14,38-17,83)	2,53 (1,14-4,00)
7-8/VIII 1973	Трал Сутки в садке, затем несколько часов в бассейне	12	81,98 (80,70-83,55)	18,02 (16,45-19,30)	16,22 (14,62-16,91)	0,87 (0,60-1,13)
15/VIII 1973	Трал Пробы брались из первого улова на судне	12	79,80 (79,46-80,96)	20,20 (19,04-20,54)	18,82 (17,26-19,37)	0,86 (0,61-1,32)
15-16/VIII 1973	Трал Сутки в садке Рыбы без явных повреждений	4	80,72 (80,04-81,80)	19,28 (18,20-19,96)	17,42 (16,98-17,81)	1,60 (1,04-2,26)
15-16/VIII 1973	Трал Сутки в садке Рыбы с сильными повреждениями	2	82,85 (82,30-83,40)	17,15 (16,60-17,70)	15,57 (14,91-16,03)	1,20 (1,08-1,33)

Таблица 2

Влияние кратковременного хранения лещей в декабре при повышенной температуре на биохимический состав печени и мышц

Время анализа	Режим хранения	n	Сухое вещество, %	Сырой протеин, %	Белок в сухом веществе, %	Жир в сухом веществе, %	Гликоген в сухом веществе, %
<b>Мышцы</b>							
2/XI 1971	Без хранения	12	19,77 (18,92—20,86)	18,10 (17,29—18,76)	91,5 (88,7—96,4)	1,10 (0,61—2,40)	—
22—23/XII 1971	Сутки в бассейне при 10—11 °С	14	18,91 (17,73—21,30)	17,02 (16,20—17,72)	90,2 (83,2—99,4)	1,33 (0,57—3,08)	—
21/XI 1972	Без хранения	8	19,61 (18,34—20,58)	17,80 (16,82—18,71)	90,7 (88,2—93,4)	0,70 (0,53—0,84)	—
7/XII 1972	Без хранения	12	19,88 (19,36—20,46)	18,06 (17,42—18,80)	90,8 (88,7—93,7)	0,76 (0,47—1,06)	—
<b>Печень</b>							
2/XI 1971	Без хранения	12	23,92 (22,40—26,33)	11,48 (10,00—13,12)	48,2 (40,0—54,3)	7,42 (5,89—9,01)	43,8 (38,4—48,0)
22—23/XII 1971	Сутки в бассейне при 10—11 °С	14	20,67 (15,87—25,38)	13,82 (9,35—17,07)	66,8 (41,2—80,6)	10,24 (3,35—25,14)	23,0 (2,9—50,9)
21/XI 1972	Без хранения	8	23,00 (20,32—25,76)	13,50 (11,77—14,50)	58,6 (47,7—69,9)	7,17 (5,94—8,75)	33,6 (22,8—46,4)
7/XII 1972	Без хранения	12	25,60 (23,53—27,62)	10,27 (7,74—13,40)	40,4 (28,2—52,8)	4,58 (2,33—6,12)	55,0 (42,2—68,2)

дала рыба. У рыб, проанализированных непосредственно после вылова, содержание сухого вещества было 20,20%, у рыб без явных повреждений, хранившихся в садке в течение суток, — 19,28%, а у рыб с сильными повреждениями, хранившихся в садке также в течение суток, — 17,15%. Параллельно с падением содержания сухого остатка снизилось и содержание сырого протеина. На содержание жира кратковременное хранение рыб в бассейне или в садке заметного влияния не оказывало.

Быстрое повышение содержания воды в мышцах леща (прирост воды в сутки до 3,05%) указывает на появление глубоких нарушений в водно-солевом балансе. Можно предполагать, что при этом снижается отфильтровывающе-выделяющая способность почек, и избыток воды накапливается в первую очередь в межклеточном пространстве мышц. Не исключена и возможность, что при повреждении рыбы увеличивается проницаемость жабр и кожи.

В период пониженной температуры, т. е. осенью, зимой, ранней весной, процесс обводнения мышечной ткани леща происходит медленно. Так, разница уровня воды у рыб, проанализированных непосредственно после вылова, и у рыб, хранившихся в течение суток в бассейне (или в садке), была в декабре (1971/1972) 0,97%, в октябре (1969) 1,21%, в июне (1972/1973) 2,67% и в августе (1973) 2,0%. Объясняется это, по-видимому, более низкой активностью, а также незначительной поврежденностью рыб, выловленных в это время преимущественно заколами. Биохимический состав печени более лабилен. В декабре даже односточное хранение рыб в бассейне при температуре 10—11° (эта температура воздействует на обмен как переключающий фактор — Лаугасте и др., 1974) приводило к существенным сдвигам в биохимическом составе печени: значительно понизилось содержание гликогена и вместе с тем содержание сухого остатка, повысилось содержание белка и в некоторой мере содержание жира (табл. 2). Такое быстрое и значительное выведение гликогена из печени связано с его легкой мобилизуемостью (Black и др., 1961; Морозова, 1968).

При высоких летних температурах рыбы более чувствительны к внешним воздействиям. Особенно неблагоприятным в это время для рыб является неоднократное пребывание на воздухе (табл. 1 — 26—27/VI и 7—8/VIII 1973). В этот период и индивидуальная вариация всех изученных показателей была более значительна, особенно у тех рыб, которые перед взятием проб находились в бассейнах или садках (табл. 1 и 2).

В результате более длительного хранения рыб в бассейне (в течение

Таблица 3

## Некоторые биохимические показатели при длительном хранении лещей

Время анализа	Режим хранения	n	Коэффициент по Кларк	Сухое вещество, %	Жир в сухом веществе, %
4/III 1969	Без хранения (контроль)	8	1,66 (1,52—1,79)	18,40 (17,32—19,41)	2,10 (1,41—3,10)
24/III 1969	Без хранения (контроль)	8	1,74 (1,48—1,99)	18,90 (17,10—20,77)	1,64 (0,15—3,98)
26/III 1969	Месяц в бассейне без кормления, температура до 21 °С	9	1,50 (1,35—1,62)	19,23 (18,36—19,87)	1,00 (0,57—1,38)
28/III 1969	Месяц в бассейне с кормлением, температура до 21 °С	9	1,71 (1,56—1,91)	20,45 (19,56—21,62)	1,53 (0,18—3,64)

месяца) при постепенно повышающейся температуре воды (до 21°) в конце периода хранения обводнения мышечной ткани не наблюдалось, содержание сухого вещества даже повысилось, особенно заметно в серии опытов с кормлением (табл. 3). У рыб, которых не кормили, понизились упитанность и в некоторой мере содержание жира, что, очевидно, обусловлено его расходом на энергетический обмен.

Обводнение мышечной ткани при кратковременном хранении, видимо, является обратимым процессом и существенно отличается от изменений, наблюдаемых иногда в тканях леща в естественных условиях (например, в оз. Вуртсъярв в конце 1960-х годов). В названный период часто обнаруживались отклонения и в развитии гонад, а также пониженная упитанность (коэффициент по Кларк). Процесс обводнения тканей у рыб по глубине изменений сильно отличался от такого же процесса при кратковременном хранении их в бассейне: все изученные нами ткани были обогащены водой, мышцы приобрели водянистый, студенистый вид (табл. 4). Такое глубокое обводнение имеет обыкновенно необратимый характер — рыбы гибнут. По своему характеру изменения, наблюдаемые у леща в зимне-весенние месяцы 1969—1970 гг., т. е. непосредственно после зимовки, близки к изменениям, наблюдаемым у рыб при длительном голодании, например, у карпа при экспериментальном и естественном голодании, т. е. во время зимовки. Наряду с нарушением водного обмена, наблюдаются значительные отклонения и в белково-синтезирующей деятельности организма. У длительно голодающего карпа содержание воды в тканях повышается одновременно со снижением концентрации К и повышением концентрации Na (Creach и др., 1970). К концу 8-месячного голодания содержание воды в мышцах увеличивается от 78,1 до 91,5%, а ко времени гибели — даже до 95%. С помощью электронной микроскопии в структуре белых мышц наблюдаются изменения, которые соответствуют процессам крайней мобилизации белка в условиях голодания (Gas, 1972). У леща процесс обводнения до такого предела не доходит — рыбы погибают раньше, не достигая 90%-ного содержания воды в мышцах.

Влияние кратковременного хранения лещей в бассейне на белковый спектр сыворотки крови мы наблюдали несколько раз в разные сезоны года. При сравнении приведенных в табл. 5 данных со средними значениями многих лет мы видим, что после односуточного хранения лещей в бассейне всегда наблюдается некоторое уменьшение как относительного содержания, так и концентрации (г%) альбуминов и увеличение относительного содержания  $\alpha_2$ -глобулинов в сыворотке крови. Изменения в других фракциях и в общей концентрации белка оказались зависящими от сезона (табл. 5). Самые резкие изменения обнаружены в марте. Тогда посадка рыб в бассейн, где температура воды была на 5—7° выше, чем в озере, вызвала в белковом спектре крови леща резкие изменения в направлении весеннего аспекта (ср. с результатами, полученными в апреле, табл. 6). Исключение составляет общая концентрация белка — значительное снижение этого показателя указывает на сильное обводнение крови. Самыми незначительными были изменения в январе, когда лещ в наших условиях находится в близком к анабиозу состоянии. Учитывая приведенные выше данные о лабильности печени в декабре, в конце подготовительного периода к зиме, можно утверждать, что адаптивная способность рыбы зависит от ее физиологического состояния.

Непрерывный процесс адаптации рыб к условиям бассейна удалось проследить в апреле-мае 1968 г., когда в связи с постановкой экспе-

Таблица 4

## Биохимические показатели лещей в норме и с различными отклонениями

Время анализа	Пол и стадия зрелости	n	Коэффициент упитанности по Кларк		Мышцы		Коэффициент зрелости	Гонады			Печень					
			Вода, %	Сухое вещество, %	Сухое вещество, %	Сырой протегин, %		Вода, %	Сухое вещество, %	Сырой протегин, %	Жир на сухое вещество, %	Вода, %	Сухое вещество, %	Сырой протегин, %		
4/III 1969	♀ *	2	85,44	14,56	13,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	♀ II+ ♀ IV	5	81,43	18,57	18,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24/III 1969	♀ *	2	86,36	13,64	13,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	♀ II+ ♀ IV	3	81,94	18,06	17,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17/III 1970	♀ *	1	83,24	16,76	16,57	2,15	81,88	18,12	16,12	1,71	—	—	—	—	—	—
	♀ IV	9	81,30	18,70	18,31	7,08	69,37	30,63	25,76	2,96	—	—	—	—	—	—
1/IV 1970	♀ *	3	85,05	14,95	14,40	1,46	83,66	16,34	15,17	2,93	—	—	—	—	—	—
	♀ IV	3	81,25	18,75	17,83	7,19	67,88	32,12	25,12	3,52	—	—	—	—	—	—
	♀ II*	1	85,87	14,13	13,88	2,12	85,20	14,80	14,38	2,72	—	—	—	—	—	—
	♀ II	1	81,02	18,98	17,73	1,31	82,25	17,75	16,12	4,36	—	—	—	—	—	—
	♂ *	1	85,78	14,22	14,00	—	87,05	12,95	11,95	11,35	—	—	—	—	—	—
	♂ II	1	82,57	17,43	17,25	—	81,80	18,20	11,50	36,72	—	—	—	—	—	—
	♂ IV	2	80,16	19,84	18,84	—	84,35	15,65	11,72	13,08	—	—	—	—	—	—
	♀ *	1	84,09	15,91	15,64	2,20	84,07	15,93	14,43	1,84	—	—	—	—	—	—
27/VII 1970	♀ II—III	4	80,09	19,91	19,40	2,31	80,07	19,93	17,16	6,80	—	—	—	—	—	—
24/I 1972	♀ *	1	86,78	13,22	12,48	2,30	83,74	16,26	15,51	0,91	—	—	—	—	—	—
	♀ III	5	80,12	19,88	18,32	7,32	68,73	31,27	25,57	1,25	—	—	—	—	—	—
14/III 1972	♀ *	1	83,58	16,42	14,90	1,39	82,27	17,73	16,91	0,85	—	—	—	—	—	—
	♀ II	2	81,38	18,62	16,80	1,18	80,72	19,28	16,42	4,14	—	—	—	—	—	—

\* Гонады неразвиты.

Таблица 5

Влияние кратковременного содержания в бассейне на белковый спектр сыворотки крови леща в различные времена года

Дата, анализ	Пол, стадия развития	n	Фракции белков сыворотки крови										
			Альб., %	$\alpha_1$ , %	$\alpha_2$ , %	$\beta$ , %	$\gamma$ , %	Общий белок, г%	Альб., г%	$\alpha_1$ , г%	$\alpha_2$ , г%	$\beta$ , г%	$\gamma$ , г%
			Альб., %	$\alpha_1$ , %	$\alpha_2$ , %	$\beta$ , %	$\gamma$ , %	Общий белок, г%	Альб., г%	$\alpha_1$ , г%	$\alpha_2$ , г%	$\beta$ , г%	$\gamma$ , г%
I/II 1973 сразу после вылова	♂ III ♀ III	6 3	27,2 24,2	18,7 18,7	15,7 21,1	20,4 19,8	18,0 16,2	2,9 2,3*	0,80 0,60	0,53 0,39	0,44 0,52	0,64 0,40	0,46 0,39
24/I 1972 сутки в бассейне	♂ III ♀ III	6 5	26,5 20,3	20,0 22,8	15,4 18,5	13,3 18,0	25,4 20,4	2,7 3,4	0,71 0,67	0,54 0,78	0,41 0,63	0,34 0,61	0,66 0,68
III 1973 сразу после вылова	♂ IV ♀ IV	8 2	25,2 26,2	16,8 19,6	15,7 15,4	15,7 17,7	26,6 21,2	5,1 3,9	1,29 1,03	0,87 0,78	0,81 0,60	0,81 0,66	1,36 0,82
III 1971 сутки в бассейне	♂ IV ♀ IV	6 6	17,7 16,9	19,7 24,4	17,3 17,7	29,3 26,7	16,0 15,9	2,4 2,5	0,43 0,43	0,47 0,61	0,42 0,45	0,69 0,65	0,40 0,42
IV 1968 сразу после вылова	♂ II ♀ IV	2 2	23,9 15,8	25,3 26,2	14,8 20,4	22,4 29,4	13,8 8,2	4,1 3,9	0,98 0,62	1,04 1,04	0,60 0,80	0,91 1,11	0,56 0,32
сутки в бассейне	♂ II ♀ VI	2 1	19,6 19,5	22,6 22,5	14,0 18,2	24,0 24,6	19,7 15,2	5,0 4,4	0,99 0,86	1,18 0,99	0,73 0,80	1,11 1,09	0,99 0,67
15/VIII 1973 сразу после вылова	♂ II-III ♀ II-III	9 3	25,6 24,4	17,3 16,1	13,6 22,3	17,4 18,3	26,1 16,7	4,2 3,4	1,08 0,84	0,72 0,55	0,57 0,78	0,75 0,66	1,09 0,60
сутки в садке	♀ II-III	4	27,6	19,1	16,8	18,0	18,6	3,5	0,96	0,67	0,58	0,68	0,64
XI 1972 сразу после вылова	♂ III ♀ III	3 8	20,4 22,4	20,0 20,1	16,8 20,7	23,0 20,4	19,8 16,8	2,7 2,7	0,57 0,62	0,54 0,54	0,45 0,59	0,63 0,58	0,54 0,46
XII 1971 2 месяца в бассейне	♂, ♀	12	23,5	19,4	18,2	19,0	19,7	2,6	0,62	0,50	0,47	0,49	0,52
XII 1971 2 недели в бассейне	♂, ♀	12	18,5	19,8	17,2	14,4	31,1	2,5	0,46	0,49	0,43	0,36	0,78

\* Исследовалась 1 особь.

Таблица 6  
Изменения в белковом спектре сыворотки крови леща в зависимости от продолжительности содержания в бассейне весной 1968 г.

Дата	Время содержания (сутки)	n	Фракции белков сыворотки крови										
			Альб., %	α <sub>1</sub> , %	α <sub>2</sub> , %	β, %	γ, %	Общий белок, ε%	Альб., ε%	α <sub>1</sub> , ε%	α <sub>2</sub> , ε%	β, ε%	γ, ε%
Самцы													
1/IV	—	2	23,9	25,3	14,8	22,4	13,8	4,1	0,98	1,04	0,60	0,91	0,56
2/IV	1	2	19,6	22,6	14,0	24,0	19,7	5,0	0,99	1,18	0,73	1,11	0,99
3/IV	2	2	22,1	21,1	18,9	не отделялись	—	2,5	0,53	0,57	0,47	—	0,94
15/V	—	3	20,4	17,6	14,3	27,7	21,5	—	—	—	—	—	—
12/V	4	1	26,9	19,7	16,6	19,7	17,2	—	—	—	—	—	—
6/V	7	3	21,4	18,5	15,9	36,1	8,2	3,6*	0,80	0,75	0,63	1,16	0,26
6/V	10	3	21,5	18,4	15,3	34,1	10,8	4,7	1,02	0,85	0,73	1,61	0,49
27/V	7	3	22,1	17,3	17,7	29,6	13,3	4,5	1,00	0,79	0,81	1,35	0,58
27/V	10	5	22,0	18,7	15,6	24,3	19,5	3,3	0,72	0,65	0,54	0,82	0,63
6/VI	17	3	16,4	19,1	21,3	30,0	13,5	2,4	0,41	0,47	0,52	0,70	0,33
30/V	—	6	24,8	15,5	14,7	35,6	9,3	4,4	1,11	0,69	0,65	1,50	0,41
Самки													
1/IV	—	1	19,7	25,5	19,6	27,0	8,2	3,9	0,77	1,00	0,76	1,05	0,32
2/IV	1	1	19,5	22,5	18,2	24,6	15,2	4,4	0,86	0,99	0,80	1,09	0,67
3/IV	2	1	18,4	16,1	31,7	не отделялись	—	3,8	0,70	0,61	1,20	—	1,30
2/IV	5	2	19,8	17,8	18,4	32,5	11,3	4,8	0,94	0,85	0,88	1,54	0,54
15/V	—	2	19,7	16,4	14,3	24,9	24,6	—	—	—	—	—	—
12/V	4	3	19,3	24,6	22,1	21,7	12,2	—	—	—	—	—	—
6/V	7	1	13,5	24,8	22,1	33,5	6,2	3,1	0,42	0,77	0,69	1,04	0,19
6/V	10	1	16,8	21,6	22,2	32,3	7,2	3,4	0,57	0,73	0,75	1,07	0,24
27/V	7	2	14,0	18,7	27,4	34,0	5,9	3,3	0,47	0,62	0,90	1,12	0,20
27/V	10	1	16,7	17,6	16,6	не отделялись	—	3,3	0,55	0,58	0,55	—	1,62
6/VI	17	4	16,6	18,1	19,4	26,3	16,4	2,4**	0,39	0,44	0,50	0,64	0,43
30/V	—	4	22,5	17,0	20,7	29,1	10,7	3,7	0,85	0,64	0,73	1,11	0,37

\* Исследовалась 1 особь.

\*\* Исследовались 3 особи.

риментов рыб приходилось хранить в бассейне различное время. Эти результаты представлены в табл. 6, откуда выясняется, что в начале апреля сразу после ледохода, когда температура воды в бассейне была еще на 7—8° выше, чем в озере, посадка рыб в бассейн вызывала у них лишь незначительное уменьшение относительного количества альбуминов и увеличение количества  $\beta$ -глобулинов. Более заметными были сдвиги относительного количества  $\alpha_1$ - и  $\gamma$ -глобулинов, а также повышение уровня  $\alpha_2$ -глобулинов. Эти изменения выражались более отчетливо на второй день после посадки. На пятый день все фракции уже почти нормализовались, за исключением  $\alpha_1$ - и  $\beta$ -глобулинов. В мае кратковременное хранение рыб в бассейне мало влияло на их белковый спектр, что объясняется, вероятно, одинаковой температурой воды как в озере, так и в бассейне. Причиной некоторых отклонений является, очевидно, сравнительно небольшое количество исследованных особей: в этот период индивидуальная вариация в связи с перестройкой обмена веществ у леща в озере также довольно значительна. Но в конце мая длительное (более 10 суток) хранение рыб в бассейне сильно влияет на их обмен веществ, что отчетливо выражается в белковом спектре. Снижение общей концентрации белков и уровня альбуминов указывает на истощение резервов и задержку синтеза новых белков. Причинами такого явления, по нашему мнению, служат низкая температура воды в бассейне (ниже 10°, а в озере в это время выше 10°) и отсутствие питания (Кирсипуу и др., 1974; Лаугасте и др., 1974). Значительное повышение уровня  $\beta$ -глобулинов в крови задержанных в бассейне самок связано, предположительно, с резорбцией половых продуктов, которая у самцов (в связи с меньшим объемом гонад) столь резко не выражается. Эти данные хорошо согласуются с результатами исследования карпа и линя В. В. Лиманским (1973).

Как видно из табл. 5, кратковременное хранение лещей в садке в озере не вызывает каких-либо значительных изменений в белковой системе рыб. Однако заметные изменения наблюдались в биохимическом составе мышечной ткани (табл. 1) и в связи с этим, а также, учитывая различное влияние внешних условий на мышечную ткань и белковую систему крови, проявляющееся в большей устойчивости крови, мы предположили, что белковая система крови является, если можно так выразиться, более «забуферованной». Это значит, что по сравнению с мышцами белковая система имеет больше «резервов», за счет которых компенсируются траты, вызванные изменениями в организме. Этим не исключается быстрая реакция крови на разные изменения. Но надобность в такой адаптации крови объясняется исключительно важным для организма постоянством ее состава не только как внутренней среды, но и как звена, связывающего части организма в целое.

### Выводы

1. На содержание воды в мышцах и крови леща в некоторые периоды годового цикла сильно действуют режим и продолжительность хранения живых выловленных рыб до взятия проб, а также степень повреждения их при вылове и транспортировке.

2. В период пониженной активности (январь—февраль) кратковременное хранение рыб в условиях, отклоняющихся от нормы, мало влияет на их биохимические показатели.

3. В период перестройки метаболизма (весной и осенью) характер изменений зависит от направления метаболических процессов: при противопоставлении факторов среды нормальному ходу физиологических

процессов они нарушают обмен веществ, а при направленности их в сторону естественного хода изменений ускоряют их темп.

4. В активный период жизни даже весьма кратковременное вредное воздействие среды вызывает глубокие нарушения в обмене веществ рыбы.

5. Большая индивидуальная вариабельность биохимических показателей у рыб, хранившихся кратковременно в бассейне или в садке, указывает на значительные индивидуальные различия в процессе адаптации.

6. На основе полученных данных, первоначальная адаптация к условиям бассейна требует не менее 5—7 суток.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Кангур А., 1969. Сравнительная биохимическая характеристика некоторых азотистых фракций и адено-зинтрифосфатазной (АТФ-азной) активности мышечной ткани леща, щуки, окуня и судака. Автореф. канд. дис. Тарту.
- Кангур А., 1971. О содержании и динамике некоторых азотистых фракций в мышцах рыб. I. Общий азот и белок. Изв. АН ЭССР. Биол. 20 (1) : 23—33.
- Кангур А., 1975. Физиолого-биохимические особенности годового цикла леща из озера Выртсыярв. Динамика содержания сухого вещества, белка и жира в мышцах. Изв. АН ЭССР. Биол. 24 (1) : 72—82.
- Кирсипуу А., 1964. О сезонных изменениях соотношений белковых фракций сыворотки крови рыб. Изв. АН ЭССР. Сер. биол. 13 (4) : 278—283.
- Кирсипуу А., Лаугасте К., Кангур А., 1974. Связь сезонных изменений в белковой системе сыворотки крови, гистологической картине печени и биохимическом составе мышц с обменом веществ у леща. Биология пресноводных организмов Эстонии : 184—198.
- Лаугасте К., Кирсипуу А., Кангур А., 1974. Влияние питания и температуры воды на некоторые гистохимические показатели печени, на белки сыворотки крови и на биохимический состав мышц у леща. Биология пресноводных организмов Эстонии : 199—206.
- Лиманский В. В., 1973. Изменение белков крови рыб при различных условиях хранения в садках. Экологическая физиология рыб (Тезисы докл. Всесоюз. конф. по экол. физиол. рыб, Москва, 24—26 янв. 1973 г.). М. : 50—51.
- Морозова А. Л., 1968. Влияние мышечной нагрузки на некоторые элементы углеводно-фосфорного обмена в тканях черноморской ставриды. Материалы III Всесоюз. конф. по бионике, М.
- Тимм Т. Э., 1973. Зообентос озера Выртсыярв в 1965—1972 гг. Лимнология Северо-Запада СССР. III : 129—132.
- Black E. C., Robertson A. C., Parker R. R., 1961. Some aspects of carbohydrate metabolism in fish. In: Compar. Carboh. Metabolism in Heterotherm: 89—112.
- Chavin W., Young J. E., 1970. Factors in the determination of normal serum glucose levels of gold fish, *Carassius auratus* L. Comp. Biochem. and Physiol. 33 (3) : 629—654.
- Creach Y., Murat J.-C., Bouche G., 1970. Le jeûne et la réalimentation chez la carpe (*Cyprinus carpio*). II. Importance des facteurs électrolytiques. Arch. sci. physiol. 24 (3) : 253—265.
- Gas N., 1972. Alternations structurales du muscle blanc de carpe (*Cyprinus carpio* L.) au cours du jeûne prolongé. C. r. Acad. sci., D 275 (13) : 1403—1406.
- Hashemeyer Audrey E. V., 1973. Kinetic analysis of synthesis and secretion of plasma proteins in a marine teleost. J. Biol. Chem. 248 (5) : 1643—1649.
- Kirsipuu A., 1971. Seasonal cycle of changes in the blood serum protein fractions in bream. Eesti NSV TA Toimet. Biol. 20 (2) : 133—139.
- Kristoffersson R., Broberg Saara, 1971. Effect of temperature acclimation on some blood constituents of the pike (*Esox lucius* L.) Ann. Zool. Fenn. 8 : 427—433.
- Kristoffersson R., Broberg S., Oikari Aimo, 1972. Effect of temperature change on some blood constituents and osmotic balance in the pike (*Esox lucius* L.) in brackish water. Ann. Zool. Fenn. 9 : 212—218.
- Meincke K. F., 1970. Der Einfluß von Temperaturänderungen auf den Ionen- und Wassergehalt in Blutplasma und Geweben von *Tinca tinca*. Marine Biol. 6 (4) : 281—290.
- Nyman L., 1965. Inter- and intraspecific variations of proteins in fishes. Ann. Ac. Regial Sci. Upsalensis 9 : 1—18.

- Tandon R. S., Joshi B. D., 1973. Blood glucose and lactic acid levels in the fresh water fish, *Heteropneustes fossilis*, following stress. P. Tierphysiol., Tierernähr. und Futtermittelkunde 31 (4) : 210—216.
- Wegrzynowicz R., Zbanyszek R., 1972. Changes of tissular respiration of bream *Abramis brama* (L.) adapted to aquarium conditions. Acta ichth. et pisc. 2 (1) : 109—114.

Институт зоологии и ботаники  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
9/XII 1974

Alla KANGUR, Aare KIRSIPUU

## MÕNINGATE LATIKA BIOKEEMILISTE NÄITAJATE MUUTUMISEST BASSEINIS HOIDMISE KORRAL

### Resüme

Kümne aasta jooksul (1964—1973) kogutud andmete põhjal otsustades mõjustavad püügiviisi, püügil saadud vigastused ja analüüsieelse elusalt säilitamise tingimused ning kestus oluliselt latika maksa, lihaskoe ja vere füsioloogilis-biokeemilisi näitajaid, eeskätt lihaskoe veesisaldust.

Jaauariv-veebruari, kui kalade ainevahetus on aeglane, on lühiajalise normaalsest erinevas tingimuses hoidmise mõju latika biokeemilistele näitajatele väike. Seevastu suvel, aktiivse ainevahetuse perioodil, häirib ka lühiajaline ebasoodsate keskkonnatingimuste mõju tugevasti ainevahetusprotsesside normaalselt kulgu. Ainevahetuse ümberkorraldumise perioodidel, s. o. kevadel ja sügisel, säilitamistingimused (sõltuvalt iseloomust) kas kiirendavad või pidurdavad loomulikke muutusi.

Basseinis või sumbas hoitud kalade biokeemiliste näitajate suur varieeruvus viitab adaptatsiooniprotsessi individuaalsusele. Esmaseks kohastumiseks basseinis kulub latikal vähemalt 5—7 ööpäeva.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Zooloogia ja Botaanika Instituut

Toimetusse saabunud  
9. XII 1974

Alla KANGUR, Aare KIRSIPUU

## ON THE CHANGE OF SOME BIOCHEMICAL INDICES IN THE BREAM DURING THE KEEPING OF FISH IN A RESERVOIR

### Summary

According to the data collected by us during ten years (1964—1973) the manner of catching, the injuries caused by catching and the conditions of maintenance essentially affect the biochemical indices of the muscle, blood and liver.

In the period of low activity (in January-February), the keeping of fish for a short time in abnormal conditions (in warm water in a reservoir) very little affects the biochemical indices. But in the period of intensified activity (in summer), even a brief-timed influence of unfavourable conditions calls forth remarkable deviations in the metabolic cycle. In the period of reorganization of metabolic processes (in spring and in autumn), the keeping conditions, according to their character, either accelerate or inhibit the natural course of metabolic processes.

The remarkable variability of the biochemical indices in the fish kept in a reservoir or in a live-box shows that the process of adaption is of a very individual character.

According to our data, for a complete adaption the bream requires no less than 5—7 full days.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Zoology and Botany

Received  
Dec. 9, 1974