

<https://doi.org/10.3176/biol.1975.1.11>

УДК 597.08—577.11

Алла КАНГУР

## ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОДОВОГО ЦИКЛА ЛЕЩА ИЗ ОЗЕРА ВЬРТСЬЯРВ

### 1. Динамика содержания сухого вещества, белка и жира в мышцах

Физиолого-биохимических исследований, характеризующих состояние рыб, опубликовано немало, но лишь некоторые из них охватывают годовой жизненный цикл целиком и имеют более или менее комплексный характер (Голованенко и др., 1970; Кривобок, Шатуновский, 1971; Шульман, 1972; Войло, 1964; Jaři, 1968; 1969; Khawaĵa, 1972 и др.). В большинстве случаев ограничиваются одним-двумя периодами годового цикла. До сих пор основное внимание уделялось мигрантам (Пентегов и др., 1928; Марти, 1956; Кривобок, Тарковская, 1967; Igarashi, Zama, 1953; Lovern, 1964 и др.). Из пресноводных рыб более тщательно изучен карп (Бризинова, 1958; Маслова, 1970; Мороз, 1971; Jaři, 1968 и др.).

Наши исследования, посвященные выяснению физиолого-биохимических особенностей у леща в течение годового цикла, входят в систему работ, проводимых рабочей группой сектора гидробиологии Института зоологии и ботаники АН ЭССР и направленных на выяснение изменчивости продукционно-биологических признаков рыб. За основу при физиолого-биохимической характеристике годового цикла леща взято содержание сухого вещества, белка и жира в мышцах, гонадах и печени. В данной статье приведены результаты исследования указанных показателей в мышечной ткани.

Так как мышцы по объему и ценности являются основной частью рыбы, то в физиолого-биохимических исследованиях им уделено немало внимания. С точки зрения сезонных изменений в большинстве случаев мышцы характеризует относительная стабильность, особенно у рыб, мышцы которых не депонируют резервного жира. Несмотря на то что содержание белка в пределах вида относительно постоянно, могут встречаться и весьма значительные изменения, особенно у рыб, совершающих значительные миграции (Пентегов и др., 1928; Маляревская, Биргер, 1965; Кривобок, Тарковская, 1967, Gras и др., 1967 и др.).

#### Материал и методика

С октября 1968 по декабрь 1972 года было исследовано 511 лещей из оз. Вьртсьярв. Наиболее полный материал получен в 1972 г. (15 анализов, 177 особей), который взят за основу при детальном изучении сезонных изменений.

Определились: длина (без хвостового плавника), вес без внутренностей, коэффициент упитанности по Кларк, коэффициент зрелости (КЗ) и индекс печени (оба вычислялись в процентах от веса тела без внутренностей).

Для анализов использовались в основном половозрелые рыбы. Пробы мышечной ткани весом 10—15 г были взяты из правого бока рыбы между спинным плавником и боковой линией. До анализов пробы хранились в холодильнике при температуре около —10 °С.

Содержание сухого вещества, жира и белка (сырого протеина) определяли по общепринятым стандартным методам (Иванов, 1963). В основе определения содержания азота по Кьельдалю лежала методика Мидлтона (Middleton, 1960), модифицированная нами (Кангур, 1969).

### Результаты и обсуждение

Наибольшей стабильностью в отношении сезонного содержания изученных веществ отмечалась мышечная ткань. В течение годового цикла 1972 г. (рис. 1) сухое вещество в мышцах колебалось по месяцам в пределах 18,56—21,05%, содержание сырого протеина — 17,11—19,06%.

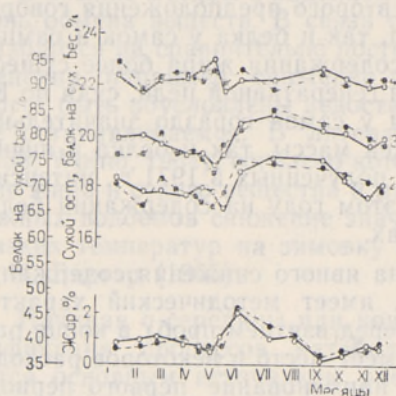


Рис. 1. Половые различия и сезонные изменения в содержании сухого вещества, белка и жира в мышцах леща в 1972 году. 1 — содержание жира в сухом веществе, 2 — сырой протеин, 3 — сухое вещество, 4 — содержание белка в сухом веществе; — самки, - - - самцы.

количество белка и жира, выраженные на сухое вещество, соответственно — 88,7—95,1% и 0,27—2,09%. По сезонной динамике сухого вещества и сырого протеина в мышцах можно в годовом цикле условно вывести три периода: 1) период накопления (июнь по октябрь), 2) период относительной стабильности (ноябрь по март) и 3) период расходования (апрель по май).

Начиная с июня отмечается резкое повышение содержания всех изученных веществ. В июне 1972 г. в течение двух первых декад содержание сухого вещества повысилось от 19,42 до 20,44%, сырого протеина от 17,37 до 18,76%, содержание жира, выраженное на сухое вещество, от 0,88 до 2,09%. Максимум в содержании жира очень кратковременный —

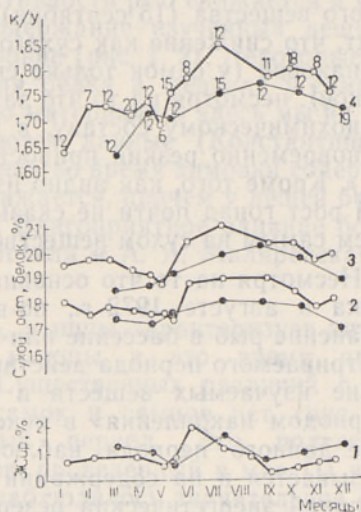


Рис. 2. Годовые различия в коэффициенте упитанности, содержании сухого вещества, белка и жира в мышцах леща. 1 — содержание жира в сухом веществе, 2 — сырой протеин, 3 — сухое вещество, 4 — коэффициент упитанности по Кларк; — 1972 г., - - - 1971 г. Цифры на кривых — количество исследованных особей.

в июне. В содержании сухого вещества и сырого протеина максимум наблюдался несколько позже — в июле. На эти два месяца падает и максимум в интенсивности питания леща (Хаберман, 1964).

В августе 1972 г. отмечалось довольно существенное снижение содержания сырого протеина, а тем самым и сухого вещества, основной причиной чего считаем режим и продолжительность хранения живых выловленных рыб до взятия навесок изучаемых органов, а также степень поврежденности рыб при вылове и транспортировке. По имеющимся данным (Кангур, 1969, 1973), хранение рыб в бассейнах или в садках в некоторые периоды годового цикла вызывает наряду с другими изменениями и насыщение тканей водой (в августе 1972 г. рыбы содержались в садке сутки). По привычному подходу это снижение можно объяснить еще и падением интенсивности питания леща в августе, когда наблюдается годовой минимум в биомассе зообентоса (Тимм, 1973), а также наблюдаемым в августе интенсивным развитием гонад (Кангур, 1973). Однако, как видно из данных 1971 г. (рис. 2), скоро после понижения биомассы зообентоса отмечается годовой максимум в содержании сухого вещества (15 сентября). Против второго предположения говорит факт, что снижение как сухого вещества, так и белка у самок и самцов одинаковое (у самок только снижение содержания жира более существенное), несмотря на то что затраты для генеративной цели, судя по КЗ и биохимическому составу, в это время у самок гораздо значительнее (одновременно резкий прирост как общей массы, так и белка в яичниках). Кроме того, как видно из данных, полученных в 1971 г., интенсивный рост гонад почти не сказывался в этом году на содержании белка и тем самым на сухом веществе в мышцах.

Несмотря на то что основная причина явного снижения содержания белка в августе 1972 г., по-видимому, имеет методический характер (хранение рыб в бассейне или в садке перед взятием проб) в конце рассматриваемого периода действительно имеет место и некоторое расходование изучаемых веществ и поэтому наименование первого периода «периодом накопления» в некоторой степени условно. Во второй половине данного периода наблюдается интенсивное развитие гонад, что сказывается и на содержании изученных веществ в мышцах: жир как основной энергетический резерв расходуется, по-видимому, целиком на построение гонад, в результате чего в сентябре отмечается близкое к минимальному (1971) или минимальное (1972) его содержание. Резкое падение жирности у леща наблюдается уже в июле — на начальном этапе созревания, когда в гонадах идут интенсивные процессы дифференциации (II—III стадия зрелости — так наз. период малого роста). Именно в это время у самок леща расходование жиров идет более быстрее, чем у самцов. Аналогичное падение жирности отмечается и у плотвы (Вятчина, 1971), а также у многих азовско-черноморских рыб и у атлантической сардины (Шульман, 1972), причем понижение жирности у плотвы имеет место даже при интенсивном питании. Так как количественные изменения в яичниках — прирост общей массы (на 0,88) и белка (на 1,9%) в начале созревания гонад невелики, а содержание жира даже снижается (на 2,6%), можно, судя по изменениям жирности мышц (и печени) леща, предполагать, что дифференцировка генеративной ткани требует значительных энергетических затрат. Дальнейшее развитие гонад на жирности леща почти не сказывается. Расходование белка начинается лишь в сентябре, т. е. в период, когда интенсивный прирост гонад уже закончен, и если объяснить это снижение развитием гонад, то лишь с «внутренней перестройкой» их, а у самок также с первоначальным накоплением жира в яичниках в октябре-ноябре. При

этом надо отметить, что даже в период интенсивного прироста как общей массы яичников, так и органического вещества в них (август — начало сентября) существенных половых различий в изученных показателях в мышцах не наблюдалось. С конца июля до середины сентября КЗ повышается у самок от 2,54 до 7,03 и содержание белка вместе с этим от 16,63 до 23,37%; у самцов соответственно от 0,28 до 1,13 и от 12,13 до 12,96%. Кроме того, у самцов наблюдается в это время в гонадах резкое понижение содержания жира\*: от 24,23 до 8,87%, что может быть обусловлено интенсивным продуцированием эндогенной энергии в этот период. Учитывая, что интенсивное развитие гонад падает на период питания и исходя из сказанного выше, можно предположить, что у самок доля энергии, получаемой из пищи для построения гонад, более существенная. Отсутствие половых различий в период интенсивного прироста массы яичников, по нашему мнению, еще раз подтверждает положение, что процессы дифференцировки требуют более значительных энергетических резервов, чем процессы роста (Needham, 1964).

В зимние месяцы с падением общей активности рыб снижается и уровень обмена веществ. В связи с этим содержание изученных веществ находится на сравнительно постоянном уровне (рис. 1, 2). Некоторые изменения, например снижение содержания белка в феврале у самцов, могут быть обусловлены недостаточностью материала и здесь мы на них не останавливаемся. В литературе имеются данные (Константинова, 1958; Wojno, 1964), согласно которым у леща во время зимовки содержание жира и сухого вещества в мышцах снижается, причем у лещей более южных водоемов снижение значительнее. Благоприятное влияние более низких температур на зимовку леща отметили и А. Я. Маляревская, и Г. И. Биргер (1965).

Начиная с середины или конца марта, мышцы характеризует интенсификация процессов катаболизма — мышцы в это время являются основным источником энергии\*\*. Существенных различий в понижении сухого вещества и жира у самок и самцов нет (рис. 1). Расходование ускоряется в нерестовый период. Это подтверждают и данные 1970 г.: анализ 108 самцов, проведенный в мае (II и III декада), показал, что в период нереста наблюдалось значительное снижение сухого вещества — от 19,91 ( $n=77$ ; II декада) до 18,63% ( $n=31$ ; III декада). На этот период падает и годовой минимум в содержании сухого вещества, т. е. в период нереста мышечная ткань леща максимально насыщена водой — 81,3%. Аналогичное явление отмечено у многих видов рыб (Константинова, 1958; Потапова, Титова, 1969; Jofri, 1969 и др.). У самок явное снижение наблюдается во второй половине мая, что частично можно связать с приростом общей массы яичников (КЗ от 8,36 до 10,34) и сухого вещества (от 31,96 до 33,90%) в них в это время. У самцов расходование белка в мае 1972 г. более равномерно и минимум наблюдается непосредственно перед или во время вымета половых продуктов. Преднерестовое явное снижение содержания сырого протеина сказывалось и на содержании белка в сухом веществе: последнее падало у самок от 95,1 до 89,0%, у самцов от 93,1 до 90,2%. В остальные месяцы, за исключением января-февраля (как уже выше

\* Частично это может быть связано с тем, что гонады самцов в начальный период развития из-за незначительных размеров трудно отчистить от жира внутренностей.

\*\* Так как жирность внутренностей оценивалась визуально по четырехбалльной системе, здесь она не рассматривается, хотя и жир внутренностей у леща, несомненно, имеет существенное значение в энергетическом обмене в период пониженной пищевой активности рыб (Wojno, 1964; Константинова, 1958).

упоминалось, эти изменения могут быть случайными) относительное содержание белка в сухом веществе мало изменилось.

Уменьшение содержания всех изученных веществ в мышцах в период нереста связывается в первую очередь повышенной мышечной активностью рыбы, а также снижением интенсивности питания. Расходуванию изученных веществ во время нереста, несомненно, способствуют и относительно высокие температуры, наблюдаемые в это время.

Ход сезонных изменений изучаемых веществ в мышцах рыб в 1972 г. не совсем типичный для данной популяции леща. Как видно из рис. 2 и из немногочисленных данных предыдущих лет (табл. 1), обычно минимум и максимум не столь ясно выражены и повышенное содержание органического вещества как белка, так и жира сдвинуто на осенние месяцы. Так, содержание сухого вещества в 1971 г. начиная с мая непрерывно повышается, достигая максимума в сентябре, а в 1969 и 1970 гг. — в ноябре. Годовые различия, особенно перемещение повышенного содержания белка на осенние месяцы, наблюдаемые в 1969—1971 гг., обусловлены, по-видимому, в первую очередь низкими летними температурами. Так, из четырех сравниваемых годов в 1969—1971 гг. средняя температура колебалась в июне в пределах 17,5 (1971) — 18,5°С (1970), в июле 18,6 (1970) — 19,2° (1969). В 1972 г. соответственно 19,7 и 23,0°. Влияние повышенных летних температур на синтез органического вещества отмечено и у леща из озера Вдзьдзе (Польская НР): в 1960 г. наблюдался летний максимум как в содержании сухого вещества, так и в содержании белка и жира, в 1961 г. (прохладное лето) максимум отсутствовал (Wojno, 1964). Резкому приросту органического вещества в июне-июле 1972 г., несомненно, способствовало и некоторое улучшение кормовой базы по сравнению с предыдущими годами (Тимм, 1973). Высокий уровень синтеза белка в это время, по-видимому, обеспечивался целиком энергией, получаемой при диссимиляции пищи.

В наших ранее опубликованных сообщениях (Кангур, 1969, 1971) при анализе сезонных изменений в 1964—1967 гг. за основу были взяты данные 1965 г. Как свидетельствует материал более поздних годов, 1965 г. также не является типичным: особенно выделяется весенне-летний период чрезвычайно высоким содержанием азотсодержащих веществ. Как и в 1972 г., 1965 по ряду важных для леща абиотических и биотических условий был особым. Этот год был очень прохладным (средняя температура воды как в июне, так и в июле была 16,9°, в 1972 г., как уже упоминалось, соответственно 19,7 и 23°), но отличался исключительно высокой биомассой бентоса в первой половине года за счет личинок хирономид ( в июне 1965 г. 6,81 г/м<sup>2</sup>, в 1966—1971 гг. 0,34 (1967) — 1,98 г/м<sup>2</sup> (1969); Тимм, 1973). Максимум в содержании азота в мышцах леща в этом году наблюдался в мае и совпадал с повышенной биомассой (14,37 г/м<sup>2</sup>) зообентоса. Начиная уже с первой половины лета параллельно с падением биомассы зообентоса уменьшалось и содержание азота в мышцах леща, оставаясь при этом, однако, на более высоком уровне, чем в последующие годы.

При изучении связи сезонных изменений в белковой системе сыворотки крови, в гистологической картине печени и в биохимическом составе мышц с обменом веществ леща (Кирсипуу и др., 1974) данные нескольких лет для мышц (для содержания сухого вещества в основном за 1969 и 1970 гг.) суммировались. Полученная таким путем картина сезонных изменений сухого вещества не совпадает с динамикой содержания сухого вещества ни одного конкретного года, для которых имеется более или менее достаточно материала (1970, 1971, 1972 гг.) и его нельзя считать естественным: чрезвычайно низкое содержание сухого вещества

Таблица 1

Годовые различия в динамике основных компонентов мышц

Месяц	Сухое вещество			Сырой протеин		Жир		
	1968	1969	1970	1969	1970	1968	1969	1970
III	—	18,61 (16)	18,70 (10)	—	18,30	—	1,85	0,66
V	—	—	19,58 (16*)	—	18,82	—	—	1,28
VII	—	17,78 (11)	19,90 (11)	—	19,07	—	0,50	0,80
X	19,00 (8)	20,13 (12)	—	19,56	—	2,34	1,60	—
XI	17,92 (2)	20,16 (12)	20,45 (14)	19,52	19,02	3,29	1,96	1,00

Примечание: В скобках приводится число анализированных особей.

\* Дается среднее лишь для комплексно (мышцы, гонады, печень) изученных рыб.

в июле 1969 г. (17,78%) сильно исказило полученную картину и обусловило падение годового минимума на летние месяцы. Причиной высокого содержания воды в мышцах явилось и на этот раз исследование рыб, хранившихся кратковременно в бассейне.

Из полученных данных привлекает еще внимание сравнительно низкое для данного вида содержание жира (табл. 2).

Таблица 2

Средние показатели и пределы жирности леща  
(% на сухое вещество)

Год	Самки		Самцы	
	Средние	Пределы	Средние	Пределы
1969	0,31—1,97	0,04—3,00	0,73—1,94	0,31—3,98
1970	0,68—1,44	0,25—2,29	0,46—1,71	0,37—2,54
1971	0,70—1,79	0,39—3,42	0,61—1,92	0,33—2,45
1972	0,29—2,09	0,10—2,48	0,31—2,07	0,19—2,25
1973	0,60—2,73	0,46—5,05	0,62—2,39	0,33—4,00

Сравнивая наши данные с литературными (Вещезеров, 1934; Сафонова, 1946; Константинова, 1958; Волгин, Вершинин, 1964; Маляревская, Биргер, 1965; Wojno, 1964; Kublićkas, 1966), выяснилось, что цифры, показывающие содержание жира даже в сыром веществе, остаются намного выше тех, которые выражают содержание жира в сухом остатке мышц леща оз. Выртсъярв. Следует отметить, что из-за недостаточной обеспеченности пищей (Кангур М., 1971) лещ в оз. Выртсъярв всегда отличался своей худостью; кроме того, анализу подвергалась не вся мышечная ткань, а только навеска весом 10—15 г, взятая из правого бока рыбы между спинным плавником и боковой линией и очищенная от кожи и подкожной ткани. В августе 1972 г. нами по указанной методике был проанализирован 21 лещ из Курского залива. Полученные результаты — сухой остаток 18,95% (17,74—20,53), сырой протеин 16,67% (15,23—18,31), жир на сухое вещество 2,45% (1,07—6,19) — оказались намного ниже полученных для леща этого же водоема в 1961—1962 гг. А. Кублицкасасем (Kublićkas, 1966) (сухой остаток 19,10—24,30%, содержание жира на сырое вещество 2,29—4,44%, что по нашим расчетам на сухое вещество 12,0—18,3%). А. Кублицкас анализировал фарш, приготовленный из мускулатуры одного бока леща вместе с кожей. Разница во взятии проб, по-видимому (предполагая, что жирность леща Курского залива существенно не изменилась за эти годы), и является основной причиной расхождения результатов. Так как взятая проба не охватывает основных

жировых резервов тела (и мышц) леща, то полученные данные не дают полной картины об амплитуде изменения жирности, но, по-видимому, сезонный ход изменений достаточно полно отражает время и длительность накопления и расходования жира в мышцах: накопление происходит в июне, а уже в июле параллельно с развитием гонад, начинается расходование и близкий к минимальному или даже минимальный уровень достигается уже в сентябре. У леща из других водоемов максимум в жирности мышц более продолжительный и сдвинут ближе к осени, причем чем южнее популяция, тем позднее наблюдается максимум.

Начиная с 1966 г. отмечалось постепенное понижение ряда биохимических и физиологических характеристик леща (Кангур, 1969; 1971; Лаугасте, 1970; Kirsipuu, 1971), что сопровождалось и изменениями ряда биологических показателей: ускорился темп полового созревания, неуклонно падала упитанность (Кангур и др., 1971; Кангур М., 1971). Особенно выделялись 1969—1970 годы, когда процент особей с различными отклонениями от нормы был наивысшим. Чаще встречались отклонения в весенние месяцы (табл. 3). Так, в марте 1969 г. их было у 20% из рыб, взятых для анализа, в апреле 1970 г. даже у 41,7%. Большинство составляли самки длиной 35—45 см. У таких рыб коэффициент упитанности был понижен, гонады недоразвиты и водный обмен нарушен, ткани были обогащены водой и мышцы имели водянистый, студенистый вид. Основной причиной неудовлетворительного состояния попу-

Таблица 3

## Биохимические показатели лещей в норме и с различными отклонениями

Время	Пол и стадия зрелости	n	$\bar{l}$	Коефф. упитанности	Мышцы			Коефф. зрелости	Гонады		
					Сухое вещество	Сырой протеин	Жир на сухое вещество		Сухое вещество	Сырой протеин	Жир на сухое вещество
4/III 1969	♀*	2	410	1,52	14,56	13,50	2,75	—	—	—	—
24/III 1969	♀*	2	402	1,55	13,64	13,49	0,63	—	—	—	—
17/III 1970	♀*	1	448	1,54	16,76	16,57	0,34	2,15	18,12	16,12	1,71
	♀ IV	9	287	1,65	18,70	18,31	0,68	7,08	30,63	25,76	2,96
1/IV 1970	♀*	3	382	1,44	14,95	14,40	1,48	1,46	16,34	15,17	2,93
	♀ IV	3	325	1,56	18,75	17,83	1,52	7,19	32,12	25,12	3,52
	♀ II	1	262	1,45	14,13	13,88	1,44	2,12	14,80	14,38	2,72
	♀ II	1	255	1,62	18,98	17,73	1,13	1,31	17,75	16,12	4,36
	♂*	1	418	1,23	14,22	14,00	1,87	—	12,95	11,95	11,35
	♂ II	1	284	1,64	17,43	17,25	1,74	—	18,20	11,50	36,72
27/VII 1970	♂ IV	2	286	1,84	19,84	18,84	1,61	—	15,65	11,72	13,08
	♀*	1	273	1,37	15,91	15,64	1,43	2,20	15,93	14,43	1,84
24/I 1972	♀ II—III	4	284	1,73	19,91	19,40	0,87	2,31	19,93	17,16	6,80
	♀ II	1	259	1,35	13,22	12,48	1,17	2,30	16,26	15,51	0,91
14/III 1972	♀ II	2	254	1,63	19,16	17,80	0,75	0,90	19,19	16,17	6,83
	♀ II	1	229	1,37	16,42	14,90	0,88	1,39	17,73	16,91	0,85
	♀ II	2	225	1,64	18,62	16,80	0,68	1,18	19,28	16,42	4,14

\* Гонады недоразвиты.

ляции леща в оз. Виртсъярв в 1966—1971 гг. считается недостаток кормового бентоса, причиной чего являются неблагоприятные абиотические условия, а также конкуренция со стороны ерша (раньше) и угря (начиная с середины 60-х гг., Кангур М., 1971). Высокий процент ненормальных особей именно весной объясняется влиянием перезимовки.

На рис. 2 приводятся данные по упитанности (коэффициент по Кларк) леща. Для характеристики сезонных изменений коэффициента упитанности наш материал не совсем достаточен (рекомендуется 20—25 экземпляров для каждой сравниваемой группы; Дадибян, 1967), но зато он рассчитывался только для тех рыб, для которых имеются биохимические данные. В литературе отмечается, что у леща упитанность максимальна в летние или летне-осенние месяцы и понижается в период нереста (Константинова, 1958; Волгин, 1967; Маркелова, 1968; Шаронов, 1968), что подтверждают и наши данные. Цифровые показатели коэффициента упитанности леща из оз. Выртсыярв сравнительно низкие: в 1971 г. средние по месяцам были 1,63—1,77, в 1972 г. — 1,64—1,85. У самок упитанность на протяжении всего года несколько ниже, чем у самцов: в 1971 г. разница была 0,02—0,10, в 1972 г. в нерестовый период даже 0,14. Более высокую упитанность самцов в нерестовый период отметил Х. Харберман (1964).

Как видно из рис. 2, кривые упитанности почти совпадают с кривыми содержания сухого вещества и белка, прослеживая все особенности сезонной и годовой динамики последних. Такое совпадение динамики основных биохимических компонентов мышц и коэффициента упитанности заставляет нас кратко высказаться в отношении отождествления упитанности и мясности, упитанности и жирности. Автор настоящей статьи не нашел ни одной работы, где бы было установлено, насколько сезонная динамика коэффициента упитанности связана с балансом белка, жиров и влаги. Н. И. Чугунова (1961) отмечает, что динамика упитанности сазана, отражаемая коэффициентом Кларк, не всегда совпадает с динамикой его жирности, так как в определенных условиях увеличение веса определяется не только накоплением жира, но и белковым приростом, обводнением мышц. В данном случае, по-видимому, более подходящим является изложение Г. Е. Шульмана (1972): у рыб на протяжении значительной части годового цикла изменение массы тела определяется в основном изменением содержания белка и воды и мало связано с изменением содержания жира. При этом связь между жирностью и коэффициентом упитанности отсутствует или слабо прослеживается именно у тех видов рыб, у которых процессы роста и жирирования не разобщены во времени. Таким видом является и лещ. Как видно из рис. 2, резкий прирост коэффициента упитанности и резкий подъем содержания белка и жира совпадают. Хочется подчеркнуть, что у леща из оз. Выртсыярв доля жира в увеличении веса слишком мала, чтобы вообще возник вопрос о связи коэффициента упитанности (по Кларк) и жирности мышц.

Общеизвестно, что всякий рост рыб предвидит и прирост количества воды. Во время интенсивного весового роста\* в июне-июле 1972 г. (что в данном случае охватывает как белковый рост, т. е. рост в прямом смысле, так и накопление резервов) резкое увеличение отношений белок/вода, сухое вещество/вода показывает, что увеличение количества воды отстает от степени увеличения количества органического вещества, т. е. увеличение веса, массы (увеличение коэффициента упитанности) происходит в основном за счет повышения содержания белка в мышцах.

\* Резкий прирост коэффициента упитанности указывает в первую очередь на более интенсивный весовой рост по сравнению с линейным ростом.



## Выводы

1. Общий уровень азотсодержащих веществ (а также жира) зависит от экологических условий. Невысокий уровень синтеза белка летом и перемещение максимума последнего на осенние месяцы (1969—1971 гг.) обусловлены в первую очередь низкими летними температурами.
2. Содержание сухого вещества и белка в мышцах леща относительно хорошо характеризуется коэффициентом упитанности по Кларк.
3. Жирность мышц связана с развитием гонад только в начальном этапе их созревания (в июле-августе), причем у самок расходование жиров идет более быстрее, чем у самцов. Дальнейшее развитие гонад на жирности мышц почти не сказывается.
4. Сравнительно низкое для леща содержание жира и высокое содержание воды в мышцах свидетельствует о неблагоприятном состоянии популяции в оз. Вуртсъярв. Процент особей с различными отклонениями от нормы был наивысшим в 1969—1970 гг.
5. На содержание воды в мышцах леща в некоторые периоды годового цикла сильно воздействуют режим и продолжительность хранения живых выловленных рыб до взятия проб, а также степень поврежденности рыб при вылове и транспортировке.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бризинова П. Н., 1958. Изменение жирности в онтогенезе карпа. Тр. совещания по физиологии рыб : 244—251.
- Вещезеров Б. И., 1934. Лещ, сазан и сом Азовско-Донского района. Тр. Всес. н.-и. ин-та рыбн. промышленности (3) : 13—42.
- Волгин М. В., 1967. Рост и упитанность леща в озере Убинском. В сб.: Вопр. с.-х. рыбоводства и гидробиол. Зап. Сибири. Барнаул : 117—122.
- Волгин М. В., Вершинин Н. В., 1964. Питание Убинского леща *Abramis brama* (L.). Вопр. ихтиологии 4, вып. 4 (33) : 708—715.
- Вятчанина Л. И., 1971. Динамика жиронакопления в связи с созреванием гонад у плотвы Кременчугского водохранилища. Гидробиологический ж. 7 (6) : 94—98.
- Голованенко Л. Ф., Шуватова Г. Ф., Путина Е. П., Федорова Л. С., Аракелова А. Л., 1970. Физиолого-биохимическая характеристика самок донского судака на разных стадиях полового цикла. Вопр. ихтиологии 10 (2) : 374—384.
- Дадибян М. Г., 1967. Об обеспеченности кормом и коэффициенте упитанности как ее критерии. Вопр. ихтиологии 7 (2) : 338—347.
- Иванов А. П., 1963. Химический анализ рыб и их кормов. М.
- Кангур А., 1969. Сравнительная биохимическая характеристика некоторых азотистых фракций и аденозинтрифосфатазной (АТФ-азной) активности мышечной ткани леща, щуки, окуня и судака. Автореф. канд. дисс. 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—32.
- Кангур А. К., 1973. О взаимосвязи сезонной динамики сухого остатка, липидов и белков в некоторых органах леща. Экологическая физиол. рыб. (Тезисы докл. Всес. конф. по экол. физиол. рыб, 24—26 января 1973 г.) : 213—215.
- Кангур А. К., Кангур М. Л., Хаберман Х. Х., 1971. О взаимоотношениях рыб в озере Вуртсъярв. Материалы XVI конф. по изучению внутр. водоемов Прибалтики. Часть I. 130—131.
- Кангур М., 1971. О биологии, пищевых отношениях и рыбохозяйственном значении ерша, окуня и плотвы в оз. Вуртсъярв. Автореф. канд. дисс. Тарту.
- 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. Гидробиол. исследования VI.
- Константинова Н. А., 1958. Динамика основных биологических показателей леща северной части Аральского моря. Вопр. ихтиологии (10) : 60—89.

- Кривобок М. Н., Тарковская О. И., 1967. Обмен веществ у производителей волго-каспийских осетра и севрюги. В сб.: Обмен веществ и биохимия рыб : 79—85.
- Кривобок М. Н., Шатуновский М. И., 1971. О некоторых новых проблемах физиологии морских и проходных рыб. Тр. Всес. н.-и ин-та морск. рыбн. хозяйства и океанографии 79 : 63—71.
- Лаугасте К., 1970. К гистологии печени леща и ее сезонной и половой динамике. Автореф. канд. дисс. Тарту.
- Маляревская А. Я., Биргер Г. И., 1965. Биохимический состав производителей, икры и личинок тарани и леща. В сб.: Влияние качества производителей на потомство у рыб. Киев : 3—34.
- Маркелова Н. В., 1968. Сезонная динамика роста леща Цимлянского водохранилища. Тр. Калинингр. техн. ин-та рыбн. пром-сти и х-ва (20) : 175—180.
- Марти Ю. Ю., 1956. Основные этапы жизненного цикла атлантическо-скандинавских сельдей. Тр. ПИНРО 9 (5).
- Маслова Н. И., 1970. Сравнительная биохимическая характеристика карпов-производителей и их потомства. Изв. Тимирязевск. с.-х. акад. (3) : 194—199.
- Мороз И. Е., 1971. К динамике обмена веществ в мышцах карпа, выращиваемого в прудах степной зоны Волгоградской области. Тр. Волгогр. отд. НИИ оз. и речн. рыбн. х-ва 5 : 238—254.
- Пентегов Б. П., Ментов Ю. Б., Курнаев Ю. Ф., 1928. Физико-химическая характеристика нерестово-миграционного голодания кеты. Изв. Тихоок. научно-промысл. ст. 2 (1). 3.
- Потапова О. И., Титова В. Ф., 1969. Изменение жирности крупной ряпушки в связи с созреванием гонад. В сб.: Вопр. экол. животных : 61—68.
- Сафонова Е. П., 1946. Техно-химический состав промысловых рыб Аральского моря. Рыбн. х-во (9) : 24—30.
- Тимм Г. Э., 1973. Зообентос озера Вуртсъярв в 1965—1972 гг. Лимнология Северо-Запада СССР. III : 129—132.
- Хаберман Х., 1964. Лещ в Эстонской ССР. Автореф. канд. дисс. Тарту.
- Чугунова Н. И., 1961. О закономерностях роста рыб и их значении в динамике популяций. Тр. совещания по динамике численности рыб : 94—107.
- Шаронов И. В., 1968. Динамика численности поколений и рост леща в Куйбышевском водохранилище. В сб.: Биология и трофические связи пресноводных беспозвоночных и рыб : 151—179.
- Шульман Г. Е., 1972. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М. Gras I., Reynaud B., Gamoty L., Frey I., Henry I., 1967. Etude biochimique des poissons. I. Variations semestrielles de la teneur en eau et en protéines du tissu musculaire de la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdnerii* Rich). *Experientia* 23 (6) : 430—431.
- igarashi H., Zama K., 1953. Biochemical studies of the Salmon, *Oncorhynchus keta*. I. The changes in the chemical components of the body tissue during the spawning migration. *Bull. of the Jap. Soc. Sci. Fish.* 18 (11).
- Jafri A. K., 1968. Seasonal changes in the biochemical composition of the common carp, *Cirrhina mrigala* (Ham.) *Broteria Cienc. natur.* 37 (1—2) : 29—44.
- Jafri A. K., 1969. Seasonal changes in the biochemical composition of the freshwater cat-fish, *Wallagonia attu*. *Hydrobiologia* 33 (3—4) : 497—506.
- Khawaja D. K., 1972. Seasonal changes in the biochemical composition of the juveniles of common major carp: *Cirrhina mrigala* (Ham.). 41 (1—2) : 25—40.
- Kirsipuu A., 1971. Seasonal cycle of changes in the blood serum protein fractions in bream. *ENSV TA Toim. Biol.* 20 (2) : 133—140.
- Kublička A., 1966. Kuršiu mariu Karšio — Abramis brama (L.) Kai Kuriu biologiniu rodikliu tyrimai. *Lietuvos TSR Aukštųjų Mokyklų Mokslo Darbai, Biologia* 6 : 169—179.
- Lovern J. A., 1964. The lipids of marine organisms. *Oceanogr. and Marine Biol. Ann. Rev.* 2 : 169—191.
- Middleton K. I., 1960. New Nessler reagent and its use in the direct nesslerisation of Kjeldahl digest. *J. Appl. Chem.* 10 (7) : 281—286.
- Needham A. E., 1964. The growth process in animals. London.
- Wojno T., 1964. Proba ustalenia właściwego okresu polowee leszcza (*Abramis brama* L.). *Roczn. nauk roln.* B84 (2) : 475—491.

Alla KANGUR

## VÖRTSJÄRVE LATIKA AASTATSÜKLI FÜSIOLOOGILIS-BIOKEEMILINE ISELOOMUSTUS

### I. Muutused lihaste kuivaine-, valgu- ja rasvasisalduses

#### Resümee

1968. aasta oktoobrist kuni 1972. aasta detsembrini jälgiti 511 Võrtsjärve latika lihaste kuivaine-, vee-, valgu- ja rasvasisalduse sesoonsel dünaamikat. Tulemuste detailsel sesoonsel analüüsil võeti aluseks 1972. aasta, mil proove koguti igal kuul. 1972. aasta suvi oli kuum, mis tingis ka kõrge suvise (juuni-juuli) kuivaine-, valgu- ja rasvasisalduse. Neil aastatel (1969—1971), mil suvi oli jahe, nihkus valgu- ja kuivainesisalduse maksimum sügisele. Lihaste kuivaine- ja valgusisaldust peegeldab võrdlemisi hästi tüsedusindeks (Clarki koefitsient). Rasvasisalduse maksimum on lühiaegne, esinedes vaid juunis. Lihaste rasvasus langeb, emastel seejuures enam kui isastel, gonaadide arengu algstaadiumis, s. o. juuli lõpul — augustis.

Üldse iseloomustab Võrtsjärve latikat väga madal rasva- ning kõrge veesisaldus, mis viitab latikapopulatsiooni ebarahuldavale seisundile järves. Töö kestel selgus, et teatud perioodidel võib lihaste veesisaldust tugevasti mõjustada elusate väljapüütud kalade hoidmisrežiim enne proovitükkide võtmist, võimalik, et ka püügiviisi.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Zooloogia ja Botaanika Instituut

Toimetuses saabunud  
17. X 1973

Alla KANGUR

## PHYSIOLOGICO-BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ANNUAL CYCLE OF BREAM IN LAKE VÖRTSJÄRV

### I. Changes in the content of dry matter, proteins and fats in the muscle

#### Summary

An assessment was made of the seasonal dynamics of the content of dry matter, proteins and fats in the muscle of the bream. A total of 511 bream were examined from October 1968 to December 1972. The samples taken every month in 1972 served for a detailed seasonal analysis. The summer of 1972 was hot, and as a result the level of the content of dry matter, proteins and fats was rather high in June-July. In the cool summers (1969—1971), the maximum of the protein and dry matter content occurred in autumn. The dry matter and protein content is rather well reflected by the condition (Clark's coefficient). The maximum of the fat content coincides with June. The fatness of the muscles is connected with the development of the gonads — with the initial stage of their development in July-August, when the fat content falls, the decrease being greater in females than in the males.

On the whole, the bream of Lake Võrtsjärv are characterized by a very low fat content and a high water content, which points to the unfavourable conditions for the bream population in the lake. In the course of the field work it was stated that in certain periods the water content can be greatly influenced by the conditions under which the fish that have been caught alive are kept before taking the samples, and possibly, also by the manner in which they are caught.

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

Received  
Oct. 17, 1973