

## ТОПОГРАФИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ У ПРУДОВЫХ КАРПОВ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИХ ЗИМОУСТОЙЧИВОСТИ\*

(СООБЩЕНИЕ 1)

Ассистент Н. Ф. КОРОЛЕВ

**И**сследованиями Черфаса и Будникова (8), Слгова (16 а, б, в), Себенцева и Имерлишвили (15), Кирпичникова и Берг (10), Суховерхова (17 б) установлено, что между размерами и весом, упитанностью и, в частности, жирностью карпов и их жизнеустойчивостью во время зимования проявляется отчетливая зависимость.

Крупные, хорошо упитанные (жирные) сеголетки выносливее к воздействиям неблагоприятных условий внешней среды во время зимования, чем мелкие и слабо упитанные.

Карпы старших возрастных групп (двухлетние, ремонт, производители), по сравнению с первогодками, отличаются высокой зимостойчивостью (Арнольд (1), Елеонский (8) и др.). Как правило карпы старших возрастов отличаются от карпов младших возрастов более высокой упитанностью и жирностью (Суховерхов (17—а), Елеонский (8), Мовчан (13), Бризинова и Кирпичников (3)).

Жир у промысловых рыб принято рассматривать, как высококалорийный продукт, который они наращивают в период вегетации и расходуют на поддержание обмена веществ и энергии в организме во время зимования, т. е. когда находятся в состоянии оцепенения и не воспринимают пищи извне.

Наращивание жира карпами изучалось и изучается методами химического анализа. В литературе показатели жирности карпов широко варьируют. Как видно, это объясняется не только породными, возрастными, сезонными особенностями жирового обмена, или качеством рыбы, выращивавшейся в разных экологических условиях, но и несинхронным подходом к определению жирности карпов.

Большинство авторов определяли жирность карпов по показателям химического состава мышц (мяса) и лишь в немногих работах (Черфас (19), Мовчан (13), Бризинова и Кирпичников (3)) жирность карпов устанавливалась путем анализа средней пробы из всей рыбы. Последние данные характеризуются более высокими показателями жирности карпов.

Бризинова и Кирпичников (3) отмечают, что вопрос о жировом обмене

---

\* Материалы доложены на совещании при Главном Управлении рыбной промышленности при Совете Министров БССР 20 марта 1951 года и на научном совещании по вопросам рыбного хозяйства Белорусской ССР при Беллуниверситете 5—7 мая 1952 г.

не у рыб и о сезонной интенсивности жирового обмена почти совершенно не изучен.

О распределении жировой ткани в организме у карпов в литературе встречаются весьма скудные сведения, полученные, как правило, попутно, при изучении других вопросов.

Вотинск (4) при изъятии гилофизов у карповых рыб—сазана, леща и других, отметил факт отложения жировой ткани у них в черепной полости.

Вундш (5) ссылается на факт отложения жира у карпов в мускуле небного органа.

Мовчан (13), производя химический анализ карпов и карпо-карасей, учитывал неравномерное распределение жира по частям их тела. Он указывает на наличие большого количества жира у рыб в брюшной полости.

Бризнинова и Кирпичников (3), на вскрытиях перезимовавших двухгодовиков—гибридов карпа и амурского сазана находили у них в полости тела много жировых прослоек.

Учитывая, что литературные данные о распределении жировой ткани у карпов весьма малочисленны, неполны и не нашли приложения в работах по исследованию интерьера карпов, мы подробно изучили топографию и характер отложений жировой ткани у них микро-морфологическим методом.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования служили чешуйчатые и зеркальные карпы, отобранные нами при облове нагульного пруда в рыбхозе «Слепянка» и зимовального пруда в рыбхозе «Волма» Минской области. Количество исследованных карпов, их вес и длина тела приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика исследованных карпов

Рыбное хозяйство	Время улова	Порода	Количество штук	Общая длина тела в см	Вес в гр	Примечание
Слепянка	9 октября 1949 г.	Чешуйчатый	2	23,6—25,8	261 — 282	Здоровые карпы
		Зеркальный	3	22,6—24,5	210,4—402	
Волма	21 марта 1951 г.	Чешуйчатый	2	21,6—27,0	279 — 360	Трупы
		Зеркальный	3	25,6—30,2	280 — 545	
"	"	Чешуйчатый	2	24,3—25,6	245 — 322	
"	"	Зеркальный	2	23,6—27,3	281 — 423	

Выловленные из пруда рыбы погружались в 10% раствор формалина, где фиксировались не менее 15 дней. На второй день у них надрезали брюшную стенку, чтобы раствор формалина быстрее проникал в полость тела. Затем, после декальцинации в 5% растворе азотной кислоты, промывания в проточной воде, у каждой рыбы отделяли голову от туловища острой бритвой по задней границе жаберных крышек, разрезали ее на две половины по сагитальной плоскости. Одну половину головы затем разрезали поперек на 4—5 частей. Туловище и хвост разрезали на пять частей, в поперечном направлении. В начале места отложений жировой ткани в частях головы, туловища и хвоста изучали с помощью бинокулярной лупы, при увеличении в 13,8—45,05 раз.

В дальнейшем применяли дополнительные приемы исследования. Изготавливали срезы с разных участков головы, туловища и хвоста на за-

мораживающем микротоме. Срезы окрашивали гематоксилином + суданом и одним суданом промывали в воде, заключали в глицерин, изучали при увеличении в 45,5 и 120—720 раз. Снимали с головы, туловища и хвоста полоски кожи, освобождали их от чешуи и окрашивали суданом, промывали в воде; кусочки полосок кожи заключали в глицерин и изучали с наружной и внутренней сторон. Такой же прием применялся при изучении отложений жировой ткани в сердечной сумке возле плавательного пузыря и в серозной оболочке.

### ТОПОГРАФИЯ И ХАРАКТЕР ОТЛОЖЕНИЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ У ЧЕШУЙЧАТЫХ И ЗЕРКАЛЬНЫХ КАРПОВ ОСЕННЕГО УЛОВА

Последовательным изучением частей головы, туловища и хвоста установлено, что у каждого чешуйчатого и зеркального карпа имелись два обширных очага жировой ткани—периферический и центральный.

Периферический очаг у карпов составляли слои жировой ткани, своеобразно расположенные в разных, но определенных местах головы, туловища и хвоста. В частности, хорошо развитые слои жировой ткани имелись в слизистой оболочке рта, глотки и в толще небного мускула, а также возле костей подъязычно-жаберного аппарата и расположенных рядом с ними кровеносных сосудов и нервов. Хорошо развитые слои жировой ткани залегали вокруг обонятельных впадин, у донной части обоих глаз, по ходу зрительных нервов и вокруг костной капсулы каждого внутреннего уха.

Кровеносные сосуды и нервы головы покрыты жировой тканью. Она заполняла межкостные щели в разных местах черепа.

Под кожей на голове (за исключением губ, заглазничного участка кожи на голове, жаберных крышек, жаберных лепестков) имелся хорошо развитый слой жировой ткани. В совокупности все слои жировой ткани в голове у карпов составляли сплошную прокладку вокруг мышечных комплексов сосудов, нервов и многих костей (рис. 1).

Под чешуями—на коже туловища и хвоста у чешуйчатых карпов расположен сплошной слой жировой ткани; у зеркальных карпов этот слой жировой ткани был хорошо развит лишь на тех участках кожи, которые покрыты чешуей.

Под кожей на туловище и на хвосте у чешуйчатых и зеркальных карпов имелся сплошной слой жировой ткани, причем на выступах тела—вдоль спины, брюшка и на боках (по ходу боковых линий), от головы до хвостового плавника, жировая ткань залегала более мощно развитыми лентами.

Боковые линии у чешуйчатых и зеркальных карпов погружены в жировую ткань между кожей и подкожной ее слоями.

Позвоночник на всем протяжении от головы до хвостового плавника покрыт слоем жировой ткани; она заполняла внутри костные щели в позвонках.

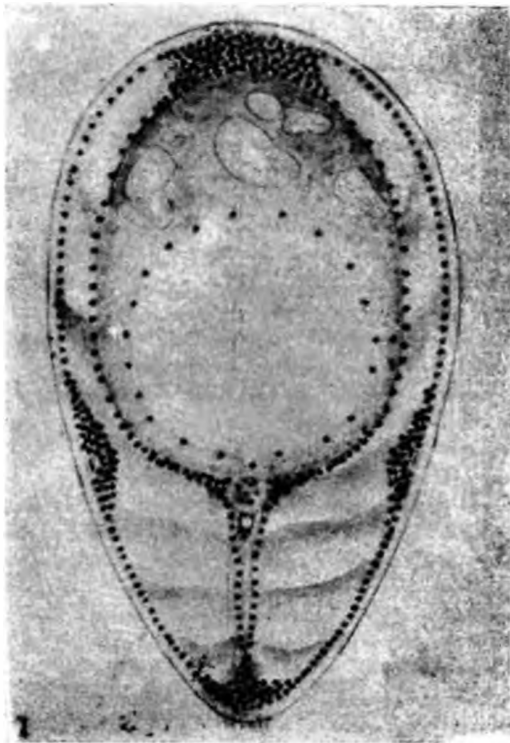
Под серозной оболочкой жировая ткань залегала сплошным \* слоем на мышечной стенке. От позвоночника до  $\frac{1}{3}$  длины ребер подсерозный слой жировой ткани был толще, чем на остальном протяжении до брюшной ленты.

На границе между плавательным пузырем и соседними с ним органами имелся тонкий сплошной слой жировой ткани. Под серозным покровом на кишках и печеночных долях жировой ткани мало.

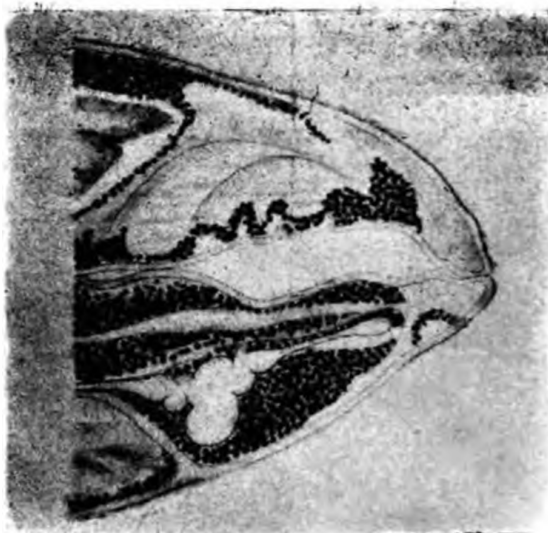
Крупные кровеносные сосуды и их разветвления, за исключением тех сосудов, которые располагались в толще мышц, жаберных крышек, в



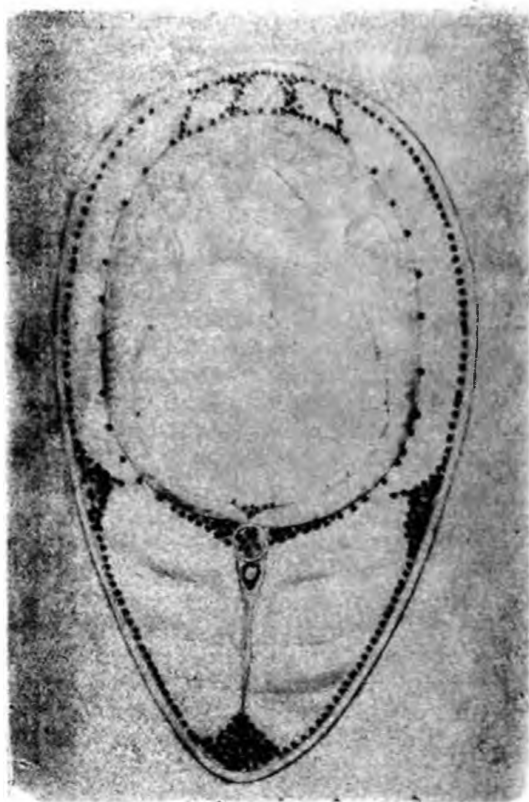
*Рис. 1* Продольный разрез головы карпа  
осеннего улова.  
Черным пунктиром отмечены основные  
места отложений жировой ткани.



*Рис. 2.* Поперечный разрез туловища карпа  
осеннего улова.  
Черным пунктиром отмечены основные  
места отложений жировой ткани



*Рис. 3. Продольный разрез головы здорового карпа весеннего улова. Черным пунктиром отмечены основные места отложений жировой ткани.*



*Рис. 4. Поперечный разрез туловища здорового карпа весеннего улова. Черным пунктиром отмечены основные места отложений жировой ткани.*

коже на голове, в жаберных лепестках проходили в слоях жировой ткани; она залегала тонким слоем в ткани сердечной сумки и в тканях, окружающих сердечную сумку.

Туловищные нервы от места выхода из позвоночника до вхождения в иннервируемый орган проходили в слоях жировой ткани.

Мышечные комплексы правой и левой половины туловища и хвоста у чешуйчатых и зеркальных карпов были покрыты соединенными между собой слоями жировой ткани—подкожным, околопозвоночным и подсерозным (рис. 2). В толще мышечных комплексов жировая ткань отсутствовала; прослойки ее имелись лишь вокруг лучков плавниковых мышц, на спине и брюшке, а также местами на границе между спинными и брюшными мышцами.

В плавниках жировая ткань залегала слоем под кожей, у основания их и по ходу лучей.

Центральный очаг у карпов был представлен жировой тканью, обильно нагруженной крупными жировыми клетками, которая заполняла все довольно обширное надмозговое пространство в черепе и менее обширное надмозговое пространство в позвоночнике. Головной и спинной мозг у карпов изолированы от костей черепа и позвоночника хорошо развитым, особенно в черепной полости, сплошным слоем жировой ткани.

Более мощные отложения жировой ткани у чешуйчатых и зеркальных карпов концентрировались вокруг органов центральной нервной системы, возле органов чувств, по ходу нервов и крупных кровеносных сосудов, а также вокруг мышечных комплексов правой и левой половины тела и особенно на выступах тела. В голове и туловище жировая ткань залегала более мощными слоями, чем в хвосте. Крупные экземпляры чешуйчатых и зеркальных карпов имели в голове, туловище и хвосте лучше развитые слои жировой ткани, чем карпы меньшего размера и веса.

#### ОТЛОЖЕНИЯ ЖИРОВОЙ ТКАНИ У КАРПОВ ВЕСЕННЕГО УЛОВА

Последовательным изучением частей головы, туловища и хвоста у чешуйчатых и зеркальных карпов весеннего улова (21 марта 1951 г.) (табл. 1) установлено, что у них, как и у карпов осеннего улова 1949 года, в одноименных местах организма имелись сравнительно хорошо развитые очаги жировой ткани—периферический и центральный.

Однако у каждого чешуйчатого и зеркального карпа отмечены признаки более или менее выраженного обезжиривания, слоев жировой ткани возле позвоночника под серозной оболочкой, на мышечной стенке, возле плавательного пузыря, а также в черепе по ходу обонятельных нервов. Головной и спинной мозг, органы чувств, нервы и сосуды, наружные части мышечных комплексов туловища и хвоста были покрыты сравнительно мощными слоями жировой ткани. В толще мышечных комплексов жировая ткань отсутствовала (рис. 3, 4). Крупные экземпляры карпов имели лучше развитые слои жировой ткани в частях головы, туловища и хвоста, чем карпы меньшего размера и веса.

У чешуйчатых карпов на коже, под чешуями расположен сплошной слой жировой ткани; у зеркальных она располагалась на тех участках кожи, которые покрыты чешуей.

#### ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЯ ЖИРОВОЙ ТКАНИ У ТРУПОВ ЧЕШУЙЧАТЫХ И ЗЕРКАЛЬНЫХ КАРПОВ ВЕСЕННЕГО УЛОВА

При подледном облове зимовального пруда в рыбхозе «Волма», в тоне выловлено 16 трупов двухлетних карпов. Среди них без признаков раз-

ложения оказались 4 трупов (табл. 1), которые исследованы нами по принятой методике.

Установлено, что у трупов периферический и центральный очаги жировой ткани значительно обезжирены. Под кожей на голове, в слизистой рта, глотки, возле органов чувств имелись сравнительно хорошо сохранившиеся слои жировой ткани. На коже туловища и хвоста, под чешуями имелся тонкий слой жировой ткани. У трупов зеркального карпа она имелась лишь на участках кожи, покрытых чешуей.

Под кожей на боках (между лентами жировой ткани спинной, боковыми и брюшной) жировая ткань почти совсем отсутствовала. Мало ее было возле позвоночника, под серозной оболочкой на мышечной стенке, возле плавающего пузыря, нервов и кровеносных сосудов (рис. 6).

У всех трупов передняя часть надмозгового пространства в черепе заполнена прозрачной соединительной тканью, через которую были видны кровеносные сосуды и костная стенка. При окрашивании суданом, отложения жира в этой ткани не выявлялись. Лишь изредка у костной стенки встречались отдельные клетки с мелкими каплями жира в протоплазме. Задняя часть надмозгового пространства у всех трупов заполнена жировой тканью, которая густо загружена крупными жировыми клетками.

Обонятельные нервы—передний, промежуточный и частично средний отделы головного мозга лишены жировой изоляции, задние его отделы имели ее (рис. 5).

На поверхности спинного мозга имелся сплошной слой жировой ткани.

Патологических изменений в органах трупов чешуйчатых и зеркальных карпов не обнаружено. По цвету, макро и микроскопическому строению органы и ткани у павших карпов не отличались от органов и тканей здоровых карпов, выловленных одновременно из зимовального пруда.

### ОБСУЖДЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данные исследования показали, что резервный жир у чешуйчатых и зеркальных карпов депонирован в протоплазме жировых клеток в определенных местах организма—в обширных очагах жировой ткани—периферическом и центральном. В совокупности эти очаги жировой ткани покрывают (изолируют) большую часть периферии организма и своеобразно располагаются по отношению к его системам.

Как видно большинство идущих на зимование двухлетних чешуйчатых и зеркальных карпов обладают хорошо развитыми и полно сформированными периферическими и центральными очагами жировой ткани. Однако у чешуйчатых карпов на коже под чешуями расположен сплошной слой жировой ткани. У зеркальных карпов этот слой жировой ткани хорошо развит лишь на участках кожи, покрытых чешуей.

Крупные экземпляры карпов, как правило, обладают более мощными очагами жировой ткани, чем карпы меньшего размера и веса.

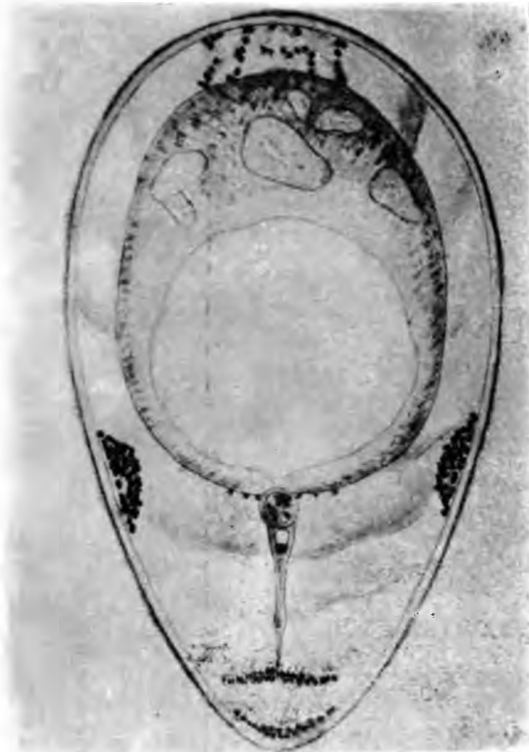
Чешуйчатые и зеркальные карпы весеннего улова (21-III 1951 г.) также имели хорошо развитые очаги жировой ткани и отличались от карпов осеннего улова (27-X 1949 г.) сравнительно незначительным обезжириванием, главным образом, внутренних участков периферического и центрального очагов жировой ткани.

У трупов павших карпов очаги жировой ткани были значительно обезжирены. Однако в необезжиренных участках очагов еще имелись запасы жира. Патологических изменений в органах трупов не обнаружено.

Сопоставление данных по группе здоровых и павших карпов весеннего улова показывает, что первые, обладая сравнительно хорошей жировой изоляцией на периферии и возле систем организма, благополучно пере-



*Рис. 5. Продольный разрез головы павшего весной карпа (трупа).  
Места отложений жировой ткани отмечены черным пунктиром*



*Рис. 6. Поперечный разрез туловища павшего весной карпа (трупа).  
Места отложений жировой ткани отмечены черным пунктиром.*



после зимовании. Карпы имеющие слабую жировую изоляцию на периферии и возле систем организма (головного мозга, мышечных комплексов и др.) погибли при наличии запасов жира в необезжиренных участках очагов жировой ткани.

Как видно, большое количество жира и хорошая изоляция жировой тканью периферии и систем организма у карпов повышает их жизнеустойчивость, а также выносливость к неблагоприятным зимним условиям; малое количество жира и неполная изоляция жировой тканью периферии и систем организма, наоборот, понижают жизнеустойчивость, а также выносливость карпов к длительному воздействию низких температур и приводит их к гибели.

Очаги жировой ткани у карпов занимают закономерное положение на периферии организма, т. е. на границе его с внешней средой и по отношению к системам органов—нервной, костной, мышечной, кровеносной и т. д. Они у зимующих карпов, видимо, являются не только источником веществ и энергии для обменных процессов в органах, но и факторами сохраняющими необходимый минимум температуры в организме рыбы и, таким образом, обеспечивающими переживание неблагоприятных условий зимовки (низкая температура).

Развиваемое нами положение о двойственном значении очагов жировой ткани, в комплексе приспособлений у карпа согласуется с современным представлением о наличии у пойкилотермных («холоднокровных») позвоночных, в том числе и у рыб, особой формы терморегуляции. Они способны в узких пределах поддерживать постоянство температуры тела (Слоним (14), Коштоянц (11)). Оно согласуется также с положением о биологической роли приспособлений и реакций у животных, в поддержании и сохранении у них энергетического баланса (притока энергии и ее потери. Калабухов (9)).

Известно, например, что карпы старших возрастных групп, как в естественных, так и в экспериментальных условиях, лучше переносят воздействия низких температур, чем карпы младших возрастных групп (Дунаев (7), Гудков и Платонов (6), Шмидт и Платонов (20) и др.).

Первые отличаются от вторых большей жирностью, а, следовательно, более мощными очагами жировой ткани и более уравновешенным тепловым обменом при воздействии низкой внешней температуры. Это отражается на интенсивности расходования рыбами резервного жира во время зимования.

Так, из работы Брижиновой и Кирпичникова (13) видно, что двухлетние карпы жирнее сеголетков; они за зиму расходуют меньше жира, чем сеголетки.

Сигов (16 б, в), Себенцев и Имерлишвили (15) установили, что во время зимования более крупные сеголетки (от 20 до 30 г и выше, лучше сохраняют свою упитанность, чем мелкие (20 г и ниже) и лучше выживают, чем мелкие.

Чешуйчатые карпы, сазаны и их гибриды, как правило, более устойчивы к неблагоприятным условиям внешней среды (низким температурам, паразитам), чем зеркальные и другие карпы. Чешуйчатые карпы, сазаны и их гибриды отличаются от других карпов большей жирностью и зимостойкостью (Бородин (2), Мартишов (12), Арнольд (1), Кирпичников (3) и др.).

Наши данные показывают, что периферия организма у чешуйчатых карпов полнее изолирована жировой тканью от внешней среды, чем у зеркальных карпов.

Данные нашего исследования дополняют известные в литературе све-

дения об отложениях жировой ткани у карпа новыми фактами и позволяют сделать следующее заключение:

1. Жир у карпа отлагается в клетках соединительной ткани в определенных местах организма—в очагах жировой ткани—периферическом и центральном.

2. В совокупности очаги жировой ткани у карпа покрывают (изолируют) большую часть периферии организма и системы органов—нервную, костную, мышечную, кровеносную системы органов внутренней полости.

3. Периферия организма у чешуйчатых карпов полнее изолирована жировой тканью, чем у зеркальных карпов.

4. Крупные чешуйчатые и зеркальные карпы, по сравнению с менее крупными, как правило, обладают более мощными очагами жировой ткани.

5. Значительное обезжиривание очагов жировой ткани у зимующих карпов уменьшает изоляцию ими периферии организма и его систем, в частности, головного мозга, мышечных комплексов, кровеносных сосудов, что, видимо, понижает жизнеустойчивость карпов и обуславливает гибель некоторых из них во второй половине зимы.

6. Сопоставления данных нашего исследования с известными в специальной литературе данными о наличии зависимости между упитанностью (жирностью) карпов и их зимоустойчивостью, а также с положением о значении приспособлений и реакции у животных для поддержания и сохранения уровня энергетического баланса (притока энергии и ее потери—Калабухов (9), дает основание предполагать, что очаги жировой ткани у карпов имеют двойственное значение:

а) с одной стороны, депонированный в клетках очагов жир является источником веществ и энергии для обменных процессов в функционирующих системах органов (общепринятое в литературе положение);

б) с другой—они являются факторами в комплексе приспособлений у карпов, которыми сохраняется необходимый уровень теплового обмена в системах органов и в организме при взаимоотношениях его с низкой температурой внешней среды.

Приведенные в данном сообщении материалы ориентируют на дальнейшее всестороннее исследование жирового обмена и значения жировой ткани в комплексе приспособлений у карпов<sup>1</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Арнольд. Продвижение карповой культуры на север. Известия ВНИОРХ, т. XXI, 1939.
2. Н. Бородин. Прудовое хозяйство, 1907.
3. А. Н. Бризинова, В. С. Қирпичников. К проблеме повышения зимоустойчивости сеголетков карпа, амурского сазана и их гибридов. (Сообщение II). Зоологический журнал т. 31, в. 6, 1952.
4. Н. Вотиннов. Организация и работа пунктов заготовок гипофизов для рыбоводных целей. Рыбное хозяйство № 1, 1940.
5. Г. Г. Вундш. Питание, пищеварение и обмен веществ у рыб. Руководство по кормлению и обмену веществ сельскохозяйственных животных т. III, 1937.
6. В. Гудков, Г. Платонов. Опыты по охлаждению рыбы. Рыбное хозяйство СССР № 6, 1936.

<sup>1</sup> Материалы о наращивании жира и о характере отложения жировой ткани у годовиков карпа будут даны во втором сообщении.

7. В. Дунаев. О технике пересадки мальков карпа. Рыбное хозяйство СССР № 11—12, 1932.
8. А. М. Елеонский. Прудовое рыбоводство, 1946.
9. Н. И. Калабухов. Сохранение энергетического баланса организма как основа процесса адаптации. Журнал общей биологии т. 7, в. 6, 1946.
10. В. С. Кирпичников, Р. Л. Берг. К проблеме повышения зимостойкости, сеголетков карпа, сазана и их гибридов. (Сообщение I). Зоологический журнал т. XXXI, в. 4, 1952.
11. Х. С. Коштоянц. Основы сравнительной физиологии, 1950.
12. Ф. Г. Мартышев. Прудовое рыбоводство ч. I, 1949.
13. В. А. Мовчан. Экологические основы интенсификации роста карпа, 1948.
14. А. Д. Слоним. Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих, 1952.
15. Б. М. Себенцев, Т. И. Имерлишвили. Нормы посадки сеголетков карпа в зимовальники в зависимости от режима воды. Труды Воронежского отделения ВНИПРХ т. 3, в. I, 1940.
16. В. А. Сигов. а) О методах определения зимостойкости сеголетков карпа. Рыбное хозяйство № 2, 1939.  
б) К материалам по экологии зимования карпов—сеголетков. Труды Воронежского отделения ВНИПРХ т. 3, в. I, 1940.  
в) Биометрические критерии жизнеспособности первозимующих карпов. Труды ВНИПРХ № 4, 1947.
17. Ф. Суховерхов. а) Качество столовой рыбы в карповом хозяйстве при двухлетнем и трехлетнем обороте. Рыбное хозяйство № 2, 1942.  
б) Гибридные популяции карпа прудов и водоемов в степных и лесостепных засушливых районах СССР. Агробиология т. I, 1952.
18. С. Черфас, К. Будников. К вопросу о весовом стандарте карпового посадочного материала. Рыбное хозяйство СССР № 8—9, 1932.
19. Б. Черфас. Сазан как объект прудового хозяйства. Рыбное хозяйство СССР № 2, 1938.
20. П. Ю. Шмидт, Г. П. Платонов. Сезонность в отношении рыб к низким температурам. Доклады АН СССР т. XIX, в. III, 1938.