

УДК 597—105 : 597.442 : 597.554.9] : 621.039.8

**ИЗУЧЕНИЕ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У РЫБ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
РАДИОАКТИВНОГО УГЛЕРОДА**

И. Ф. ВЕЛЬТИЩЕВА

В работах К. Ф. Сорвачева и О. В. Белокопытовой [5], И. Ф. Вельтищевой [2] было показано, что минеральные соединения углерода, растворенные в воде, в большом количестве проникают в тело рыбы, включаются в состав всех органов и тканей и участвуют в обмене веществ.

В настоящей статье рассматривается возможность проникновения из окружающей среды в тело рыбы органических соединений углерода и сезонные изменения в обмене веществ у годовиков карпа. В свое время вопрос о возможности осмотического питания вызвал бурную дискуссию и ему было посвящено большое количество работ, причем необходимо подчеркнуть, что мнения были очень противоречивыми.

Применение радиоактивных веществ позволяет ответить на этот вопрос более определенно.

Работой И. В. Смеловой [4] на карповых и осетровых рыбах доказано проникновение из воды в тело рыб серусодержащих аминокислот (метионина и цистина), меченных по сере, причем отмечено более интенсивное проникновение органических веществ по сравнению с неорганическими соединениями серы.

В наших опытах была использована радиоактивная глюкоза, меченная по углероду (*D*-глюкоза 1С-14). Опыты проводили с молодью осетровых, сеголетками и годовиками карпов.

Для определения мест проникновения глюкозы годовиков карпа помещали в специальную камеру [7], где с радиоактивным раствором глюкозы (200 мккюри/л) соприкасался только головной или туловищный отдел их. По техническим причинам рыб выдерживали в радиоактивном растворе всего 8 мин, затем на протяжении двух суток отмывали в чистой воде, после чего брали на анализ. Результаты этого опыта приведены в табл. 1.

Оказалось, что даже при таком кратковременном соприкосновении тела рыб с раствором глюкозы она уже проникает в него, но в очень незначительном количестве. Существенных различий в проникновении глюкозы через головной (54%) и туловищный (46%) отделы обнаружить не удалось.

При выдерживании годовиков карпа в течение 1 ч в радиоактивном растворе соды (300 мккюри/л) через головной отдел проникало 85,2%, через туловище — 14,8% углерода. Очевидно, у рыб места проникновения органических и минеральных соединений углерода несколько отличаются. Большое количество глюкозы усваивается через

Таблица 1

Проникновение  $C^{14}$  глюкозы через головной и туловищный  
отделы тела рыб

Органы и ткани	Имп/мин на 100 мг сухого вещества	
	в растворе глюкозы находилась голова	в растворе глюкозы находилась туловище
Кровь . . . . .	49	73
Печень . . . . .	56	29
Чешуя . . . . .	56	40
Мышцы . . . . .	23	27
Головной мозг . . . . .	38	21
Стекловидное тело . . . . .	363	250
Масса рыбы, г . . . . .	17,0	16,8

плавники. Активность плавников на протяжении первых суток выдерживания в растворе глюкозы значительно выше, чем активность жаберных лепестков. При выдерживании рыб в растворе минеральных соединений этого не наблюдалось (табл. 2).

Данные по проникновению радиоактивного углерода ( $C^{14}$ ) из минеральных и органических соединений и распределению его при более длительном выдерживании в радиоактивных растворах приведены в табл. 2.

Прежде чем говорить о результатах этого опыта, следует отметить, что с радиоактивной глюкозой в водопроводную воду вносилось 0,0940 г/л глюкозы, а с радиоактивной содой 0,0023 г/л соды. Содержание глюкозы в чистой водопроводной воде можно принять равным нулю. Следовательно, активность 1 мг глюкозы будет равна 200 мккюри/л : 94 мг/л = 2,1 мккюри.

Что же касается иона  $НСО_3^-$ , то его содержание в воде достигает 250,7 мг/л (средние данные за 10 лет по воде около Рублева [1]). Поэтому, несмотря на малое количество иона  $НСО_3^-$ , внесенного с радиоактивной содой, на самом деле его в воде много. Активность, приходящаяся на 1 мг иона  $НСО_3^-$ , будет равна 200 мккюри/л : 252,4 мг/л = 0,8 мккюри, или активность 1 мг глюкозы в 2,6 раза больше активности 1 мг иона  $НСО_3^-$ .

Чтобы не усложнять табл. 2, в ней приведен фактический цифровой материал, полученный в опыте. Из табл. 2 видно, что глюкоза проникает в тело рыб значительно медленнее, чем минеральный углерод. Однако при более длительном выдерживании в радиоактивных растворах эта разница уменьшается.

Синтез гликогена из минеральных и органических соединений может идти разными путями. При выдерживании рыб в воде с минеральными соединениями углерода радиоактивность гликогена мышц очень высока, часто значительно выше радиоактивности гликогена печени. При выдерживании рыб в радиоактивном растворе глюкозы активность гликогена мышц значительно (в 8—21 раз) меньше активности гликогена печени (см. табл. 2). Это говорит о том, что из минеральных соединений в мышцах возможен дополнительный синтез гликогена.

Аналогичные данные приведены у Г. Хевиши [6]. При введении крысам  $NaHC^{14}O_3$  в гликогене мышц обнаруживается значительное

Распределение  $C^{14}$  глюкозы и соды по органам и тканям рыб

Органы и ткани	Имп/мин на 100 мг сухого вещества							
	рыба содержалась в воде с радиоактивной глюкозой (200 мккюри/л)				рыба содержалась в воде с радиоактивной содой (200 мккюри/л)			
	2 ч 30 мин	1 сутки	2 суток	2 суток, а затем 22 дня в чистой воде	2 ч 30 мин	1 сутки	2 суток	2 суток, а затем 22 дня в чистой воде
Гликоген								
печени . . . . .	138	32 613	750 445	14 380	19 934	411 579	319 253	140 174
мышц . . . . .	485	4 636	34 643	59 854	6 413	867 857	335 833	118 962
Белки щелочерастворимые								
печени . . . . .	Фон	976	—	—	1 000	13 666	—	—
мышц . . . . .	»	74	3 147	1 000	88	1 533	1 075	1 131
стекловидного тела . . . . .	2444	37 910	44 500	—	44 600	163 375	98 666	—
Печень (целая) . . . . .	85	7 133	47 220	—	11 086	45 000	67 932	—
Жиры								
печени . . . . .	66	500	5 550	250	1 133	2 833	6 640	266
мышц . . . . .	28	46	660	233	50	2 500	800	360
внутренностей . . . . .	33	3 533	—	69	1 400	5 250	—	267
Кости								
основные . . . . .	28	772	4 594	1 071	2 190	5 047	7 546	1 231
покровные . . . . .	39	652	6 788	616	1 800	5 473	13 706	2 066
чешуя . . . . .	49	1 422	14 326	1 800	5 814	10 968	13 354	1 107
Плавник								
хвостовой . . . . .	135	4 167	24 000	—	6 538	27 453	57 250	—
спинной . . . . .	296	3 132	—	—	7 900	25 400	—	—
Мозг								
головной . . . . .	123	1 255	20 883	5 543	3 750	4 700	21 062	10 192
спинной . . . . .	95	1 625	19 552	4 750	2 870	13 121	13 514	9 846
Кровь . . . . .	222	1 451	32 169	5 059	4 336	15 167	18 082	4 754
Селезенка . . . . .	10	1 069	26 143	—	1 706	8 290	12 916	—
Жаберные лепестки . . . . .	92	2 320	90 714	—	6 202	27 413	48 250	—
Почки . . . . .	92	1 419	38 312	—	2 354	14 675	22 368	—
Кожа . . . . .	40	979	9 096	—	2 029	11 625	4 660	—
Желчь . . . . .	36	693	5 852	—	358	1 678	5 020	—
Масса рыбы, г . . . . .	26,55	29,3	8,7	10,5	22,4	19,4	9,0	12,1



количество  $C^{11}$  (до  $\frac{1}{3}$  радиоактивности гликогена печени). При введении меченых органических веществ (лактата и пирувата) этого не наблюдалось.

Таким образом, при попадании в кровь минеральных соединений углерода образуется как бы дополнительный источник включения углерода в обмен веществ.

Тот факт, что со временем (через 2 суток) разница в радиоактивности рыб, выдержанных в растворе глюкозы и соды, уменьшается, объясняется другой причиной.

При данной концентрации радиоактивной соды в воде в крови наступает как бы насыщение ее  $C^{14}$ . В нашем опыте (см. табл. 2) это происходит уже через сутки. Разницы в радиоактивности крови через 1 сутки и 2 суток почти нет, хотя накопление  $C^{14}$  в теле происходит и радиоактивность всех органов и тканей возрастает.

Подобный факт установления радиоактивности крови на одном уровне с очень небольшими колебаниями мы наблюдали раньше при выдерживании в растворах радиоактивной соды годовиков карпа и верховки в течение 17—20 суток.

В крови рыб, выдерживавшихся в растворе радиоактивной глюкозы, подобного явления не наблюдалось. Ее активность на протяжении 2 суток возрастала и была в 1,8 раза выше активности крови рыб, находившихся в воде с радиоактивной содой.

Закономерность распределения углерода, проникшего в тело рыб из минеральных и органических соединений, по органам и тканям одна и та же. Исключением является гликоген мышц, о чем уже говорилось выше. В обоих случаях наиболее активна нервная ткань, печень, кости, белки стекловидного тела с углеводсодержащей группой.

Картина падения радиоактивности при выведении из организма  $C^{14}$ , попавшего из минеральных и органических соединений, также сходна.

Таким образом, разница при изучении обмена веществ с помощью радиоактивной соды или глюкозы сводится главным образом к количеству  $C^{14}$ , проникшего в организм.

Получив представление о проникновении и распределении радиоактивного углерода, попавшего в тело рыб из органического соединения, растворенного в воде, интересно было выяснить, как относятся к растворенным в воде органическим веществам разные виды рыб, а также изменяется ли интенсивность проникновения органических веществ с возрастом рыб.

К сожалению, из-за очень ограниченного количества радиоактивной глюкозы опытов было проведено мало. Исследовали молодь карпа и осетра двух возрастных групп. Результаты этих опытов приведены в табл. 3.

Оказалось, что карпы берут из воды значительно больше растворенной в ней глюкозы, чем молодь осетровых. Эта закономерность сохраняется для рыб разного возраста и, очевидно, является видовой спецификой, связанной с различной средой обитания. Аналогичное явление наблюдала И. В. Смелова [4] при изучении проникновения из воды в тело рыб серусодержащих аминокислот. Очевидно, карпы способны в большей мере, чем осетровые, усваивать органические вещества, растворенные в воде.

Интересно отметить, что такой разницы в проникновении минерального углерода у карпов и осетровых не наблюдалось. Активность на 100 мг сухого вещества тела в обоих случаях оказалась близкой или даже немного выше у осетровых (см. табл. 3).

Таблица 3

Активность разных видов рыб после 2 суток выдерживания их в радиоактивных растворах соды и глюкозы

Вид рыб	2 суток в растворе соды (200 мкюри/л—252,4 мг/л)			2 суток в растворе глюкозы (200 мкюри/л—94 мг/л)		
	сырое вещество рыбы, мг	имп/мин на 100 мг сухого вещества тела		сырое вещество рыбы, мг	имп/мин на 100 мг сухого вещества тела	
		факти- ческие данные	расчет на равную ак- тивность 1 мг $\text{HCO}_3$ и глюкозы		факти- ческие данные	расчет на равную ак- тивность 1 мг $\text{HCO}_3$ и глюкозы
Карп . . . . .	9	37 722	37 722	9	27 208	10 080
Осетр . . . . .	94	37 983	37 983	103	6 887	2 649
Севрюга . . . . .	105	38 286	38 286	131	11 046	4 248
Карп . . . . .	176	1 601	1 601	200	20 766	7 987
Осетр . . . . .	425	6 888	6 888	400	6 032	2 320
2 суток в растворах + 12 суток в чистой воде						
Карп . . . . .	34	2549	2549	32	981	377
Осетр . . . . .	314	2193	2193	257	1000	385

С возрастом у молоди карпа интенсивность потребления органического углерода из воды понижается значительнее, чем у осетровых, но у тех и других это падение не идет ни в какое сравнение с уменьшением проникновения углерода минеральных соединений.

Второй раздел работы посвящен изучению сезонных изменений обмена веществ у годовиков карпа с применением радиоактивной соды ( $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ ) и применению  $\text{C}^{14}$  для более быстрого определения изменяющегося направления в обмене веществ рыб в данный момент. Химический анализ показывает результаты определенного процесса в организме. Метод меченых атомов должен показать процесс в действии.

Радиоактивный углерод для данных целей удобнее, чем любой другой элемент, так как он входит в состав всех основных веществ — белков, жиров и углеводов — и поэтому удобен для изучения взаимосвязанного белкового, углеводного и жирового обменов.

Важно было выяснить характер сезонных изменений в обмене веществ независимо от температуры.

Для этой цели годовиков карпа массой (весом) 14,5—19,5 г разделили на 2 группы: одну постоянно выдерживали при более высокой температуре (20—24° С), а другую — при более низкой температуре, которую можно было получить в аквариальной ВНИРО. По месяцам средняя температура воды в аквариумах колебалась так (в °С):

март . . . . .	10—11	июнь . . . . .	15—16	сентябрь . . . . .	15
апрель . . . . .	11—12	июль . . . . .	16—17	ноябрь . . . . .	14—13
май . . . . .	13	август . . . . .	17		

Для введения радиоактивного углерода карпов из той или другой группы выдерживали 4 ч в растворе радиоактивной соды с активностью 200 мкюри/л. После этого рыбу отмывали и через сутки брали на анализ.

Радиоактивный углерод специально вводили не путем инъекции, а через воду, чтобы по величине его проникновения можно было судить об интенсивности общего обмена.

В табл. 4 приведены данные по радиоактивности крови и печени — органа, принимающего наибольшее участие в обмене веществ. (Для анализа брали печень целиком).

Таблица 4  
Радиоактивность крови и печени карпов

Месяц наблюдений	Имп/мин на 100 мг сухого вещества			
	крови		печени	
	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С
Март . . . . .	1025	—	5 186	3802
Апрель . . . . .	1678	870	—	—
Июнь . . . . .	1704	1082	19 794	6957
Август . . . . .	1833	945	10 834	3647
Сентябрь . . . . .	1855	1378	8 159	5920
Ноябрь . . . . .	—	—	—	4191

Радиоактивность 100 мг сухой крови и печени при выдерживании рыб в воде с более высокой температурой значительно выше, чем с более низкой температурой. Активность печени летом в том и другом случае гораздо выше, чем весной и осенью. Резкой разницы в активности крови по сезонам года не наблюдалось. Очевидно, это связано с тем, что кровь является переносчиком веществ и ее активность определяется количеством  $C^{14}$ , которое может усвоиться кровью при данной температуре и концентрации минерального вещества в окружающей среде. Аналогичное явление по крови наблюдали А. И. Ирихимович и А. М. Зеленин [3], изучая сезонные изменения у взрослых карпов с радиоактивным изотопом  $P^{32}$ .

Для характеристики обмена белков была взята их щелочерастворимая фракция. Щелочерастворимые белки печени и мышц, полученные от рыб, содержащихся при более высокой температуре, на протяжении всего времени были значительно активнее, чем от рыб, находившихся при пониженной температуре. При любых температурных режимах активность белков печени была выше активности белков мышц. У обеих групп рыб в активности белков печени и мышц наблюдается ясно выраженная сезонность с максимумом летом (табл. 5).

Таблица 5  
Радиоактивность щелочерастворимых белков у карпов

Месяц наблюдений	Имп/мин на 100 мг сухого белка			
	печени		мышц	
	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С
Март . . . . .	825	1300	149	100
Апрель . . . . .	2643	482	259	43
Август . . . . .	5145	1674	876	361
Сентябрь . . . . .	3789	1766	116	132
Ноябрь . . . . .	—	1760	—	146

**Гликоген.** Включение радиоактивного углерода в гликоген печени при более высоких температурах происходит значительно интенсивнее, чем при низких (табл. 6). Наиболее активным гликоген оказывается



летом. Максимальная активность гликогена совпадает для обоих вариантов опыта.

Таблица 6  
Радиоактивность гликогена печени и мышц у карпов

Месяц наблюдений	Масса печени в % от веса (массы) тела		% гликогена в				Имп/мин на 100 мг гликогена			
			печени		мышцах		печени		мышц	
	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С
Март . . . . .	2,6	3,0	4,3	9,7	0,3	0,6	4 430	5 050	14 681	5 523
Апрель . . . . .	3,9	3,4	5,2	6,0	0,6	0,6	41 423	1 464	20 590	5 571
Июнь . . . . .	1,3	2,5	3,0	5,3	0,3	0,9	289 961	76 827	6 749	6 638
Август . . . . .	3,1	3,3	9,1	9,2	0,4	0,8	49 019	17 853	20 964	16 186
Сентябрь . . . . .	1,1	2,3	1,8	8,8	0,4	1,3	59 833	19 933	22 427	10 468
Ноябрь . . . . .	—	2,1	—	5,8	—	0,5	—	24 075	—	50 153

Гликоген мышц у обеих опытных групп мало различается по своей активности (см. табл. 6). Не наблюдалось и ярко выраженной сезонности в активности гликогена мышц. Только в отдельных случаях количество гликогена в мышцах при более низкой температуре было выше.

**Жиры.** При более высокой температуре включение  $C^{14}$  в жиры рыб идет интенсивнее, чем при низкой температуре, но в обоих вариантах опыта подъем активности жиров происходит в одно и то же время (табл. 7).

Таблица 7  
Радиоактивность жира у карпов

Месяц наблюдений	Имп/мин на 100 мг жира							
	печени		кожи		мышц		внутренностей	
	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С	20—24° С	10—17° С
Март . . . . .	2400	566	—	—	267	40	474	456
Апрель . . . . .	1495	442	440	197	228	154	337	272
Июнь . . . . .	677	834	1600	766	916	318	155	537
Август . . . . .	1532	461	444	239	336	249	807	294
Сентябрь . . . . .	954	516	466	177	379	118	2112	3605
Ноябрь . . . . .	—	708	—	133	—	233	—	816

На протяжении всех рассмотренных сезонов наиболее активен жир печени. Подкожный жир имеет наибольшую активность летом. Меньше всего  $C^{14}$  включается в жиры мышц. Максимум активности мышечных жиров в обоих вариантах опыта наблюдался летом. В жир внутренностей (со стенок кишечника и плавательного пузыря) радиоактивный углерод наиболее интенсивно включается осенью.

Усиленное включение  $C^{14}$  летом в мышечный и подкожный жир и осенью в жир внутренностей совпадает с усиленным включением в это время  $C^{14}$  в жир и гликоген печени, который, очевидно, идет не только на энергетические нужды, но и превращается в жир.

Сопоставление всех опытов, проведенных на годовиках карпов, по белковому, углеводному и жировому обмену позволяет сказать, что сезонные изменения в обмене веществ существуют независимо от колебания температур. Изменение температуры сказывается на уровне обмена веществ, но не на его характере. Высокая температура способствует интенсивному использованию  $C^{14}$  для построения основных химических веществ тела.

Следует отметить, что эта закономерность наблюдалась при изменении температуры от 10 до 24°С, т. е. в тех пределах, при которых обычно живет карп. Возможно, что более резкое изменение температуры может привести к изменению характера обмена веществ.

Все приведенные выше опыты базировались на результатах анализов, проведенных через сутки после выдерживания рыб в радиоактивном растворе. Однако скорость синтеза различных веществ в организме может быть различной.

По результатам анализов в течение 2—3 суток после выдерживания карпов в радиоактивном растворе можно сказать, что кровь, печень (целая), белки, жиры и гликоген печени имеют максимальную активность в первые сутки. Уже на вторые сутки их активность быстро падает. При более интенсивном обмене веществ, соответствующем высокой температуре, величина падения активности выше, чем при низкой температуре, что характерно для всех сезонов года.

Очевидно, благодаря более сложному пути включения  $C^{14}$  в белки мышц, жиры внутренностей, кожи и мышц и меньшей лабильности этих веществ активность их на вторые сутки падает очень незначи-

Таблица 8

Перераспределение  $C^{14}$  по органам и тканям в течение 1 года 10 месяцев

Органы и ткани	Имп/мин на 100 мг сухого вещества				
	1 ч	1 месяц	7 месяцев	1 год 2,5 месяца	1 год 10 месяцев
Гликоген					
печени . . . . .	32 217	30 167	8 147	165	530
мышц . . . . .	126 100	139 733	80 503	6623	407
Жир					
печени . . . . .	—	—	281	9	Фон
мышц . . . . .	—	—	338	80	»
кожи . . . . .	—	—	132	8	19
внутренностей . . . . .	—	—	84	4	21
Печень (целая) . . . . .	16 870	15 446	3 959	46	47
Белки мышц (щелочерастворимые) . . . . .	—	—	920	105	34
Стекловидное тело . . . . .	325 250	16 285	1 100	212	Фон
Мышцы . . . . .	14 896	4 134	2 800	170	54
Кости					
основные . . . . .	14 759	8 987	2 528	309	32
покровные . . . . .	79 159	15 119	5 360	503	200
чешуя . . . . .	33 621	5 583	1 794	249	23
Мозг					
головной . . . . .	61 907	19 000	3 087	262	117
спинной . . . . .	248 888	20 794	5 980	470	209
Кровь . . . . .	95 000	27 412	3 176	201	55
Селезенка . . . . .	28 304	7 842	1 562	167	72
Жаберные лепестки . . . . .	81 108	9 880	2 079	43	42
Почки . . . . .	28 069	4 987	1 340	68	59
Кожа . . . . .	—	—	706	92	46
Желчь . . . . .	11 911	—	877	15	29
Масса рыб, г . . . . .	18,8	32,3	39,0	140	—



тельно, а в ряде случаев даже немного увеличивается. Небольшое увеличение активности наблюдалось в подкожных и мышечных жирах осенью и в жире печени летом при максимальном включении  $C^{14}$  в гликоген печени. Очень небольшое увеличение активности было отмечено в белках мышц в августе и сентябре.

На протяжении нескольких дней может значительно увеличиваться только активность гликогена мышц, который образуется двумя путями: непосредственно в мышцах и с поступлением  $C^{14}$  из печени. Такие результаты у нас получились в приводимых выше опытах. Наши прежние наблюдения показали, что активность гликогена мышц может возрастать на протяжении 6—10 суток, после чего она постепенно падает.

В специальном опыте мы стремились проследить за перераспределением углерода на протяжении длительного времени (1 год 10 месяцев). Для этого годовиков карпа выдерживали в течение 1 суток в растворе соды ( $NaHC^{14}O_3$ ) с активностью 500 мккюри/л и содержанием носителя 73 мг/л, затем отмывали и пересаживали в аквариум. Результаты этого опыта приведены в табл. 8.

Можно отметить, что наиболее сильное падение активности по всем компонентам происходит в первый месяц. Через 1 год 10 месяцев активность большинства органов и тканей становится очень маленькой, хотя и дает реальное превышение над фоном. Достаточно высокой она остается только в покровных костях, головном и спинном мозгу (превышение фона в 4—8 раз). Гликоген печени и мышц превышает фон в 16—20 раз. В данной работе была сделана попытка с помощью  $C^{14}$  проследить за изменением в обмене веществ на протяжении длительного времени. Кроме того, в небольшом опыте с помощью  $C^{14}$  было проведено сравнение обмена веществ у разных возрастных групп карпа: у сеголетков и годовиков. Результат этого опыта представлен в табл. 9.

Таблица 9

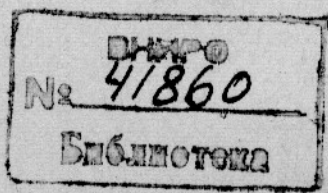
Участие  $C^{14}$  соды в обмене веществ сеголетков и годовиков карпа

Возрастные группы	Масса рыб, г	Имп/мин на 100 мг сухого вещества									
		кровь	печень	белки (щелочерастворимые)		жиры				гликоген	
				печени	мышц	печени	мышц	кожи	внутренностей	печени	мышц
Сеголетки . . .	10,1	1711	9902	1589	143	281	67	47	251	29 788	11 426
Годовики . . .	17,5	1822	3126	1173	125	254	180	433	748	21 797	39 448

При близком количестве  $C^{14}$ , проникшем из окружающей среды в кровь, активность гликогена печени, белков печени и мышц у сеголетков выше. Жировой обмен более интенсивно протекает у годовиков карпов. Таким образом, радиоактивный углерод позволяет наблюдать за изменениями в обмене веществ.

### ВЫВОДЫ

1. Органические соединения углерода (глюкоза) из окружающей среды проникают в тело рыб.
2. Характер распределения радиоактивного углерода ( $C^{14}$ ) органических и минеральных соединений по органам и тканям одинаков.



3. Карп берет из воды значительно больше растворенной в ней глюкозы, чем молодь осетровых. Эта закономерность сохраняется для рыб разного возраста. Различий в проникновении минеральных соединений углерода у карпов и осетровых не наблюдалось.

4. Применение радиоактивного углерода позволяет следить за изменениями в обмене веществ рыб в зависимости от условий среды, сезонных, возрастных и других факторов.

5. Выдерживание карпов в течение года в разных температурных режимах (10—17 и 20—24°С) не влияло на качественные стороны обмена веществ, но изменяло его уровень.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О. А. Общая гидрохимия. Ленинградское отделение Гидрометеоздата, 1948.
2. Вельтищева И. Ф. Проникновение углерода ( $C^{14}$ ) карбоната из воды и распределение его в теле рыбы. Труды ВНИРО. Т. XLIV, 1961.
3. Ирихимович А. И., Зеленин А. М. Распределение  $P^{32}$  в тканях и органах половозрелых самок карпов в разные сезоны года. «Вопросы гидробиологии и ихтиологии водоемов Молдавии». Изд-во «Штинца», 1961.
4. Смелова И. В. Проникновение различных соединений  $P^{32}$  из воды в тело рыбы. Труды ВНИРО. Т. XLIV, 1961.
5. Сорвачев К. Ф., Белокопытова О. В. Поглощение рыбами неорганического углерода из окружающей среды и участие его в обмене веществ. «Биохимия», Т. 25. Вып. 3, 1960.
6. Хевиша Г. Радиоактивные индикаторы. ИЛ, 1950.
7. Шеханова И. А. Изучение фосфорного обмена у молоди карповых и осетровых рыб с применением радиоактивного фосфора. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.