

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**

Том XIII

вып. 2

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамалиев Ф. Г. Вертикальное распределение псаммофильных инфузорий в Каспийском море.— Зоол. ж., 1970, т. 49, № 9.
2. Его же. Инфузории мезопсаммона восточного побережья Среднего Каспия.— Зоол. ж., 1971, т. 50, № 11.
3. Его же. Инфузории микробентоса Красноводского залива Каспийского моря.— Зоол. ж., 1973, т. 52, № 11.
4. Его же. Инфузории западного побережья Среднего Каспия.— Океанология, 1975, т. 15, № 2.
5. Бурковский И. В. Количественные данные о вертикальном распределении псаммофильных инфузорий Великой Салмы (Кандалакшский зал., Белое море).— Зоол. ж., 1968, т. 47, № 6.
6. Его же. Свободноживущие инфузории Белого моря.— В сб.: Экол. морск. организм., М., Изд-во МГУ, 1971.
7. Бучинский П. Фауна Одесских лиманов. Зап. Новоросс. об-ва естествоисп., 1897, т. 21, № 2.
8. Гринбарт С. Б. Зообентос Одесской затоки. Пр. Одеск. держ. ун-ту, 1949, т. 4 (57).
9. Джуртубаев М. М., Замбриборщ Ф. С. Некоторые данные о количественном распределении микрозообентоса в Одесском заливе.— В сб.: Самоочищ., биопрод. и охрана водоемов и водотоков Украины, К., «Наук. думка», 1975.
10. Ковалева В. Т. Инфузории мезопсаммона песчаных бухт Черного моря.— Зоол. ж., 1966, т. 45, № 11.
11. Переяславцева С. Protozoa Черного моря. Зап. Новоросс. об-ва естествоисп., 1886, т. 10, № 2.
12. Fenchel T., Jansson B. On the vertical distribution of the microfauna in the sediments of a brackish water beach. *Ophelia*, 1966, 3 (161—177).
13. Petrap A. Sur l'ecologie des Ciliés psammobiontes de la mer Noire (Littoral Roumain).— *Rev. Roum. Biol. Zool.*, 1968, vol. 13, N 6.
14. Petrap A. Les Ciliés mésopsammiques de Mangalia et quelques considérations sur la faune infusoriennne des sables du littoral Roumain de la mer Noire.— *Rapp. Comm. int. Medit.*, 1968, vol. 19, N 2.
15. Uhlig G. Eine einfache Methode zur Extraktion der vagilen, mesopsammalen Microfauna.— *Helgol. Wissenschaftliche Meeresuntersuch.*, 1964, Bd. 11, N 3/4.

Одесский госуниверситет

Поступила 1.III 1976 г.

УДК 595.3-13:627.8

З. К. БРУШКО

**ПОЛОВОЙ ЦИКЛ САМЦОВ ДЛИННОПАЛОГО РАКА
В ТОПАРСКОМ И КАРАГАНДИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩАХ
(ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)**

Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) в водоемах Казахстана широко распространен, и запасы его здесь довольно значительны. Знание биологии, в частности размножения этих животных, необходимо для правильного хозяйственного использования и регулирования промысла.

В настоящее время в зарубежной литературе накоплен материал, освещающий половой цикл не только самок, но и самцов различных представителей Decapoda [7—10]. В отечественной литературе данных о половой цикличности самцов речных раков нет и сведения об их репродуктивной активности сводятся к установлению половой зрелости и периода спаривания [1, 2, 5, 6].

При выполнении работы использованы гистологические методы. Гонады неполовозрелых и половозрелых самцов фиксировали в спирт-формалине, заливали в парафин. Срезы (5—10 мк) окрашивали гематоксилином Бёмера и Гейденгайна с докраской эозином. Соединительную ткань красили по Маллори и пикрофуксином [4]. Используются гонады 62

самцов полной длиной (рострум — тельсон) 7,1—15,0 см, добытых с мая по октябрь 1972—1973 гг. в Топарском и Карагандинском водохранилищах. Половую зрелость устанавливали путем гистологического анализа семенников и взятия мазков, окрашиваемых гематоксилином-эозином.

Половое созревание самцов в исследуемых водоемах наступает в массе при длине 8,1—9,0 см. Среди раков меньших размеров (7,1—8,0 см) до 30% особей еще неполовозрелые и в размножении не участвуют. Минимальный размер половозрелых самцов 7,1 см, вес — 10,2 г, ширина головогруды — 1,8, длина — 3,9 см. Крупные самцы длиной 15 см активно участвуют в воспроизводстве. Половое созревание длиннопалого рака сопровождается появлением вторичных половых признаков. Измерение брюшка и клешней

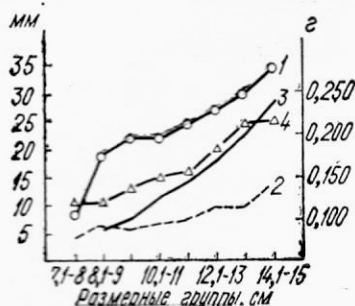


Рис. 1. Возрастные изменения веса (г) и размеров (мм) семенника и гонопод длиннопалого рака (лето 1973 г.):

1 — длина семенника; 2 — ширина правой верхней доли, 3 — вес семенника; 4 — длина первого правого гонопода.

однолинейных самцов и самок показало, что вначале темп их роста одинаков. В период же полового созревания у самок расширяется брюшко, а у самцов увеличивается мощность клешни. Последняя становится длиннее, утолщается и расширяется, что, вероятно, способствует удерживанию самки во время спаривания.

Непарная половая железа длиннопалого рака состоит из одной нижней и двух верхних долей. Неодинаковой длины семяпроводы постепенно расширяются от проксимального к дистальному концу и заканчиваются семяизвергательным каналцем. Как исключение, встречаются самцы с дополнительными ложными половыми отверстиями. Половые железы и гоноподы увеличиваются в период роста раков (рис. 1). У половозрелых разноразмерных особей средняя длина первой пары гонопод 12—25 мм. У неполовозрелых и молодых половозрелых самцов половые железы сходны по форме. По мере роста передние и задняя доли семенника удлиняются. Средняя длина гонад у разноразмерных особей колеблется от 9 до 35 мм, вес равен 0,110—0,240 г.

Семенник состоит из округлых мешочков неодинаковой величины, образованных фолликулами (пузырьками) разного диаметра — по 23—60 (в среднем 48) фолликулов в мешочке; расположены они подобно ягодам в кисти винограда (рис. 2). От фолликулов отходят выводящие каналцы, которые, сливаясь, образуют более крупные протоки. Последние, объединяясь, дают начало семяпроводам.

Сверху семенник покрыт оболочкой из соединительной ткани, которая внутри него образует прослойку между фолликулами — тяжи толщиной 60—110 мк. Тонкая стенка фолликулов представляет собой нежные волокна с одним рядом вытянутых клеток. Просвет пузырьков затянут неклоточным веществом синтиция, в массе которого слоями располагаются герминативный эпителий, опорные и питательные клетки (см. рис. 2, 3). Последние занимают пространство у стенки фолликула и отличаются формой и размером ядер. В мае диаметр крупных пузырьков в среднем равен 120 мк. Функциональная активность герминативного эпителия в различных фолликулах неодинакова, и это определяет их величину. В одних в результате активных митозов образуются многочисленные сперматогонии и спермато-

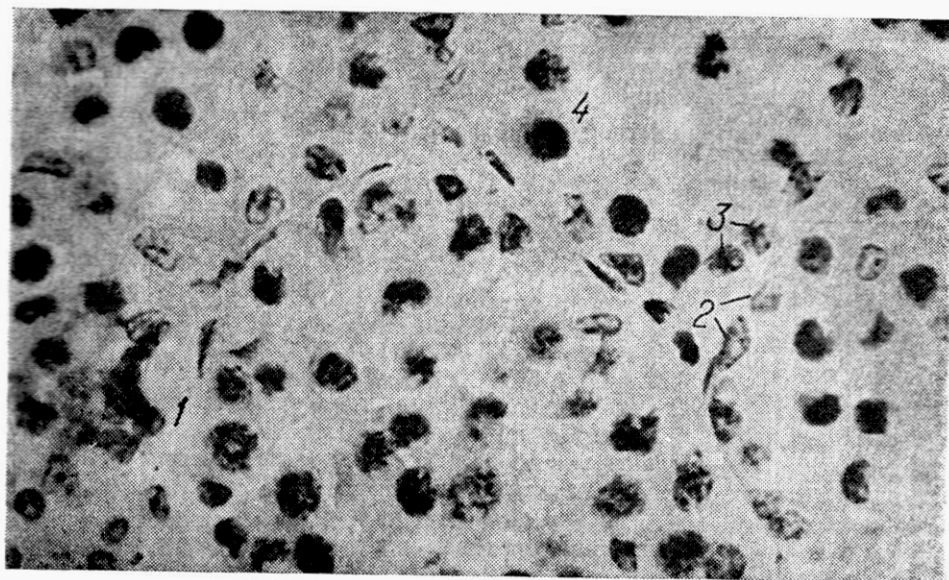


Рис. 2. Срез семенника длиннопалого рака во время начальных фаз сперматогенеза (июнь 1973 г.):
 1 — базальная мембрана фолликула; 2 — синтициальные клетки; 3 — сперматогонии; 4 — сперматоциты.
 Окраска гематоксилином Бемера — эозином. Ув. 500.

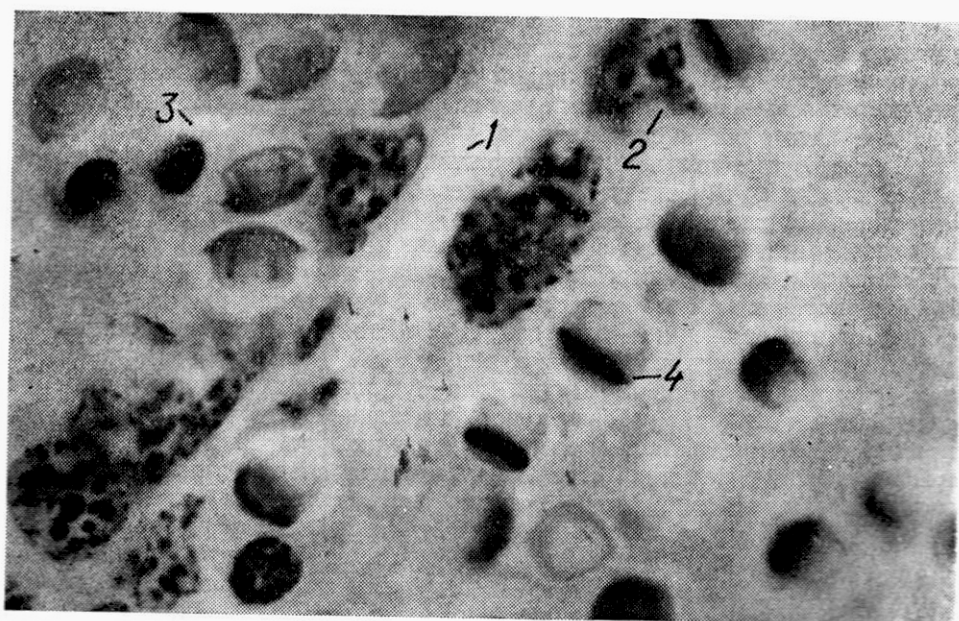


Рис. 3. Срез семенника длиннопалого рака в период созревания сперматозоидов (август 1973 г.):
 1 — базальная мембрана; 2 — синтициальная клетка; 3 — сперматид; 4 — сперматозоид.
 Окраска гематоксилином Гейденгайна — эозином. Ув. 1125.

циты первого порядка. В мелких фолликулах сперматогонии пребывают в состоянии относительного покоя.

В июне число сперматогониев и сперматоцитов увеличивается, хотя накопление клеток герминативного эпителия в различных фолликулах протекает неравномерно. В отдельных пузырьках появляются сперматиды и единичные сперматозоиды. Средний диаметр фолликулов 140 мк. Несмотря на то, что в июне только начинается образование сперматозоидов, в семяпроводах некоторых самцов были обнаружены половые клетки. Судя по их небольшой численности, деформации, нарушению сперматофорной оболочки, в которую они заключены, эти половые клетки являются остаточным продуктом предыдущего цикла сперматогенеза. Вероятно, сперматозоиды могут длительное время задерживаться в выводящих путях после спаривания раков, но их оплодотворяющая способность не может быть полноценной.

У неполовозрелых особей гонады с мелкими фолликулами и небольшим числом сперматогониев. Молодым половозрелым самцам, по сравнению со взрослыми, свойственен ослабленный процесс сперматогенеза — сниженная митотическая активность и уменьшенное число слоев герминативного эпителия.

В июле продолжается образование и накопление сперматоцитов, сперматид и сперматозоидов.

В августе в семенниках преобладают сперматозоиды разной степени зрелости (см. рис. 3). Малочисленные сперматогонии и сперматоциты расположены у базальной мембраны. По мере созревания и накопления сперматозоидов увеличивается количество синцитиальных элементов. Они окружают половые клетки и как бы выталкивают их в первичный выводящий каналец, просвет которого к этому времени значительно расширяется. Постепенно сперматозоиды проникают в семяпроводы.

В сентябре в результате оттока половых клеток диаметр фолликулов уменьшается до 100 мк. Наполняемость выводящих каналцев сперматозоидами также снижается. В целом процесс спермиогенеза завершается. Из клеток герминативного эпителия встречаются единичные дегенеративные сперматогонии и сперматоциты.

Исследование гонад самцов, проживших более двух месяцев в аквариуме и забитых в последней декаде декабря, показывает, что их воспроизводительная система находится в подавленном состоянии. Опустошенные и уменьшенные фолликулы покрыты утолщенной оболочкой, и их содержимое состоит из прерывистого ряда сперматогониев.

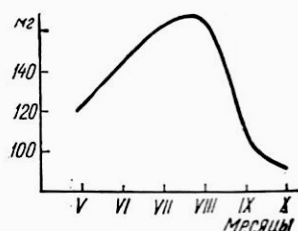
Сперматозоиды *Desaroda* отличаются своеобразной формой и отсутствием органа движения — жгутика. Они состоят из трех морфологически своеобразных отделов, соответствующих головке, шейке и хвосту спермиев обычного типа [3]. У сперматозоида длиннопалого рака капсула (хвостовой отдел) сильно втянута в головную часть и между ними располагается шейная прослойка, поэтому он имеет форму колокольчика (см. рис. 3). Как показали наши измерения, величина отдельных элементов сперматозоида весьма изменчива. Так, головной отдел в поперечнике в среднем составляет 9,6 (7,5—12,5) мк. Высота капсулы вместе с головным отделом равна 5,9 (3,5—10) мк. Коэффициент вариации в первом случае 11, во втором — 28%.

Изменение интенсивности сперматогенеза и отток половых клеток отражается на весе гонад (рис. 4). У раков длиной 11,1—12,0 см с мая к июню вес гонады увеличивается от 120 до 140 мг, в июле — августе — до 160 мг. В сентябре в результате оттока сперматозоидов масса семенника уменьшается до 100, в октябре — до 50 мг.

Поступление сперматозоидов в семяпроводы происходит за один-полтора месяца до спаривания. На первый взгляд, развитие половых продук-

тов самцов значительно опережает таковое самок. Однако сперматозоиды длительное время находятся в семяпроводах. Здесь происходит формирование сперматофорной оболочки и, видимо, созревание половых клеток. Сперматофорная масса образуется благодаря усиленной деятельности выстилающего семяпровод секреторного эпителия. В результате масса сперматозоидов оказывается заключенной в сперматофорную трубку, которая при спаривании превращается в отдельные сперматофоры (рис. 5).

Рис. 4. Сезонные изменения веса семенника длиннопалого рака (длина самцов 11,1—12,0 см).



Спаривание длиннопалого рака происходит в разные сроки: у юго-восточного побережья Каспия, например, в конце ноября — декабре [5], в водоемах Белоруссии — в октябре [6]. В исследуемых водохранилищах оно начинается в конце сентября и продолжается в октябре. В этот период вес гонад падает, семенник становится дряблым и едва различимым. Фолликулы располагаются беспорядочно, теряют округлость и спадаются. Разрастается межтучная ткань за счет волокнистых и клеточных элементов. В выводящих канальцах уменьшается высота эпителиальных клеток и нарушается целостность эпителиального пласта.

В литературе встречаются сведения о существовании у представителей *Decapoda* укороченного зимнего цикла сперматогенеза, который выражается в продукции малого числа сперматозоидов и поэтому считается abortивным [7]. Возможно, активация подобного цикла у изучаемого нами вида обеспечивает весеннее спаривание длиннопалого рака, что обнаружено С. Я. Бродским [1] в Каховском водохранилище.

На основании гистологического изучения семенников длиннопалых раков, добытых в разные сезоны года, можно сделать следующее заключение. Морфогенез половой железы завершается, как правило, при длине самцов 8—9 см. Герминативный эпителий неполовозрелых особей дифференцируется не полностью и представлен в основном сперматогониями. Гистоорганогенез гонады сопровождается появлением вторичных половых признаков.

В половой деятельности длиннопалого рака существует сезонная цикличность. Половой цикл начинается в мае и завершается в октябре. В мае усиленная пролиферация тканевых элементов осуществляется за счет сперматогониев и сперматоцитов. Появление первых сперматозоидов возможно в середине июня. Процесс спермиогенеза нарастает в июле и августе, когда сперматозоиды заполняют фолликулы и продвигаются в выводящие каналы семенника. Асинхронность процесса сперматогенеза в различных фолликулах одной особи обеспечивает постепенность созревания и порционный отток сперматозоидов в выводящие пути. В сентябре фолликулы в значительной степени освобождаются от половых клеток, которые в октябре концентрируются главным образом в выводящих путях. По мере освобождения от сперматозоидов фолликулы дегенерируют и происходит увеличение соединительнотканых элементов семенника. Наполнение семяпроводов половыми клетками начинается за один-полтора месяца до спаривания, которое происходит в конце сентября — октябре.

В это время в семяпроводах формируется сперматофорная оболочка и, видимо, созревают сперматозоиды.

В водохранилищах Центрального Казахстана самцов длиной 9—10 см можно считать промысловыми. Вылов более мелких (молодых) половозрелых и неполовозрелых самцов в целях охраны рачного стада должен быть запрещен.

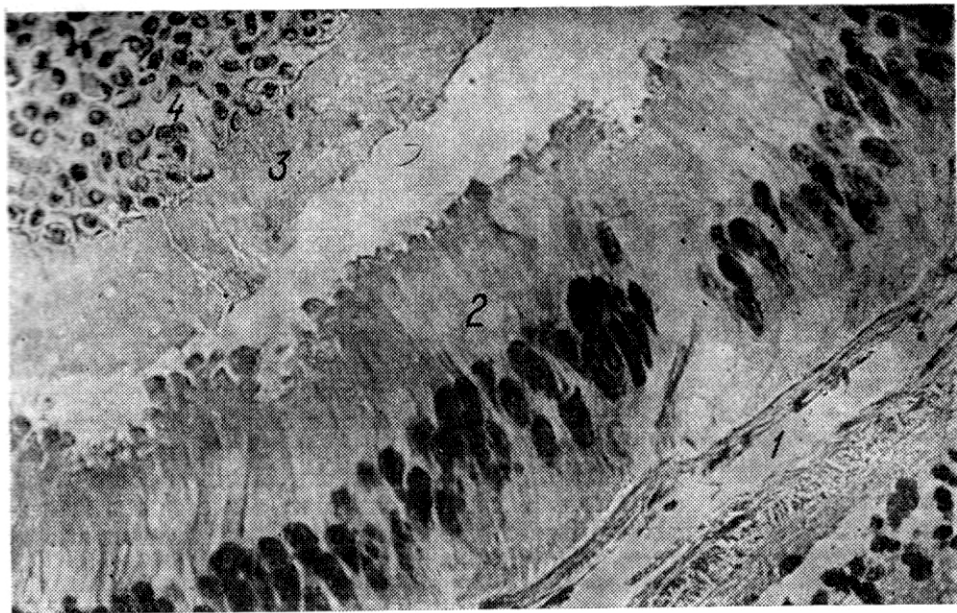


Рис. 5. Срез средней части семяпровода длиннопалого рака (август 1973 г.): 1 — оболочка семяпровода; 2 — выстилающий эпителий; 3 — сперматофорная трубка; 4 — сперматозоиды. Окраска гематоксилином Бёмера — зоанином. Ув. 250.

Неодинаковая напряженность процесса сперматогенеза у особей различных возрастных групп позволяет говорить о том, что наиболее полноценными производителями являются раки длиной 9—15 см. Они характеризуются наивысшей активностью половых желез и продуцированием большего количества сперматозоидов. Это следует учитывать при проведении акклиматизационных работ. Ограничения на отлов самцов целесообразно установить на время спаривания раков, исключив, кроме того, и период линьки взрослых самцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродский С. Я. Особенности формирования промысловых стад раков в Каховском и других водохранилищах Днепра.— Гидробиол. ж., 1965, т. 1, № 5.
2. Будников К. Н., Третьяков Ф. Ф. Речные раки и их промысел. М., Пищепромиздат, 1952.
3. Кольцов Н. К. Исследования о спермиях десятиногих раков в связи с общими соображениями относительно организации клетки. М., Университет. типография, 1905.
4. Роскин Г. И. Микроскопическая техника. М., «Сов. наука», 1951.
5. Черкашина Н. Я. О размножении речных раков (Astacidae) юго-восточного побережья Каспия.— Гидробиол. ж., 1970, т. 6, № 4.
6. Штейнфельд А. Л. Биология и промысел речных раков. Тр. Белорусск. отд. ВНИОРХ, 1957, т. 1, Минск.
7. Word Benjamin H., Hobbs Horton H. Observations on the testes of the crayfish *Cambarus montanus acuminatus* Faxon.— Trans Amer. Microscop. Soc., 1958, vol. 77, N 4.

8. Greenwood J. G. The male reproductive system and spermatophora formation in *Pagurus novaezelandiae* (Dana) (Anomura: Paguridea).— J. Natur. Hist., 1972, vol. 6, N 5.
9. Matthews Donald C. The development of the pedunculata spermatophora of a hermit crab *Dardanus asper* (De Haan).— Pacif. Sci., 1953, vol. 7, N 3.
10. Matthews Donald C. The probable method of fertilization in terrestrial hermit crabs based on a comparative study of spermatophores.— Pacif. Sci., 1956, vol. 10, N 3.

Институт зоологии АН КазССР

Получила 21.I 1975 г.

УДК 597.554.3-11

В. Д. РОМАНЕНКО. В. А. КРИСАЛЬНЫЙ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИОННОГО ОБМЕНА У РЫБ ПРИ АДАПТАЦИИ ИХ К ПОВЫШЕННОМУ СОДЕРЖАНИЮ CO_2 В ВОДЕ

Между организмом и неорганическими ионами водной среды осуществляется довольно интенсивный обмен. У рыб особенно заметное влияние на содержание щелочных и кислых элементов в крови оказывает углекислота. Так, под влиянием повышенных концентраций CO_2 в водной среде у них возрастает уровень бикарбонатов во внеклеточной жидкости, повышается почечная экскреция фосфатов, а в некоторых случаях и ионов кальция*.

Учитывая, что концентрация углекислоты в водоемах подвержена значительным суточным колебаниям, мы поставили перед собой задачу изучить влияние повышенных концентраций CO_2 на некоторые показатели ионного обмена у рыб в условиях хронических опытов.

Методика. Опыты проводили на карпах двухлетнего возраста в аквариумных условиях. Специальное устройство позволяло в течение продолжительного времени поддерживать заданный уровень кислорода и углекислоты в воде. Условным контролем служила среда с содержанием O_2 4,7 мг/л, CO_2 0,16 мМ/л. При нагрузках уровень CO_2 в воде повышался до 0,4, 0,8, 1,1 и 2,05 мМ/л. До и через определенные промежутки времени пребывания рыб в среде с повышенной концентрацией углекислоты устанавливали содержание натрия и калия в плазме крови и тканях методом пламенной фотометрии [6], общее количество бикарбонатов по Ван-Слайку [4]. Процентное содержание воды в тканях находили путем их высушивания до постоянного веса при 105° С [1].

Полученные результаты подвергнуты статистической обработке; приведенные цифровые данные отражают среднеарифметический показатель и показатель средней ошибки.

При концентрации CO_2 в водной среде 0,16 мМ/л содержание бикарбонатов в плазме крови карпов составляло $16,2 \pm 0,24$ мМ/л, а расчетный уровень CO_2 не превышал 0,71 мМ/л. При таких показателях бикарбонатной буферной системы количество натрия в плазме было равно $100 \pm 0,012$, калия $1,6 \pm 0,025$, кальция $3,4 \pm 0,05$, магния $1,6 \pm 0,012$ мэкв/л.

Приведенный ионный состав плазмы крови подопытных рыб в основном совпадает с аналогичными показателями карпов, отловленных нами из прудов, что подтверждает возможность использования избранной модели опытов для решения поставленных задач.

* Эти данные опубликованы после написания настоящей статьи (см.: Крисальный В. А. Влияние углекислоты водной среды на некоторые показатели ионного обмена у рыб. Тез. докл. III Всесоюз. конф. по экол. физиол. рыб, К., «Наукова думка», 1976; Романенко В. Д., Коцар М. І. Роль бикарбонатної буферної системи крові в механізмі адаптації рыб до різних рівнів вуглекислоти в водному середовищі.— Укр. біохім. ж., 1976, т. 48, № 3).