

ПРОВ 1993

Национальная Академия наук Украины
Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского

*Восьмидесятилетию
Карадагской
научной станции
посвящается*

ПРОВ 2010

ТРУДЫ КАРАДАГСКОГО ФИЛИАЛА 1994

Сборник научных трудов

Институт биологии
южных морей ДН УССР
БИБЛИОТЕКА
№ 38085

Севастополь 1997

В.И. Лушак

КРАТКИЙ ОБЗОР РАБОТ ПО БИОХИМИИ, ВЫПОЛНЕННЫХ В КАРАДАГСКОМ ФИЛИАЛЕ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А.О.КОВАЛЕВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ ДО 1995 ГОДА

По всей видимости, началом биохимических работ на Карадагской биостанции следует считать предвоенные годы, когда ее возглавлял известный ученый ихтиолог профессор К. А. Виноградов. Его жена З. А. Аблямитова-Виноградова (кстати, она была крымско-татарской национальности, что, по мнению некоторых сотрудников, заставило эту чету впоследствии переселиться в Одессу) в 1946 году обнаружила и в дальнейшем изучала явление линьки некоторых черноморских рыб — ерша, налима, уточки и конька [Аблямитова-Виноградова, 1949; Виноградова, 1947, 1948, 1950]. Ее более ранние работы, проведенные в 1939-1941 гг., были посвящены изучению годовой динамики химического состава морских беспозвоночных — определялось содержание воды, жира, общего азота, белка, золы и углеводов в моллюсках, ракообразных и асцидиях [Аблямитова-Виноградова, 1948; Виноградова, 1949]. В 1946-1949 гг. З.А. Аблямитова-Виноградова изучала размножение и рост некоторых моллюсков Черного моря в лабораторных условиях [Виноградова, 1961]. Ее последняя из карадагских работ была посвящена определению содержания витамина А в печени 31 вида черноморских рыб [Виноградова, 1951]. Максимальный уровень этого витамина был обнаружен в печени акулы-катрана, белуги и камбалы-калкана, а по количеству витамина А, содержащегося во всей массе печени, за ними следуют морской кот и морская лисица. Для морской лисицы был установлен еще один интересный факт — содержание витамина А в печени положительно коррелировало с количеством оплодотворенных яиц [Виноградова, 1951].

Следует заметить, что уже в довоенные годы сотрудники нашего учреждения имели тесные научные контакты с известными учеными ведущих научных центров страны, например, Института сравнительной физиологии и биохимии (Санкт-Петербург). Сотрудничество, начатое академиком Е. М. Кребсом, продолжается и до настоящего времени. В разные периоды сотрудники биостанции контактировали с такими всемирно известными биохимиками как академики С. Е. Северин и В. П. Скулачев и рядом других. Часто на базе Карадагской биостанции выполняли и продолжают выполнять свои исследования специалисты из других научных учреждений [Аликин и др., 1982; Алтухов, 1962; Крепс, Ченыкаева, 1942; ред. Шульман, 1978].

Начатые в конце 30-х годов работы по изучению физиологических и биохимических аспектов существования моллюсков и других беспозвоночных эпизодически проводятся и до настоящего времени [Аблямитова-Виноградова, 1948, 1949; Виноградова, 1949, 1961; Дрегольская, Кручакова, 1952; Лосовская, 1961]. В середине 80-х годов начались исследования мидий с целью разработки рекомендаций по их выращиванию на искусственных носителях в районе Юго-Восточного Крыма [Кондратьева и др., 1989]. В настоящее время эти работы весьма успешно продолжают. Кроме того, А. И. Орленко с коллегами занима-

ется проблемой интродукции и выращивания дальневосточной устрицы в условиях нашей акватории.

Сравнительные работы по изучению биохимических свойств некоторых систем рыб и млекопитающих проводились в двух направлениях. В одной из серий работ исследовалась активация перекисного окисления липидов (ПОЛ) в фрагментированных мембранах саркоплазматического ретикулума из скелетных мышц кролика и костистой рыбы скорпены [Ерин и др., 1987; Лушак и Лушак, 1993]. Было установлено, что для активации ПОЛ в мембранах из мышц скорпены требуются более высокие концентрации активаторов, однако количество образующегося в результате реакции малонового диальдегида вдвое выше в случае мембран из мышц кролика. То есть, мощность системы защиты от свободно-радикального окисления в мембранах тканей рыб и количество окисленных липидов с ненасыщенными двойными связями выше, чем у млекопитающих. При сравнении влияния осмолита хрящевых рыб — мочевины — на активность лактатдегидрогеназы из мышц ската (*Raja clavata*) и свиньи показано, что в области концентраций пирувата до 1 мМ оба фермента ингибируются этим веществом по конкурентному механизму в отношении к пирувату с константой ингибирования 400–450 мМ [Лушак, 1992; Лушак и Лушак, 1993]. В области концентраций пирувата выше 1 мМ мочевина активировала фермент из обоих источников с максимальным эффектом 0,5–0,6 М, что близко к ее физиологическому уровню. Однако, если активация фермента из мышц свиньи была стабильной в диапазоне концентраций пирувата 2–30 мМ и составляла около 20%, то активация фермента из мышц ската постоянно возрастала в этом же диапазоне концентраций субстрата от 120 до 180%.

Периодически велись поиски и выполнялись исследования по сравнительно новым для биостанции направлениям в биохимии морских животных. Так, Л. П. Астаховой были получены интересные данные по связи индексов сердца и мозга, а также буферной емкости некоторых тканей черноморских рыб и их естественной подвижности [Астахова, 1983; Астахова и Лушак, 1994]. Исследование проницаемости мембран эритроцитов крови рыб для ионов натрия и калия, начатое Ю. А. Силкиным в 80-е годы, вылилось в новое направление и было представлено в виде кандидатской диссертации [Силкин, 1989]. Сотрудники лаборатории биохимии на протяжении многих лет проводили совместные работы с исследователями других направлений, а также принимали участие в различных научно-исследовательских экспедициях [Трусевич, 1974; Щепкин и др., 1981].

В конце 60-х годов А. Л. Морозова, В. В. Трусевич, Л. П. Астахова и Кондратьева Т.П. начали работы по изучению энергетического метаболизма черноморских рыб в течение сезона и при воздействии физической нагрузки, что определило направление исследований лаборатории на многие годы. Работу по изучению влияния физической нагрузки проводили в специально сконструированной для этих целей гидродинамической трубе. Было показано, что уровень фосфорных эфиров адениловой кислоты и креатина, а также разных форм фосфата подвержен сезонным колебаниям и при активации плавания рыб [Морозова, 1971; Морозова и Трусевич, 1970; Трусевич, 1972, 1976, 1975; ред. Шульман, 1978]. Для выяснения путей ресинтеза энергии в виде макроэргов АТФ и креатинфосфата встала задача изучить динамику содержания гликолитических ме-

таболитов — гликогена, глюкозы, пирувата и лактата. Оказалось, что гликолитические метаболиты являются вторым эшелонем, реагирующим на функциональное напряжение [Астахова, 1976; Морозова, 1967, 1971, 1973; Морозова и Трусевич, 1971; Силкина, 1990, 1991; Трусевич, 1976; ред. Шульман, 1978]. Изучение тканевой специфичности показало, что при плавании органы по-разному подключаются к ответу всего организма — быстрее всего реагируют локомоторные ткани — белые и красные мышцы, а также печень. Последние две ткани при активации сокращения ведут себя сходно, что послужило основанием для вывода об их близкой роли в обеспечении плавания. Полагается, что они служат депо запасного полисахарида гликогена, за счет которого обеспечивается ресинтез макроэргических фосфатов, используемых белыми мышцами рыб в первые минуты плавания.

Так как по расчетам содержания макроэргических фосфатов и углеводов, используемых для анаэробного ресинтеза, АТФ должно хватать на несколько минут плавания, то, естественно встал вопрос об их аэробном ресинтезе в митохондриях, а также в связи с этим о возможном участии в энергообеспечении белков и липидов. Связь между физиологическим состоянием рыб и содержанием общего белка и его фракций в тканях рыб исследовалась И.Н. Найденовой и Т.П. Кондратьевой [Кондратьева, 1977; Найденова, 1967]. Было высказано предположение, что, хотя при активации плавания рыб, ведущая роль в энергообеспечении принадлежит углеводам и липидам, ролью белков как энергетических субстратов пренебрегать нельзя. Данное предположение в настоящее время подтверждено исследованиями ряда других ученых. В. И. Лушак, работая в лаборатории проф. Кеннеса Стори в Оттаве (Канада) изучал регуляторные свойства АМФ-деаминазы мышц лосося при плавании [Лушак и Стори, 1995, Lushchak and Storey, 1994a, 1994b]. Свойства этого фермента, ответственного за аммонийогенез в мышцах рыб, изменяются таким образом, что позволяют ему более эффективно выполнять приписываемую функцию. В работе на белых мышцах лосося была найдена необычная зависимость растворимости АМФ-деаминазы от концентрации нейтральных солей, которая была позже обнаружена и на мышцах скорпены — в области физиологических концентраций соли количество экстрагируемого фермента падало и только при 300 мМ и выше оно возрастало [Lushchak and Storey, 1994b; Смірнова та Лушак, 1995].

В 1989 г. вышла из печати первая статья сотрудников лаборатории биохимии Ю.А. Силкина, Е.Н. Силкиной и О.С. Русиновой, открывшая цикл работ по изучению свойств и активности гликолитических ферментов [1988]. В ней была исследована активация гликогенфосфорилазы в мышцах ласкиря при плавании. В дальнейшем О.С. Русинова показала, что активность ключевого фермента пентозофосфатного пути в тканях рыб увеличивается осенью, что может быть связано с активацией синтеза липидов [Русинова, 1987, 1988]. В модельных экспериментах на султанке было установлено, что этот фермент активируется при ее акклимации к более низкой температуре, имея противоположную направленность с активностью лактатдегидрогеназы и уровнем гликогена [Русинова, 1988].

В течение 1990-1995 гг. сотрудниками лаборатории биохимии были начаты работы по изучению влияния гипоксии и продолжались работы по изучению

влияния физической нагрузки на физиологическое состояние рыб. Новый аспект был связан с исследованием возможности взаимодействия гликолитических ферментов с клеточными структурами — миофибриллярными белками и белками цитоскелета, разными типами мембран. Было установлено, что гипоксия [Лушак, 1993; Lushchak, 1993; Лушак и др., 1992, 1995] и активация плавания [Lushchak and Storey, 1994a] вызывают перераспределение гликолитических ферментов в мозгу султанки и АМФ-деаминазы и фосфофруктокиназы белых мышц лосося, соответственно. Поэтому проблемой, которая в течение последнего периода занимала сотрудников лаборатории, было выяснение возможной физиологической роли наличия свободных и связанных форм ферментов. Эти исследования проводились как на очищенных ферментах и субклеточных структурах [Лушак, 1990, 1991, 1992], так и на гомогенатах [Лушак, 1993-1994; Лушак та Лушак, 1995]. Во всех этих работах было установлено, что каталитические характеристики — сродство ферментов к субстратам и кофакторам, а также некоторые другие свойства — их активация и ингибирование в средах с различными значениями pH, в присутствии модификаторов активности могут различаться у свободной и связанной форм. Для лактатдегидрогеназы из белых мышц ската было, в частности, показано, что связанная с мембранами саркоплазматического ретикулума лактатдегидрогеназа, в отличие от свободной формы, не ингибируется избытком пирувата [Лушак, 1990, 1991, 1992]. Интересным оказался факт более высокой стабильности связанных форм гликолитических ферментов по сравнению с их свободными партнерами. Так, мембраносвязанная лактатдегидрогеназа в 2-3 раза медленнее инактивировалась под действием протеазы трипсина, чем свободная [Лушак, 1991; Lushchak, 1992]. Так как интерпретация данных о стабильности ферментов по трипсинолизу достаточно неоднозначна, то в дальнейшем для изучения стабильности использовалось нагревание. При этом было установлено, что связанная гексокиназа из мозга скорпены инактивируется при нагревании в несколько раз медленнее, чем свободная [Лушак и Лушак, 1995], а связанная форма пируваткиназы из мозга султанки даже активировалась при нагревании при 45°C [Лушак, 1993]. Работы сотрудников лаборатории по изучению возможной физиологической роли взаимодействия гликолитических ферментов и АМФ-деаминазы с клеточными структурами в контексте современных представлений обобщены в обзорных статьях [Лушак, 1992б, 1994а,б,в, 1995]. В настоящее время продолжают исследования по выяснению закономерностей регуляции свойств гликолитических ферментов путем их взаимодействия со структурными компонентами клетки и возможное участие этих взаимодействий в общей регуляции гликолиза в тканях рыб.

Автор выражает глубокую благодарность Кондратьевой Т. П. и Лушак Л. П. за критическое чтение, а Руденко Л. М. за техническую помощь при подготовке рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблямитова-Виноградова З.А. Про хімічний склад безхребетних Чорного моря // Укр. біохім. ж. — 1948. — 20, — N 1. — С. 90-93.
2. Аблямитова-Виноградова З.А. О химическом составе беспозвоночных Черного моря и его изменениях / Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР, 1949. — N 7. — С. 3-50.
3. Аблямитова-Виноградова З.А. Линька морского ерша // Природа. — 1949. — N 11. — С. 59-60.
4. Аликин Ю.С., Матюхин В.А., Столбов А.Я. Некоторые закономерности активного обмена и механизмы его обеспечения у рыб // Ж. общей биол. — 1982. — 43, N 2. — С. 219-228.
5. Алтухов Ю.П. Исследование теплоустойчивости изолированных мышц и серологический анализ "крупной" и "мелкой" ставриды Черного моря / Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР, 1962. — N 18. — С. 3-13.
6. Астахова Л.П. Влияние мышечной нагрузки и утомления на содержание гликогена в головном мозгу ставриды *Gadchurus mediterraneus pontius* // Ж. эвол. биохим. физиол. — 1976. — 12, N 1. — С. 82-84.
7. Астахова Л.П. Зависимость индекса сердца и мозга черноморских рыб от их естественной подвижности // Ж. эвол. биохим. физиол. — 1983. — N 6. — С. 594-596.
8. Астахова Л.П., Луцак В.И. Буферная емкость тканей некоторых видов черноморских рыб // Гидробиол. ж. — 1994, предст. в печать.
9. Астахова Л.П., Луцак В.И. Изучение влияния гипоксии и аллоксана на содержание углеводов в тканях султанки и скорпены // Физиол. ж., К. — 1994, предст. в печать.
10. Багнокова Т.В., Русинова О.С., Луцак В.И. Сезонные изменения физиолого-биохимических и морфологических показателей султанки // Гидробиол. ж. — 1994, предст. в печать.
11. Виноградова З.А. До питання про линьку морського йорша *Scorpaena porcus* L./ Допов. АН УРСР, 1947. — N 5. — С. 55-56.
12. Виноградова З.А. О явлении линьки у некоторых рыб Черного моря / Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР, 1950. — N 9. — С. 70-80.
13. Виноградова З.А. О годичном цикле линьки у морских ершей / Докл. АН СССР, 1948. — 60, N 4. — С. 705-707.
14. Виноградова З.А. О химическом составе беспозвоночных Черного моря / Докл. АН СССР, 1949. — 65, N 6. — С. 891-894.
15. Виноградова З.А. Витамин А в печени рыб Черного моря // Рыбное хоз-во. — 1951. — N 4. — С. 56-58.
16. Виноградова З.А. О размножении и росте моллюсков Черного моря в лабораторных условиях / Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР, 1961. — N 17. — С. 65-84.
17. Дрегольская И.Н. Отношение некоторых видов двусторчатых моллюсков к изменению температуры, солёности и газового режима / Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР, 1961. — С. 52-109.
18. Ерин А.Н., Давиташвили Н.Г., Прилико Л.Л., Болдырев А.А., Луцак В.И., Батраков С.Г., Придачина Р.Р., Сербинова А.Е., Казан В.Е. Влияние алкилрезорцина на биологические мембраны при активации перекисного окисления липидов // Биохимия. — 1987. — 52, N 7. С. 1180-1185.
19. Кондратьева Т.П. Изменение содержания общего белка и фракционного состава белков сыворотки крови некоторых черноморских рыб в период нереста // Гидробиол. ж. — 1977. — 13, N 4. — С. 75-79.
20. Кондратьева Т.П., Силкина Е.Н., Астахова Л.П., Русинова О.С., Руденко Л.М. Химический состав тканей культивируемых мидий // Рыбное хоз-во, 1989. — N 10. — С. 94-95.
21. Крепс Е.М., Ченькаева Е.Ю. Новые данные по обмену CO₂ у ракообразных и насекомых (материалы по эволюции функции дыхания) // Известия АН СССР. — 1942. — N 5. — С. 310-321.
22. Кручакова Ф.А. Содержание щелочных и щелочно-земельных металлов и железа в мышцах некоторых рыб и беспозвоночных Черного моря / Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР, 1952. — N 12. — С. 111-115.
23. Лосовская Г.В. Влияние солёности на выживание некоторых черноморских полихет / Тр. Карадагской биол. ст. АН УССР, 1961. — С. 46-51.
24. Луцак В.И. Выделение и характеристика лактатдегидрогеназы из белых плавниковых мышц ската *Raja clavata* // Укр. биохим. ж. — 1990. — 62, N 6. — С. 38-42.
25. Луцак В.И. Характеристика связанной с микросомами лактатдегидрогеназы из белых мышц ската // Биохимия. — 1991. — 56, N 12. — С. 2173-2180.

26. Луцзяк В.И. Влияние мочевины на активность лактатдегидрогеназы из белых мышц шиповатого ската *Raja clavata* // Ж. эвол. биохим. физиол.— 1992, 197.— 28.— С.120-122.
27. Lushchak V.I. Free and membrane-bound lactate dehydrogenase from white driving muscles of skate // Biochem. Int.— 1992.— 26, N 5.— P.905-911.
28. Луцзяк В.И. Взаимодействие лактатдегидрогеназы со структурными компонентами клетки: возможное физиологическое значение // Биохимия.— 1992.— 57, N 8.— С.1142-1154.
29. Луцзяк В.И. Характеристика свободной и связанной пируваткиназы мозга костистой рыбы барабули // Укр. Биохим. ж.— 1993.— 65, N 4.— С. 21-28.
30. Lushchak V.I. Free and bound pyruvate kinase from fish brain: properties and redistribution after hypoxia // Biochem. Mol. Biol. Int.— 1993.— 29, N 6.— P. 1103-1109.
31. Луцзяк В.И. Роль фосфорилирования и перераспределения гликолитических ферментов в адаптации гидробионтов к условиям внешней среды // Гидробиол. ж., 1994.— N 6.— С. 50-58.
32. Луцзяк В.И. О проблеме образования комплекса гликолитических ферментов // Укр. биохим. ж.— 1994.— 66, N 1.— С. 113-115.
33. Луцзяк В.И. Сучасні уявлення про регуляцію властивостей гліколітичних ферментів — утворення надмолекулярних комплексів // Укр. біохім. ж.— 1994, у друці.
34. Луцзяк В. И. АМР-деаминаза: функции, свойства и локализация в клетке // Биохимия. 1995.— 60, N 2.— С.270-277.
35. Луцзяк В.И., Луцзяк Л.П. Перекисное окисление липидов мембран саркоплазматического ретикула из мышц скорпены и кролика // Укр. биохим. ж.— 1993.— 65, N 1.С.79-83.
36. Луцзяк В.И., Луцзяк Л.П. Влияние мочевины на активность лактатдегидрогеназы из мышц свиньи и ската // Ж. эвол. биохим. физиол.— 1994.— 30, N 2.— С.50-56.
37. Луцзяк В. И., Луцзяк Л. П. Властивості вільних та зв'язаних гліколітичних ферментів мозку скорпени / І. Гексозкіназа // Укр. біохім. ж.— 1995, предст. до друку.
38. Луцзяк В.И., Русинова О.С., Астахова Л.П., Кондратьева Т.П., Руденко Л.М. Влияние гипоксии на обмен углеводов в мозгу и печени барабули // Ж. эвол. биохим. физиол.— 1992, в печати.
39. Луцзяк В.И., Русинова О.С., Астахова Л.П., Кондратьева Т.П., Руденко Л.М. Изучение влияния аноксии и гипоксии на обмен углеводов в мозгу барабули // Гидробиол. ж.— 1995.— 31, N 2.— С.42-48.
40. Луцзяк В.И., Стори К.Б. Очистка и характеристика АМР-деаминазы из белых мышц лосося // Биохимия.— 1995.— 60, N 2.— С. 197-202.
41. Lushchak V.I., Storey K.B. Influence of exercise on the distribution of enzymes in trout white muscle and kinetic properties of AMP-deaminase from free and bound fractions // Fish Physiol. Biochem.— 1994.— 13, N 11.— P. 356-368.
42. Lushchak V.I., Storey K.B. Effect of exercise on the properties of AMP-deaminase from trout white muscle // Int. J. Biochem.— 1994.— 26, N 11.— P.1265-1273.
43. Морозова А.Л. Содержание общего и неорганического фосфора в крови и мышцах некоторых черноморских рыб / Обмен веществ и биохимия рыб.— М.: Наука, 1967.— С. 298-300.
44. Морозова А.Л. Исследование содержания углеводов и фосфорных соединений в тканях ставриды и скорпены при различном функциональном состоянии / Автореф. канд. дис.— Л., 1971.— 19 с.
45. Морозова А.Л. Некоторые особенности углеводно-фосфорного обмена в мышцах рыб разной экологии / Энергетический обмен водных животных.— М.: Наука, 1973.
46. Морозова А.Л., Трусевич В.В. Содержание некоторых углеводов и фосфатов в тканях черноморских рыб в зависимости от их подвижности и сезона года / Вопросы рыбохозяйственного освоения и санитарно-биологического режима водоемов Украины.— К.: Наук. думка, 1970.— ч. 1.
47. Морозова А.Л., Трусевич В.В. Содержание кислоторастворимых фосфатов в скелетных мышцах и крови ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev при мышечной нагрузке / Эволюция вегетативных функций.— Л., 1971.— С. 48-55.
48. Морозова А.Л., Трусевич В.В. Содержание углеводов в тканях ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev при мышечной нагрузке / Эволюция вегетативных функций.Л., 1971.— С.56-63.
49. Найденова И.Н. Изменение содержания белка в органах ставриды и скорпены в процессе развития половых продуктов / Обмен веществ и биология рыб.— М.: Наука, 1967.— С. 314-315.
50. Русинова О.С. Сезонная изменчивость дегидрогеназ пентозофосфатного пути метаболизма углеводов в тканях морских костистых рыб / Деп. ВИНТИ, 1987.— N 6654-B87.

51. Русинова О.С. Сезонные изменения активности дегидрогеназ пентозофосфатного пути у черноморских ставриды и султанки / Деп.ВИНИТИ, 1988.— N 6710-B88.
52. Русинова О.С., Астахова Л.П., Луцк В.И. Влияние температурной акклимации и актиномицина Д на углеводный обмен в печени и мышцах черноморской султанки // Гидробиол. ж.— 1995.— 14 мп/с, предст. в печать.
53. Силкин Ю.А. Исследование пассивной проницаемости эритроцитов хрящевых и костистых рыб Черного моря для ионов натрия и калия / Автореф. канд. дис.— Л., 1989.— 24 с.
54. Силкин Ю.А., Силкина Е.Н., Русинова О.С. Особенности углеводного метаболизма скелетных мышц ласкиря // Укр. биохим. ж.— 1988.— 60, N 4.— С.89-91.
55. Силкина Е.Н. Содержание гликогена и лактата в скелетных мышцах рыб при кратковременном интенсивном плавании летом и осенью // Ж.эвол. биохим. физиол.— 1990.— 26, N 1.— С.68-72.
56. Силкина Е.Н. Особенности углеводного обмена в скелетных мышцах и печени рыб различной естественной подвижности / Автореф. канд. дис.— Л., 1991.— 24 с.
57. Смірнова Ю.Д., Луцк В.І. Незвичайна розчинність АМР-дезамінази у м'язах костистої риби скорпени // Укр. біохім. ж.— 1995, предст. до друку.
58. Супрунович А.В. Аквакультура беспозвоночных // К.: Наукова думка, 1988.— 146 с.
59. Трусевич В.В. Влияние мышечной нагрузки и утомления на содержание аденозинтрифосфата и креатинфосфата в скелетных мышцах ставриды *Trachurus mediterraneus* // Ж. эвол. биохим. физиол.— 1972, N 8.— С. 629-632.
60. Трусевич В.В. Фосфорный метаболизм в красных латеральных мышцах ставриды *Trachurus mediterraneus* при мышечных нагрузках // Ж. эвол. биохим. физиол., 1976.— 12, N 2.— С. 629-632.
61. Трусевич В.В. Использование макроэргических фосфатов белыми скелетными мышцами ставриды *Trachurus mediterraneus* *ropicus* при дозированной мышечной нагрузке и утомлении / Физиология и биохимия низших позвоночных.— Л., 1974.— С. 55-61.
62. Трусевич В.В. Определение содержания гликогена в тканях средиземноморских рыб / Экспедиц. исслед. в Средиземном море (июль-сентябрь 1973).— К.: Наук. думка, 1975.— С. 14-19.
63. Трусевич В.В. Динамика содержания макроэргических фосфатов в тканях ставриды при плавании / Автореф. канд. дис.— 1979.— 26 с.
64. Щепкин В.Я., Шульман Г.Е., Морозова А.Л. Химический состав тканей кальмара *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson) из Красного моря и Индийского океана // Гидробиол. ж.— 1981.— 17, N 6.— С. 61-68.
65. Шульман Г.Е (ред.) Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб // К.: Наук. думка, 1978.— 201 с.