

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

30к-1

264

НАУЧНЫЕ
ДОКЛАДЫ
ВЫСШЕЙ
ШКОЛЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

9 (81)

561101
90

1970

ГОД
ИЗДАНИЯ
ТРИНАДЦАТЫЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА» ● МОСКВА



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С. С. Андреевко (зам. отв. редактора), Е. Я. Борисенко,
В. Г. Гептнер, Н. А. Гладков (зам. отв. редактора), М. В. Гор-
ленко, В. И. Гусельников, Г. В. Добровольский, Б. Г. Иоганзен,
Е. Н. Кондратьева, Г. Б. Мельников, Г. В. Никольский (отв. ре-
дактор), Д. С. Орлов, Ф. Н. Правдин, Б. А. Рубин, В. П. Ску-
лачев, А. Н. Сладков, Б. П. Токин, А. А. Уранов, С. С. Хохлов,
Н. И. Шапиро, В. В. Юркевич, В. П. Якимов

Отв. секретарь редакции — И. И. Гиндина,
ст. редакторы — Л. Я. Мокенчева и И. В. Никитинская

Адрес редакции:
Москва, В-231, МГУ, биолого-почвенный факультет
Телефон: 139-33-26

Технический редактор С. С. Якушкина
Корректор Л. А. Егорова

Т-10154.
Формат 70×108^{1/16}.
Тираж 1930 экз.

Сдано в набор 13/VII-70 г.

Объем 8 печ. л.

Зак. 1150.

11,2 усл. п. л.

Подп. к печати 31/VIII-70 г.

Уч.-изд. л. 10,26

Цена 1 руб.

Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14,
Издательство «Высшая школа»

Чеховский полиграфкомбинат Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
г. Чехов, Московской области

СОДЕРЖАНИЕ

Зоология

- В. А. А л е х и н. Формирование фауны долгоносиков (Curculionidae, Coleoptera) — вредителей сахарной свеклы на юго-востоке европейской части СССР 7
А. В. Молодовский. Питание краквы на Горьковском водохранилище 15
Ю. А. Дубровский. Распространение кожного лейшманиоза среди больших песчанок в северной части их ареала 22

Физиология и биохимия животных

- Г. Л. Шкорбатов, Ж. А. Гуревич, Г. С. Кудрявцева, И. А. Трифонова. Экспериментальное изменение общей и белковой теплоустойчивости при температурной адаптации гуппи (*Lebistes reticulatus* P.) 27
О. А. Шугуров. Об изменениях позитивной волны потенциала дорзальной поверхности спинного мозга под влиянием кондиционирующих раздражений афферентного нерва 30
Л. Д. Кулигина, Г. Н. Копылова, М. Г. Удельнов. О характере влияния внутрисердечной нервной системы на ритмику сердца 35
Х. В. Экке, А. А. Виру. Изменение содержания аскорбиновой кислоты в коре надпочечников у крыс при комбинированном воздействии длительной физической нагрузки и изменения температуры внешней среды 40

Биофизика

- А. А. Чиркин, В. М. Козин. О влиянии ультразвуковых колебаний на активность альдолазы и лактатдегидрогеназы в некоторых тканях крыс 43
В. Г. Партешко, А. А. Лесюис. Влияние экзогенных фосфолипидов на содержание липидных биоантиоксидантов в тканях внутренних органов животных 49

Ботаника

- М. Г. Калениченко, Ю. Н. Прокудин. Анатомическое строение листьев некоторых видов тонконога (*Colegeria* Pers.) флоры Украины 52
А. Оразмухомедов. Влияние паводковых вод на состав растительного покрова в сухой дельте реки Теджена 58

Физиология и биохимия растений

- Н. В. Шанторенко, Т. Е. Кренделева, Б. А. Рубин. Об эндогенном фотофосфорилировании в изолированных хлоропластах гороха 65
Е. П. Дурьнина. Влияние подвижного алюминия на урожай и качество зерна яровой пшеницы 73

Микробиология и вирусология

- Н. Н. Калинина, М. В. Гусев. Некоторые данные о хроматических изменениях в культуре *Pseudomonas aeruginosa* и их связи с энергетическим метаболизмом 79
И. Д. Иванов, Н. С. Демина, Г. Г. Сотников, В. И. Желева. Биологическое восстановление молекулярного азота. III. Образование АТФ при восстановлении молекулярного азота в интактных клетках фотосинтезирующей бактерии *Chromatium minutissimum* 87

Почвоведение

- Л. Н. Александрова. О номенклатуре гумусовых веществ почвы 91

- Д. А. Филимонов. Влияние азотных удобрений на биологическую активность почвы сенокосных и пастбищных угодий 100

Методика биологических исследований

- В. М. Холод, Л. А. Князева, А. А. Гусев. Изучение белков сыворотки крови кролика методом электрофореза в акриламидном геле 103
С. А. Гуланиян, В. К. Андрианов, Г. А. Курелла, Ф. Ф. Литвин. Электрометрический метод непрерывной регистрации обмена углекислого газа при фотосинтезе 106
Л. П. Козлов. Диагностика растительных вирусов методом двойной диффузии в агаре 112

В помощь преподавателю биологии

- В. В. Юркевич. Современные представления о ферментах и их биологической роли 115

Рецензии

- Б. М. Миркин. На книгу Е. Одума «Экология» 127
-

УДК 534—8:577.15:599.323.4

БИОФИЗИКА

О ВЛИЯНИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА АКТИВНОСТЬ АЛЬДОЛАЗЫ И ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В НЕКОТОРЫХ ТКАНЯХ КРЫС

А. А. Чиркин, В. М. Козин

Изучали влияние ультразвуковых колебаний частотой 830 кГц в широком диапазоне интенсивностей (0,2, 0,6 и 1,8 Вт/см²) на динамику изменений активности альдолазы и лактатдегидрогеназы в коже, мышцах, печени, кишечнике, почках и сыворотке крови белых крыс. Установлено, что при однократном воздействии ультразвуковых волн в ряде органов животных повышается активность этих ферментов, главным образом лактатдегидрогеназы. При пятикратном повторении воздействий ультразвуком интенсивностью 1,8 Вт/см² обычно происходит частичная инактивация ферментов в тканях и усиленный выход их в кровеносное русло. Изменения активности тканевых ферментов зависят от глубины расположения (но не от ориентации) органа по отношению к ультразвуковому излучателю.

В представлениях о механизме биологического действия ультразвуковых волн важное место отводится изменениям координированной деятельности ферментативных систем. Известно несколько ферментов — цитохромоксидаза [14], холинэстераза [8, 11, 13, 16] и др., активность которых либо повышается, либо снижается в ультразвуковом поле. Существует мнение, согласно которому в генезе метаболических эффектов, вызываемых ультразвуком, играют известную роль нарушения в процессах гликолиза: в тканях можно наблюдать уменьшение количества аденозинтрифосфата, неорганического фосфата и гликогена [19]. Однако в литературе почти полностью отсутствуют данные об изменениях активности отдельных ферментов гликолиза под влиянием ультразвука.

Цель нашей работы заключалась в изучении динамики изменений активности альдолазы и лактатдегидрогеназы в коже, мышцах брюшной стенки, в печени, тонком кишечнике, почках и в сыворотке крови белых крыс под влиянием ультразвуковых колебаний частотой 830 кГц в диапазоне интенсивностей от 0,2 до 1,8 Вт/см².

Методика воздействия ультразвуковых колебаний на животных описана нами ранее [9]. Опыты поставлены на 300 самках белых крыс. Половину крыс подвергали однократному, остальных — пятикратному воздействию ультразвуковых колебаний. Крыс забивали через 10 мин, 2 ч ($1,2 \times 10^3$), 24 ч ($1,4 \times 10^3$), 7 суток ($1,008 \times 10^4$), 30 суток ($4,32 \times 10^4$) и 90 суток ($1,29 \times 10^5$) после воздействия ультразвуком. В скобках указаны сроки забоя в логарифмическом масштабе. В 1%-ных гомогенатах исследуемых органов и в сыворотке крови определяли активность альдолазы [7, 17] и лактатдегидрогеназы [12]. Полученный цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики [5]. При сравнении средних величин, выделенных из малого количества (7—18) вариантов, использовали критерий *t* по Стьюденту — Фишеру [6].

Проведенные исследования показали, что в различных тканях под влиянием ультразвука активность альдолазы претерпевает далеко не однозначные изменения (рис. 1). Так, при однократном воздействии ульт-

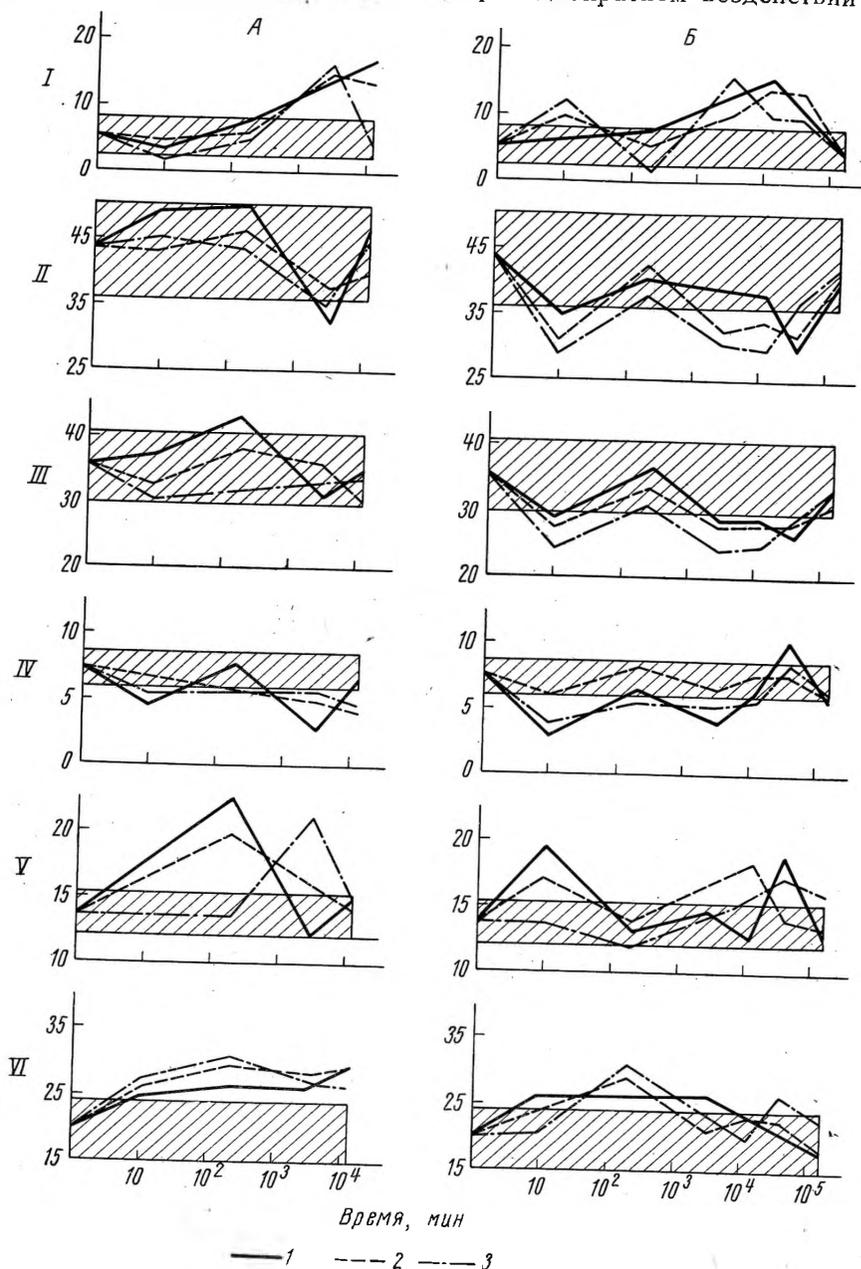


Рис. 1. Динамика изменений активности альдолазы в органах (мкМ диоксиацетона на 1 г свежей ткани в 1 мин) и сыворотке крови (мкМ диоксиацетона на 100 мл сыворотки в 1 мин). А — однократное; Б — пятикратное воздействие ультразвуком; I — кожа; II — мышца; III — печень; IV — кишечник; V — почка; VI — сыворотка крови. Заштрихованный прямоугольник включает контрольные значения: $\bar{x} \pm 3 S_{\bar{x}}$. Точки на графиках, соответствующие значениям \bar{x} для каждого срока опыта и расположенные вне заштрихованного прямоугольника, статистически достоверно отличаются от контрольных величин:

1 — 0,2 Вт/см², 2 — 0,6 Вт/см², 3 — 1,8 Вт/см²

тразвуковыми колебаниями через 24 ч после опыта активность альдолазы увеличивается в коже и уменьшается в мышцах и кишечнике, причем эффект одинаков при всех трех использованных интенсивностях ультразвука. В печени выявляется достоверная активация фермента через 2 ч только при интенсивности 0,2 вт/см². В ткани почек малая (0,2 вт/см²) и средняя (0,6 вт/см²) интенсивности ультразвука вызывают активацию альдолазы через 2 ч, а большая (1,8 вт/см²) — только через 24 ч.

При пятикратном воздействии ультразвуковыми волнами в органах крыс отмечаются разные фазы изменений активности альдолазы. Через 10 мин после пятого воздействия ультразвуком активность фермента повышается в коже (0,6 и 1,8 вт/см²) и в почках (0,2 и 0,6 вт/см²). В остальных органах можно наблюдать достоверное понижение активности альдолазы. Через 2 ч активность фермента нормализуется во всех органах за исключением кишечника, в ткани которого активность альдолазы остается пониженной в течение 7 суток после воздействия ультразвуком интенсивностью 0,2 и 1,8 вт/см². В период от 1 до 30 суток альдолаза активируется в коже и почках. В кишечнике ее активность повышается только на 30-е сутки (0,2 вт/см²). В мышцах и печени обнаружена частичная инактивация альдолазы в период от 1 до 30-х суток, причем воздействие ультразвуком интенсивностью 1,8 вт/см² приводит к наибольшему падению активности фермента на 1-е и 7-е сутки, а при интенсивности ультразвука 0,2 и 0,6 вт/см² — на 30-е сутки. К 90-м суткам опыта активность альдолазы в изучаемых органах полностью нормализуется.

Несколько неожиданным явилось значительное увеличение активности альдолазы в коже при воздействии ультразвуком в широком диапазоне интенсивностей. Следует отметить, что наличие этого фермента в коже достоверно показано лишь в 1954 г. [15, 18]. Установлено, что в коже мелких лабораторных животных фермент очень активен. Полученный эффект однотипен в опытах с ультразвуком разной интенсивности и проявляется не сразу после воздействия, а через 24 ч и позже. Можно думать, что активация альдолазы кожи представляет собой своеобразную приспособительную реакцию. Это весьма вероятно, поскольку ультразвук действует в первую очередь на кожу, кроме того, в коже происходит довольно интенсивный обмен углеводов [4].

Данные о динамике изменений активности другого фермента гликолиза — лактатдегидрогеназы (ЛДГ) — представлены на рисунке 2. Однократное воздействие ультразвуком вызывает повышение активности ЛДГ, главным образом через 24 ч. В коже, мышцах и почках такой эффект наблюдается при всех трех испытанных интенсивностях ультразвука, в печени — только при интенсивности 1,8 вт/см², а в кишечнике — при 0,2 вт/см². Средняя интенсивность (0,6 вт/см²) оказывает активирующее влияние на ЛДГ в мышцах через 2 ч. В почках активность фермента повышается уже через 10 мин при интенсивности ультразвука 0,2 и 0,6 вт/см² и через 2 ч при интенсивности 0,2, 0,6 и 1,8 вт/см². Только в кишечнике выявляется четкая тенденция к снижению активности ЛДГ через 2 ч после воздействия ультразвуком интенсивностью 1,8 вт/см².

Сравнивая динамику изменений активности альдолазы и ЛДГ при однократном воздействии ультразвуком, можно выявить определенное сходство лишь для ткани кожи и отчасти почек. В остальных органах изменения активности этих ферментов протекают по-разному. Для пятикратного воздействия ультразвуковыми колебаниями типично достоверное падение активности ЛДГ во всех органах через 10 мин — 30 суток при интенсивности ультразвука 1,8 вт/см². В коже аналогичный эффект вызывают колебания интенсивностью 0,6 вт/см². В печени, кишечнике и почках в отдельные сроки опыта эта же интенсивность ультразвука приводит к уменьшению активности ЛДГ. Воздействие ультразвуком еще меньшей интенсивности (0,2 вт/см²) сопровождается частичной инактивацией фермента в коже через 10 мин и 30 суток, а в почках — в интерва-

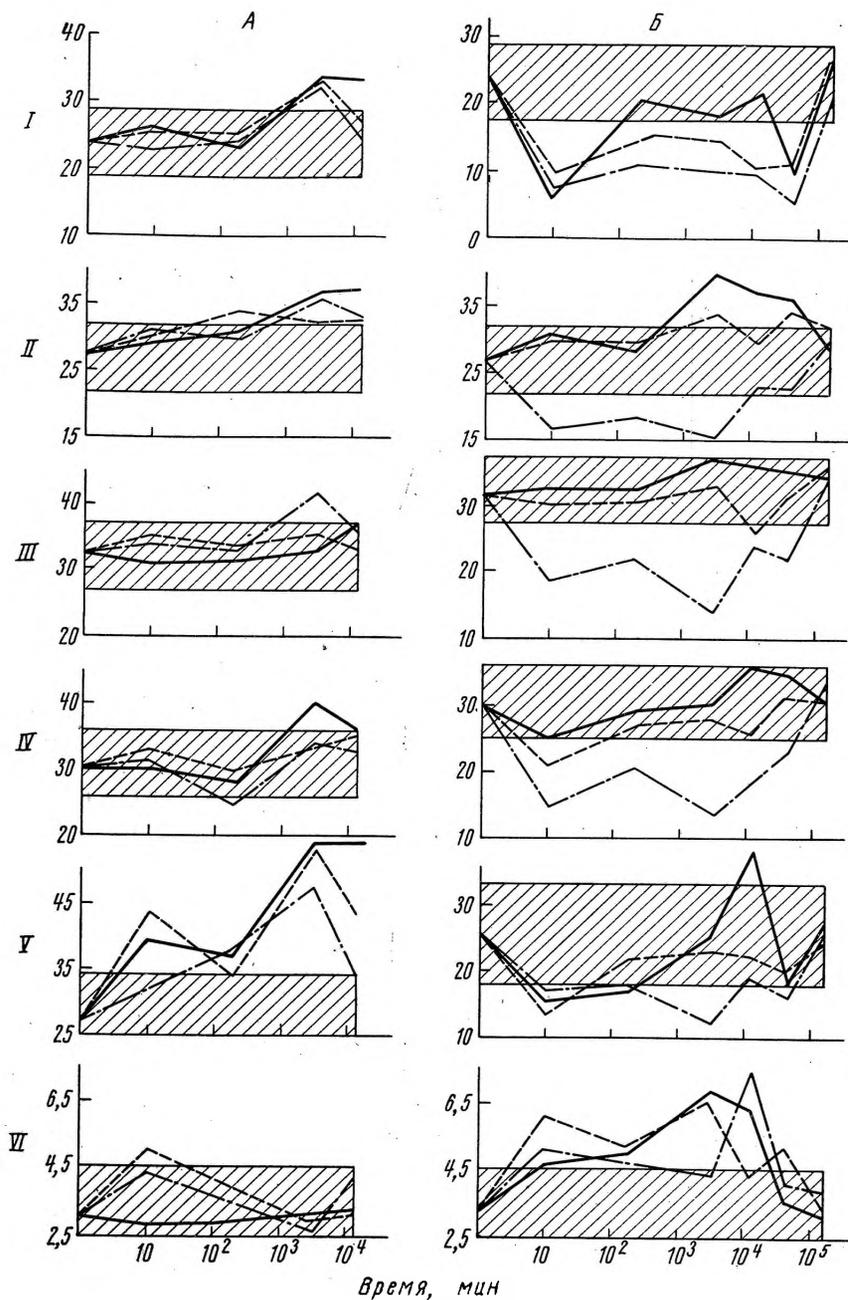


Рис. 2. Влияние ультразвуковых колебаний на динамику изменений активности лактатдегидрогеназы в органах (мкМ пирувата на 1 г свежей ткани в 1 мин) и в сыворотке крови (мкМ пирувата на 100 мл сыворотки в 1 мин) крыс. Обозначения те же, что на рисунке 1

ле от 10 мин до 2 ч и повышением активности ЛДГ в мышцах и печени через 24 ч, а в кишечнике и почках — через 7 суток. Небольшую активацию фермента вызывает интенсивность ультразвуковых колебаний $0,6 \text{ вт/см}^2$ через 1 и 30 суток в ткани мышц.

Изменение активности изучаемых ферментов при многократном воздействии ультразвуком протекает различно. Так, во многие сроки опыта активность альдолазы кожи и почек повышена, а активность ЛДГ снижена. В мышцах малая и средняя интенсивности ультразвука вызывают

активацию ЛДГ и одновременно частичную инактивацию альдолазы в поздние сроки опыта. Сходство динамики активности ферментов заключается в том, что активность обоих ферментов бывает резко снижена на протяжении большого интервала времени (от 10 мин до 7 и даже 30 суток) в мышцах, печени и кишечнике при воздействии ультразвуком интенсивностью 1,8 Вт/см².

Таким образом, ультразвуковые колебания вызывают ощутимые изменения активности ферментов во всех изучаемых органах. Их можно проследить при однократном воздействии ультразвуком в течение 7 дней, а при пятикратном — до 3 месяцев. Причины, вызывающие некоординированные изменения активности изучаемых ферментов гликолиза в органах крыс, недостаточно ясны. Одна из причин может заключаться в том, что оба фермента, участвуя в реакциях гликолиза и гликонеогенеза, в различных органах обеспечивают разную направленность процессов (например, функционирование цикла Кори в системе печень — мышцы и др.). В регуляции этих процессов несомненную роль играет проницаемость клеточных мембран. Между тем известно, что ультразвук оказывает существенное влияние на проницаемость мембран клеток [2].

Мы попытались косвенно подтвердить эту точку зрения, исследовав динамику изменений активности ферментов в сыворотке крови. Оказалось, что в сыворотке крови на протяжении опыта констатируется повышенная активность альдолазы и ЛДГ (рис. 1, рис. 2). Активность альдолазы особенно значительно изменяется при однократном, а активность ЛДГ — при пятикратном воздействии ультразвуком. Причиной повышения активности ферментов в сыворотке крови может быть стереотипная реакция органелл клеток на воздействие ультразвуком в виде нарушения процессов окислительного фосфорилирования, что в свою очередь приводит к изменениям проницаемости клеточных мембран и выходу ферментов в кровяное русло [1]. В литературе имеются некоторые указания на разобщениедыхания и фосфорилирования под влиянием ультразвуковых колебаний [3]. Увеличение проницаемости клеточных мембран при ультразвуковом воздействии большой интенсивности подтверждается наличием высокой активности ЛДГ в сыворотке крови при резком подавлении активности фермента в тканях.

Итак, ультразвук оказывает значительное влияние на активность изучаемых ферментов гликолиза. По сумме статистически достоверных различий в активности альдолазы и ЛДГ все исследованные органы можно расположить таким образом: кожа > мышцы > почка > печень > > кишечник. Иными словами, действие ультразвука на изучаемые показатели метаболизма зависит от глубины расположения органа по отношению к головке вибратора. Исключение составляют почки, которые, хотя и расположены наиболее глубоко по отношению к вибратору, все же испытывают значительное влияние ультразвуковых волн, отраженных от дорзальной поверхности кожи [2, 10].

Литература

1. Блюгер А. Ф. 1964. Структура и функция печени при эпидемическом гепатите. Рига.
2. Богданович Л. И. 1967. Ультразвук при лечении кожных болезней. Минск.
3. Горшков С. И., Горбунов О. Н., Антропов Г. А. 1965. Биологическое действие ультразвука. М.
4. Капланский С. Я., Капанская-Райская С. И. 1935. Процессы обмена в коже. Сообщение I. Углеводный обмен кожи. Арх. биол. наук, т. 39, вып. 1.
5. Рокицкий П. Ф. 1967. Биологическая статистика. Минск.
6. Снедекор Дж. У. 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М.
7. Товарницкий В. И., Волуйская Е. Н. 1955. Ранняя диагностика болезни Боткина биохимическим методом. Лабораторное дело, № 6.
8. Тодоров Н. 1968. Гистохимическое исследование холинэстеразной активности после применения ультразвука. Вopr. курортологии, т. 33, № 6.

9. Чиркин А. А., Детинкин О. Н. 1968. Влияние ультразвука различной интенсивности на содержание гликогена в сердечной мышце крыс. Материалы 26-й научной сессии Витебского гос. мед. ин-та. Минск.
10. Эльпинер И. Е. 1963. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. М.
11. Эльпинер И. Е., Дворкин Г. А. 1956. Действие ультразвуковых волн на холинэстеразу в мозговой ткани. Докл. АН СССР, т. 106, № 4.
12. Saboud P., Wroblewski F. 1958. Colorimetric measurement of lactic dehydrogenase activity of body fluids. *Am. Journ. Clin. Path.*, vol. 30, № 3.
13. Chogazak T., Konecki J. 1964. Action of ultrasounds on localization and activity of phosphatases in mouse skin. *Acta Histochem.* vol. 18, № 5—8.
14. Haas E. 1943. Cytochrome oxidase. *Journ. Biol. Chem.*, vol. 148, № 1—2.
15. Hershey E., Mendle B. 1954. Quantitative histochemistry of burned and normal skin. *Surg. Forums*, vol. 5, № 5.
16. Majewski C., Kalinowski M., Jankowiak J. 1966. Electronmicroscopic studies of acid phosphatase activity in the liver of rats subjected to ultrasound. *Am. Journ. Phys. Med.*, vol. 45, № 5.
17. Sibley J., Lehninger A. 1949. Determination of aldolase in animal tissues. *Journ. Biol. Chem.*, vol. 177, № 2.
18. Wüst H. 1956. Über die Aldolaseaktivität der Haut. *Arch. Klin. Exp. Derm.*, Bd. 203.
19. Zimny M., Head L. 1961. Effect of ultrasound on skeletal and cardiac muscle in the ground squirrel. *Amer. Journ. Physiol.*, vol. 200, № 4.

Рекомендована кафедрой кожных и венерических заболеваний Витебского медицинского института

Поступила
31 октября 1969 г.