

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

30к-1

264

НАУЧНЫЕ  
ДОКЛАДЫ  
ВЫСШЕЙ  
ШКОЛЫ

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

2 (98)

1972 ГОД  
ИЗДАНИЯ  
ПЯТНАДЦАТЫЙ

86  
110494



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА» ● МОСКВА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С. С. Андреенко (*зам. отв. редактора*), Е. Я. Борисенко, В. Г. Гептнер, Н. А. Гладков (*зам. отв. редактора*), М. В. Горленко, В. И. Гусельников, Г. В. Добровольский, Б. Г. Иоганзен, Е. Н. Кондратьева, Г. Б. Мельников, Г. В. Никольский (*отв. редактор*), Д. С. Орлов, Ф. Н. Правдин, Б. А. Рубин, В. П. Скулачев, 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-234, МГУ, биолого-почвенный факультет.  
Телефон: 139-33-26

## СОДЕРЖАНИЕ

### Зоология

- Г. Л. Травкина. Анализ реакции яичников самок ерша на воздействие препарата гипофиза в различных дозах . . . . . 7
- Л. С. Степанян. О систематическом положении желтогрудой лазоревки [*Parus flavipectus* Severtzov (Paridae, Aves)] . . . . . 11
- В. Е. Соколов, М. М. Лившиц, Г. В. Кузнецов. Морфологический состав белой крови некоторых мышевидных грызунов . . . . . 17

### Физиология и биохимия животных

- И. И. Иванова, В. Ф. Лапшина, О. А. Шевригина. Влияние аутотрансплантации щитовидной железы и блокады ее функции метилтиоурацилом на белковый состав крови крыс . . . . . 21
- С. Н. Краснова, Ю. Б. Филиппович. Кислоторастворимые нуклеотидпептиды в организме тутового шелкопряда в период завивки кокона . . . . . 26
- С. Н. Гензык, В. Ф. Семенович. Особенности белкового и микроэлементного обмена после обширной резекции тонкой кишки у собак . . . . . 31
- В. Я. Щепкин. Сравнительная характеристика липидов печени и мышц ставриды и скорпины . . . . . 36

### Биофизика

- В. И. Чернышов, С. М. Якубов, Ю. П. Козлов, Б. Н. Тарусов. Роль липидных антиоксидантов в проявлении некоторых физиологических особенностей организмов рыб . . . . . 40
- А. А. Чиркин, В. М. Козин. Влияние ультразвука на активность фруктозо-1-фосфатальдозазы в печени, плазме крови и гемолизатах эритроцитов белых крыс . . . . . 46

### Ботаника

- В. Г. Николаевский. Особенности анатомической структуры листьев злаков-сциофитов . . . . . 51
- С. Т. Благовещенская. Большой жизненный цикл зайцегуба шугнанского (*Lagochilus schugnanicus* Knorr.) на западном Памире . . . . . 55
- Л. М. Ятайкин. О понятиях спорово-пыльцевой спектр и спорово-пыльцевой комплекс . . . . . 62

### Физиология и биохимия растений

- А. А. Михайлов, Н. Н. Верзилин, В. В. Пиневиц, Х. А. Шаренкова. Влияние температурных и световых условий культивирования на продуктивность *Spirulina platensis* (Gom.) Geitl. . . . . 67
- О. И. Лакалина. Влияние дробного внесения азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы . . . . . 74
- Б. А. Рубин, М. Е. Ладыгина, Э. А. Таймла. Особенности изоферментного состава дегидрогеназ при вирусном патогенезе у табака . . . . . 78

### Микробиология и вирусология

- И. Л. Работнова, Т. С. Бобкова, И. В. Злочевская, Л. Н. Чекунова, В. С. Сомов, В. Ф. Слезкина. О чувствительности к озону бактерий и дрожжей . . . . . 86
- С. П. Мясковская, Г. Г. Жарикова, А. Б. Силаев. Биосинтез антибиотиков мутантами *Bacillus brevis* . . . . . 93

В. А. Аракелова, В. И. Ушакова, Н. С. Егоров. Сравнительное изучение действия паров диэтилсульфата на актиномицеты разных систематических групп, обладающие фибринолитическими и тромболитическими свойствами	98
З. Г. Ткачева. О свойствах формиадегидрогеназы <i>Rhodospseudomonas palustris</i>	102

#### Генетика и селекция

О. В. Генералов. Конъюгация между патогенными и непатогенными штаммами кишечной палочки и свойства селекционированных рекомбинантов	105
---	-----

#### Почвоведение

Ф. Х. Хазиев. Почвенные ферменты и их роль в плодородии	114
Н. П. Чижикова. Применение рентгеновского дифрактометрического метода для изучения минералов в шлифах из почв	120
В. К. Бугаевский. О структуре почвенного покрова колочной лесостепи	124

#### Методика биологических исследований

В. И. Каплан. Многоканальное программирующее устройство для физиологических исследований	131
И. В. Воронкевич, Е. В. Матвеева, М. А. Одинцова. Ризосфера как место обитания фитопатогенных бактерий. I. Методы обнаружения возбудителей мягких гнилей в почве	136

УДК 534-8:577.15:599.323.4

БИОФИЗИКА

**ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА АКТИВНОСТЬ  
 ФРУКТОЗО-1-ФОСФАТАЛЬДОЛАЗЫ В ПЕЧЕНИ, ПЛАЗМЕ КРОВИ  
 И ГЕМОЛИЗАТАХ ЭРИТРОЦИТОВ БЕЛЫХ КРЫС**

*А. А. Чиркин, В. М. Козин*

Исследовали активность фруктозо-1-фосфатальдолазы в печени, плазме крови и гемолизатах эритроцитов при воздействии ультразвуком в широком диапазоне интенсивностей (0,2—1,8 вт/см<sup>2</sup>). Установлено, что ультразвуковые колебания относительно небольшой мощности вызывают уменьшение активности фермента в печени и эритроцитах, а также усиливают проницаемость мембран клеток печени.

В настоящее время известны три фермента, лимитирующих скорость метаболизма фруктозы, — фруктокиназа, фруктозо-1-фосфатальдолаза и триокиназа [8, 13]. Фруктозо-1-фосфатальдолаза (кетозо-1-фосфатальдегидлиаза, 4.1.2.7) отнесена к индикаторным органоспецифичным ферментам, так как повышение ее активности в плазме крови сигнализирует о повреждении клеток при паренхиматозных заболеваниях печени [1—3]. Современные взгляды на возникновение внутриклеточных и межклеточных микропотоков, а также интенсификацию диффузионных процессов в ультразвуковом поле сформировались главным образом на основе модельных пробирочных опытов [6, 12]. Сведения о метаболизме углеводов, в частности фруктозы, при воздействии на организм ультразвуковых волн весьма поверхностны [16]. При изучении механизма действия ультразвука *in vivo* наиболее эффективен метод параллельного определения активности фермента в плазме крови и печени [11].

В настоящей статье изложены результаты изучения активности фруктозо-1-фосфатальдолазы в печени, плазме и гемолизатах эритроцитов при воздействии ультразвука в широком диапазоне интенсивностей.

Опыты ставили на 169 крысах-самцах весом 250—300 г. Животных содержали в одинаковых условиях. Методика воздействия ультразвуком описана нами ранее [9]. Применяли ультразвуковые колебания интенсивностью 1,8, 0,6 и 0,2 вт/см<sup>2</sup> в непрерывном и 0,2 вт/см<sup>2</sup> в импульсном (длительность импульса 4 мсек) режимах. Одну группу контрольных животных подвергали однократному, вторую — пятикратному воздействию ультразвуковых волн. С этими животными производили те же эксперименты, что и с опытными крысами, но не включали генератор ультразвука. В опытах первой серии (78 крыс) активность фермента изучали в печени и плазме крови через 24 ч после ультразвукового воздействия (однократного или пятикратного), в опытах второй серии — в плазме крови и гемолизатах эритроцитов через 2, 24 ч и 15 суток после однократного воздействия ультразвуковых волн. Крыс декапитировали. Плазму крови получали в полиэтиленовых стаканах при 6000 об/мин. Эритроциты отмывали охлажденным физиологическим раствором три раза и гемолизировали дистиллированной водой в соотношении

1 : 10. Ткань печени гомогенизировали при 2—4° С в гомогенизаторе с тефлоновым пестиком с десятикратным объемом раствора, содержащего 0,05 М трис-буфера, 0,15 М КСI и 0,01 М ЭДТА; рН 7,8. Растворимую фракцию (содержащую микросомы) выделяли при 18000 g в рефрижераторной центрифуге. Для определения активности фермента использовали разведение растворимой фракции печени 1 : 500. Активность фруктозо-1-фосфатаальдозы определяли по методу Сиблея и Ленинжера [7, 15]. В качестве субстрата использовали 0,1 М раствор натриевой соли фруктозо-1-фосфата. В первой серии опытов ферментативную реакцию проводили при температуре 37° С, а во второй — при 25° С. Общее содержание белков в растворимой фракции печени определяли по методу Лоури [4]. Полученный цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики с использованием критерия t по Стьюденту—Фишеру [5].

Из данных таблицы 1 следует, что однократное воздействие ультразвуковых колебаний (УЗК) малой (0,2 вт/см<sup>2</sup> в непрерывном и импульсном режимах) и средней (0,6 вт/см<sup>2</sup>) интенсивностей приводит к досто-

Т а б л и ц а 1

Рассчитано	Активность фруктозо-1-фосфатаальдозы, мкМ диоксиацетона за 1 мин ( $\bar{x} \pm S_x$ ) при разной интенсивности ультразвука				
	контроль	1,8 вт/см <sup>2</sup>	0,6 вт/см <sup>2</sup>	0,2 вт/см <sup>2</sup>	0,2 вт/см <sup>2</sup> — импульсный режим
Однократное воздействие ультразвуком					
На 1 г печени . . . .	41,0±3,1	41,2±1,7 (P>0,5)	26,8±4,3 (P<0,02)	31,2±2,0 (P<0,02)	35,3±1,7 (P<0,02)
На всю печень . . . .	354±30,8	348±11,2 (P>0,5)	236±27,3 (P<0,02)	271±21,4 (P≤0,05)	262±13,9 (P<0,02)
На 1 мг белка . . . .	0,31±0,016	0,31±0,014 (P>0,5)	0,20±0,026 (P<0,01)	0,22±0,018 (P<0,01)	0,23±0,014 (P<0,01)
На 1 л плазмы . . . .	20,4±2,0	23,5±1,5 (P>0,2)	21,5±1,6 (P>0,5)	23,8±2,2 (P>0,2)	25,4±2,1 (P≥0,05)
Пятикратное воздействие ультразвуком					
На 1 г печени . . . .	36,0±3,2 >0,2*	24,1±4,3 ≤0,05	32,5±1,1 >0,2	35,7±1,8 >0,5	22,0±3,3 <0,01
На всю печень . . . .	263±28,5 ≤0,05*	203±32,1 >0,1	285±20,0 >0,5	228±24,7 >0,2	170±24,2 <0,05
На 1 мг белка . . . .	0,33±0,021 >0,2*	0,25±0,047 >0,1	0,33±0,023 >0,5	0,26±0,017 <0,05	0,17±0,027 <0,001
На 1 л плазмы . . . .	17,8±2,8 >0,5*	28,4±2,9 <0,05	31,5±1,9 <0,01	19,4±1,6 >0,5	15,8±3,7 >0,5

\* По отношению к контролю при однократном воздействии по вертикали соответственно.

верному уменьшению активности фермента в печени, причем этот эффект наиболее выражен при пересчете показателя на 1 мг белка. При пятикратном воздействии аналогичные изменения отмечены лишь в случае применения УЗК интенсивностью 0,2 вт/см<sup>2</sup> в импульсном режиме. Некоторое снижение активности фруктозо-1-фосфатаальдозы наблюдается при интенсивности УЗК 1,8 вт/см<sup>2</sup> на 1 г сырой печени и 0,2 вт/см<sup>2</sup> на 1 мг белка.

При анализе этих результатов обращают на себя внимание два факта. Во-первых, однократные воздействия УЗК вызывают более ощутимые изменения активности фермента, чем пятикратные. Во-вторых, изменения активности фруктозо-1-фосфатаальдозы вызывают в основном УЗК малой интенсивности.

Полученные данные несколько неожиданны, поскольку известна целая группа тканевых ферментов, чувствительных к относительно большим интенсивностям ультразвука [9, 12]. Так, при аналогичной методике опытов активность печеночной фруктозодифосфатаальдозы че-

рез 24 ч не изменяется в случае однократных воздействий УЗК и достоверно уменьшается при пятикратном повторении сеансов воздействия [10]. Степень снижения активности фермента находится в прямой зависимости от мощности применяемого ультразвука. Таким образом, направленность изменений активности двух альдолаз по отношению к количеству воздействий, а также мощности УЗК носит противоположный характер. Учитывая наличие общих продуктов в обеих ферментативных реакциях, описанные модификации ферментативной активности, вероятно, можно расценивать как определенную

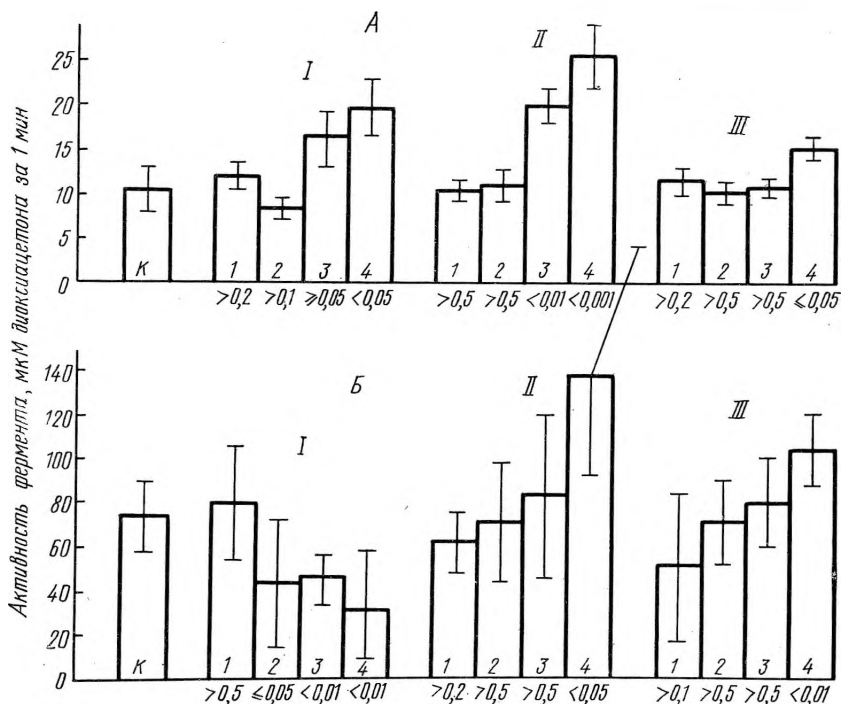


Рис. 1. Изменение активности фермента в плазме крови (на 1 л плазмы) и гемолизатах эритроцитов (на 1 л гемолизата) при воздействии ультразвуковыми колебаниями разной интенсивности. Температура 25° С. Вертикальными отрезками обозначены доверительные интервалы  $E_{0,05}$ . А — плазма; Б — гемолизаты эритроцитов; I — через 2 ч; II — 24 ч; III — 15 суток после воздействия:

К — контроль, 1 — 1,8 вт/см<sup>2</sup>, 2 — 0,6 вт/см<sup>2</sup>, 3 — 0,2 вт/см<sup>2</sup>, 4 — 0,2 вт/см<sup>2</sup>, импульсный режим

приспособительную реакцию на воздействие ультразвука [14]. Более тонкий механизм этой реакции пока неясен.

Однократное воздействие ультразвуком не вызывает существенных изменений активности плазменной фруктозо-1-фосфатаальдолазы за исключением некоторого повышения активности фермента при интенсивности 0,2 вт/см<sup>2</sup> в импульсном режиме. При пятикратном повторении ультразвуковых воздействий активность фермента достоверно повышается в случаях применения большой и средней интенсивностей УЗК. Сравнение ферментативной активности в печени и плазме крови позволяет заключить, что однократное воздействие УЗК малой и средней интенсивностей, а также пятикратное воздействие УЗК большой и средней интенсивностей приводят к усиленному выходу фермента в кровяное русло, т. е. происходят изменения проницаемости клеточных мембран.

Обсуждая данные об активности фермента в плазме крови, нельзя не упомянуть о возможности выхода фруктозо-1-фосфатаальдозазы из форменных элементов крови, в частности из эритроцитов. Это тем более важно, что ультразвук в опытах *in vitro* может вызывать гемолиз эритроцитов. Правда, до настоящего времени *in vivo* при интенсивностях УЗК до 3 Вт/см<sup>2</sup> гемолиза никто не наблюдал [6], однако не исключены тонкие изменения в проницаемости мембран эритроцитов.

Результаты опытов второй серии (рис. 1) свидетельствуют о малой вероятности влияния выхода фермента из эритроцитов на уровень его в плазме крови. Активность фруктозо-1-фосфатаальдозазы в гемолизатах достаточно низка, тесной корреляционной зависимости между динамикой изменений активности фермента в плазме крови и гемолизатах нет. В самих гемолизатах обнаруживается фазность динамики уровней активности фермента в различные сроки после воздействия УЗК. Эта фазность характерна только для малой и средней интенсивностей УЗК и заключается в достоверном снижении активности фермента через 2 ч, повышении активности до нормальных или сверхнормальных (0,2 Вт/см<sup>2</sup>, импульсный режим) величин через 24 ч с последующей тенденцией к нормализации на 15-е сутки. Уровень активности фермента в печени через 24 ч и в гемолизатах через 2 ч после воздействия УЗК изменяется сходным образом в зависимости от мощности ультразвука. Возможно, это зависит от своеобразной чувствительности фермента различных тканей к незначительным интенсивностям УЗК.

Необходимо отметить, что при температуре 25°С через 24 ч после однократного воздействия УЗК достоверно повышаются уровни активности фруктозо-1-фосфатаальдозазы в случае использования ультразвука интенсивностью 0,2 Вт/см<sup>2</sup> в непрерывном и в импульсном режимах. При температуре 37°С эти изменения незначительны и сводятся к увеличению активности фермента только при интенсивности 0,2 Вт/см<sup>2</sup> в импульсном режиме (табл. 1, рис. 1). Внося определенную поправку на эксперимент (определения производили на животных разных серий опытов), можно все же полагать, что более высокая температура инкубации создает условия для быстреего насыщения активного центра фермента. Последнее, вероятно, не позволяет выявить больших различий, в условиях стандартной экспозиции ферментативной реакции. При температуре 25°С этого недостатка можно избежать.

Итак, ультразвуковые колебания относительно небольшой мощности вызывают уменьшение активности фруктозо-1-фосфатаальдозазы в печени и эритроцитах и усиливают проницаемость мембран клеток печени.

#### Литература

1. Горжсейши Я. и др. 1967. Основы клинической биохимии в клинике внутренних болезней. Прага.
2. Диксон М., Узбб Э. 1966. Ферменты. Изд-во «Мир», М.
3. Иванов И. И., Зарембский Р. А., Коровкин Б. Ф., Маркелов И. М., Пелищенко И. А., Рудаков В. В. 1969. Введение в клиническую биохимию. Л.
4. Пушкина Н. Н. 1964. Биохимические методы исследования. М.
5. Снедекор Дж. У. 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М.
6. Сперанский А. П., Рокитянский В. И. 1970. Ультразвук и его лечебное применение. М.
7. Товарицкий В. И., Волуйская Е. Н. 1955. Ранняя диагностика болезни Боткина биохимическим методом. Лабораторное дело, № 6.
8. Хорст А. 1967. Молекулярная патология. М.
9. Чиркин А. А., Козин В. М. 1970. Влияние ультразвука на активность трансаминаз в органах белых крыс. Вопр. мед. химии, т. 16, вып. 3.
10. Чиркин А. А., Козин В. М. 1970. К вопросу о влиянии ультразвуковых колебаний на активность альдозазы и лактатдегидрогеназы в некоторых тканях крыс. Биол. науки, № 9.
11. Шеклик Э. 1966. Клиническая ферментология. Варшава.



12. Эльпинер И. Е. 1963. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. М.
13. Adelman R. C., Spolter P. D., Weinhouse S. 1966. Dietary and hormonal regulation of enzymes of fructose metabolism in rat liver. Journ. Biol. Chem., vol. 241, № 22.
14. Landau B. R., Merlevede W. 1963. Initial reactions in the metabolism of d- and l-glyceraldehyde by rat liver. Journ. Biol. Chem., vol. 238, № 3.
15. Sibley J., Lehninger A. 1949. Determination of aldolase in animal tissues. Journ. Biol. Chem., vol. 177, № 2.
16. 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  
20 ноября 1970 г.