

ФИЗИОЛОГИЯ

С. Н. МАЦКО, А. Т. ЖМЕЙДО и В. М. СЕЛИВАНОВА

**ИЗЫСКАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕЛЕ ЛЬДА ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ
ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ**

ОПЫТЫ С ВВЕДЕНИЕМ СОЛЕЙ, САХАРОВ, КЕТОНОВ И СПИРТОВ

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 2 XI 1950)

Замораживание позвоночных холоднокровных животных, если не удается приостановить процесса замерзания, неизбежно приводит к грубым, необратимым изменениям. Пытаясь получить близкие к анабиозу состояния при охлаждении позвоночных животных, мы стремились изучить возможности предотвращения образования льда в теле животных. Одним из возможных путей решения этой задачи является снижение начальной температуры замерзания путем повышения осмотического давления.

Целью настоящего исследования было сравнительное изучение действия, оказываемого солями, сахарами, кетонами и спиртами.

Экспериментальная часть

Все опыты были поставлены на лягушках.

Растворы испытуемых веществ вводились в спинноголовной лимфатический мешок в количестве 2 см³. Лягушки с относительно большим и малым весом равномерно распределялись по группам.

В предварительно поставленных опытах мы установили максимальную концентрацию растворов испытуемых веществ, переносимых животными без охлаждения. Они оказались: для $\text{CaCl}_2 \frac{1}{8}$ мол., NaCl 1 мол., глюкозы $2\frac{1}{2}$ мол., сахарозы $2\frac{1}{2}$ мол., ацетона 40%, глицерина 40% и спирта 40%.

Затем были проведены опыты с охлаждением лягушек (см. табл. 1). Исследуемые вещества в указанных концентрациях вводились за $1\frac{1}{2}$ часа ⁽¹⁾ до помещения животных в холодильную камеру (температура воздуха в камере в течение опыта $-4 - 6^\circ$ *).

В группах 1—8 животные подвергались замораживанию до снижения температуры тела на $0,1^\circ$ по сравнению с начальной температурой замерзания.

Опыты проводились в конце осени и зимою на лягушках, пойманых в конце осени и в начале зимы. Вес лягушек 36—43 г. По окончании опыта с замораживанием животные помещались в ванну с проточной водой. Температура помещения, в котором находились животные до и после опыта, была во всех опытах почти одинаковой ($\sim +5^\circ$).

* Фиксирование лягушек и измерение температуры тела (термо-электрическим путем, в rectum) аналогичны ранее описанным опытам ⁽²⁾. Отогревание — в воде ($+20^\circ$).

Таблица 1 *

Наименование веществ	Концентрация раствора	Число лягушек	Число лягушек проживших				Состояние лягушек про-живших >10 дн.	
			<1 дн.	от 1 до 5 дн.	6—10 дн.	>10 дн.		
CaCl_2	$\frac{1}{2}$ мол.	10	10	—	—	—	Норма Норма	
	$\frac{1}{4}$ "	28	19	1	—	8		
	$\frac{1}{8}$ "	19	—	—	—	19		
NaCl	2 мол.	20	1	9	4	6	Норма У 7 норма Норма	
	$1\frac{1}{2}$ "	49	—	4	6	9		
	1 "	10	—	—	—	10		
Глюкоза	$3\frac{1}{2}$ мол.	18	7	—	3	8	Норма Норма Норма	
	3 "	20	4	4	7	5		
	$2\frac{1}{2}$ "	20	—	—	—	20		
Сахароза	$2\frac{1}{2}$ мол. **	20	1	—	1	18	Норма	
Ацетон	75% р-р	20	19	—	1	—	У 18 норма Норма	
	60% "	30	5	3	2	20		
	40% "	20	1	—	—	19		
Глицерин	75% р-р	40	10	1	—	29	Норма У 16 норма	
	60% "	40	11	4	5	20		
	40% "	38	—	2	1	35		
Спирт ***	60% р-р	20	6	—	—	14	Норма Норма	
	40% "	20	—	—	—	20		
Рингеровская жидкость с концентрацией NaCl 2 мол. и соответственно увеличенными KCl и CaCl_2								
Спирт 40% на $2\frac{1}{2}$ мол. глюкозе и 1 мол. р-ре NaCl								
Спирт 40% на 1 мол. р-ре NaCl	20	9	1	—	—	—	Норма	
Спирт 40% на 2 мол. р-ре глюкозы	20	5	—	—	1	14	Норма	
Спирт 40% на $1\frac{1}{2}$ мол. р-ре глюкозы	18	—	—	—	—	18	Норма	

* Опыты проводились осенью на лягушках, пойманных в осенне время. Вес лягушек 36—48 г. После введения растворов лягушки находились в течение суток без воды; после этого они помешались в ванну, в которой имелась проточная вода.

** Концентрация сахарозы, близкая к предельной растворимости.

*** В этих опытах лягушки лучше переносили введение спирта, чем в ранее опубликованных экспериментах (1).

Перед помещением лягушек в холодильную камеру, они вытирались для удаления влаги фильтровальной бумагой; из *rectum* вода удалялась таким же способом.

Результаты по этим группам (см. рис. 1) получились следующие:

1. Длительность замерзания была наибольшей после введения CaCl_2 и NaCl и наименьшей после введения ацетона, спирта и спирта с глюкозой; это указывает на образование в первых двух случаях больших количеств льда.

2. CaCl_2 практически не снизил начальную температуру замерзания по сравнению с нормальными животными (группы 1 и 9). NaCl дал не-
884

большое снижение; резче было выражено действие сахаров, ацетона, глицерина. Наиболее резко выраженным действием обладал спирт и в особенности спирт с глюкозой.

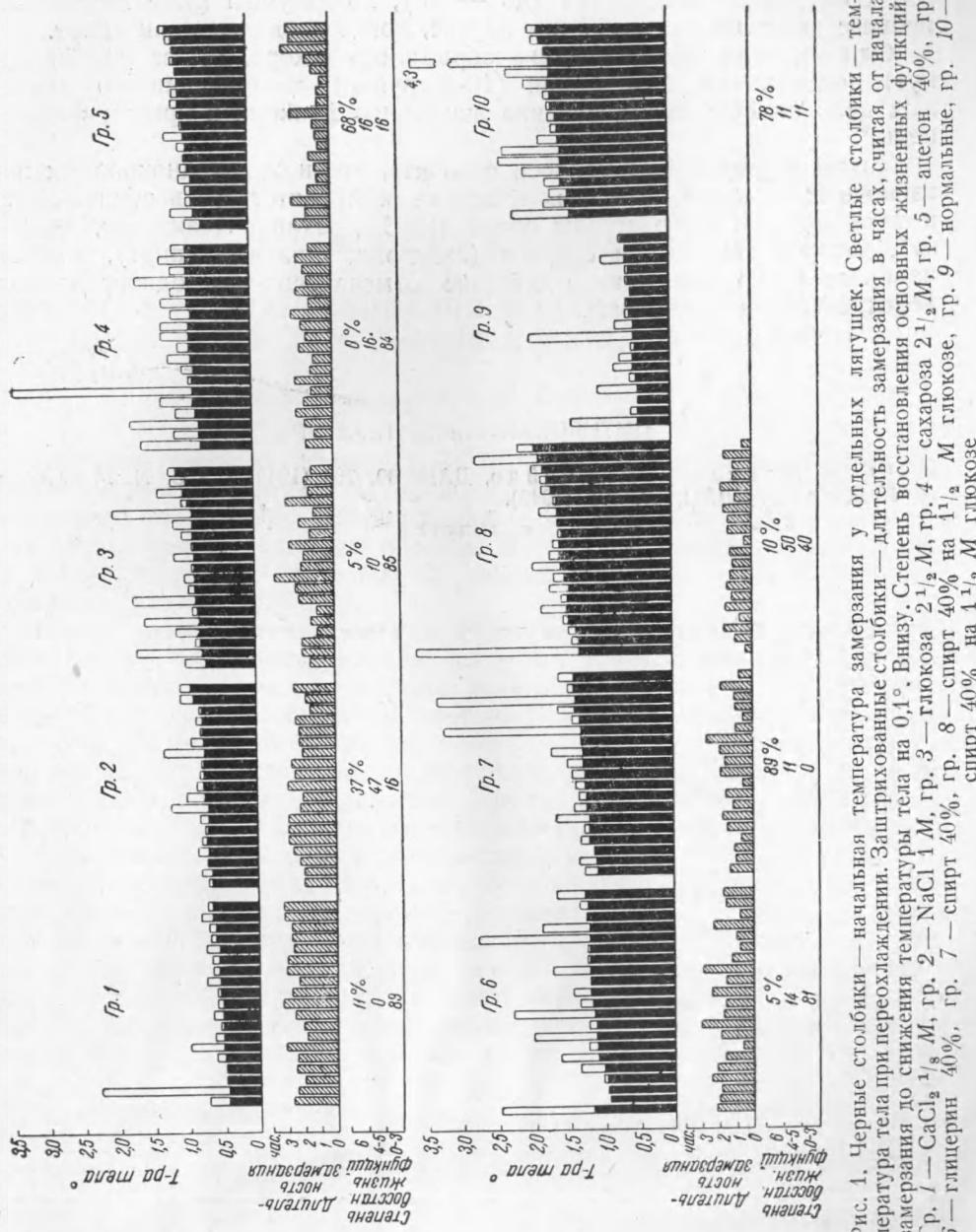


Рис. 1. Чёрные столбики — начальная температура замерзания у отдельных лягушек. Светлые столбики — температура тела при перехождении. Защищированы столбики — длительность замерзания в часах, считая от начала замерзания до снижения температуры тела на 0.1° . Внизу. Степень восстановления основных жизненных функций. Гр. 1 — $\text{CaCl}_2 \frac{1}{8} M$, гр. 2 — $\text{NaCl} 1 M$, гр. 3 — глюкоза $2 \frac{1}{2} M$, гр. 4 — сахароза $2 \frac{1}{2} M$, гр. 5 — спирт 40% на $1 \frac{1}{2} M$ глюкозе, гр. 6 — глицерин 40% , гр. 7 — спирт 40% , гр. 8 — спирт 40% на $1 \frac{1}{2} M$ глюкозе

3. Стойкого восстановления основных жизненных функций * не имелось у большинства лягушек, которым вводились CaCl_2 , сахара и глицерин.

* Условные обозначения степеней восстановления жизненных функций на рис. 1: от 0 до 3 — основные жизненные функции (сердечная деятельность, дыхательные движения, движения тела) если и восстанавливались, то лишь кратковременно (в пределах суток). 4 — Более длительное восстановление основных жизненных функций, но у животных имелись ясно выраженные патологические явления (паралич или

Результаты были лучше после введения NaCl и ацетона. Наилучшие результаты дал спирт.

Спирт с глюкозой хотя и дал наиболее сильное снижение начальной температуры замерзания (до $-1,5^{\circ}$), но лягушки хуже переносили процесс замерзания, чем в том случае, когда вводился один спирт.

Однако, если замораживание обрывалось вскоре, (через 20—50 минут) после начала замерзания (10-я группа), то большинство животных дало стойкое восстановление жизненных функций и притом 6-ю степень*.

Таким образом, нам удалось показать, что и у холоднокровных позвоночных можно в известных границах воспрепятствовать образованию в теле льда, вводя растворы солей (NaCl), сахаров (сахарозу, глюкозу), кетонов (ацетон) и спиртов (глицерин, этиловый спирт), причем наиболее резко выраженное действие отмечалось при одновременном введении спирта и глюкозы.

Поступило
20 VI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ С. Н. Мацко и А. Т. Жмейдо, ДАН, 69, 703 (1949). ² С. Н. Мацко и А. Т. Жмейдо, ДАН, 59, 401 (1948).

отек конечностей и т. д.). 5 — Внешние признаки отклонения от нормы практически отсутствовали. Длительность жизни — менее 10 дней. 6 — То же, что и 5, но длительность жизни выше 10 дней (после чего наблюдение над животными прекращалось).

* У нормальных лягушек (9-я группа) после снижения температуры тела в процессе замерзания уже до $-0,9^{\circ}$ ни в одном случае не наблюдалось стойкого восстановления основных жизненных функций.