

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 холонокровных животных, если не удастся 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 в теле льда. 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 см<sup>3</sup>. 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 CaCl<sub>2</sub> 1/8 мол., NaCl 1 мол., глюкозы 2 1/2 мол., сахарозы 2 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 1/2 часа (1) до помещения животных в холодильную камеру (температура воздуха в камере в течение опыта —4 —6° \*).

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

Опыты проводились в конце осени и зимою на лягушках, пойманных 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 (~ +5°).

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

Таблица 1\*

Наименование веществ	Концентрация раствора	Число лягушек	Число лягушек проживших				Состояние лягушек проживших >10 дн.
			< 1 дня	от 1 до 5 дн.	6-10 дн.	> 10 дн.	
CaCl <sub>2</sub>	1/2 мол.	10	10	—	—	—	Норма
	1/4 "	28	19	1	—	8	Норма
	1/8 "	19	—	—	—	19	Норма
NaCl	2 мол.	20	1	9	4	6	Норма
	1 1/2 "	19	—	4	6	9	У 7 норма
	1 "	10	—	—	—	10	Норма
Глюкоза	3 1/2 мол.	18	7	—	3	8	Норма
	3 "	20	4	4	7	5	Норма
	2 1/2 "	20	—	—	—	20	Норма
Сахароза	2 1/2 мол. **	20	1	—	1	18	Норма
Ацетон	75% р-р	20	19	—	1	—	У 18 норма
	60% "	30	5	3	2	20	
	40% "	20	1	—	—	19	
Глицерин	75% р-р	40	10	1	—	29	Норма
	60% "	40	11	4	5	20	У 16 норма
	40% "	38	—	2	1	35	
Спирт ***	60% р-р	20	6	—	—	14	Норма
	40% "	20	—	—	—	20	Норма
Рингеровская жидкость с концентрацией NaCl 2 мол. и соответственно увеличенными KCl и CaCl <sub>2</sub>		17	13	4	—	—	
Спирт 40% на 2 1/2 мол. глюкозе и 1 мол. р-ре NaCl		10	9	1	—	—	
Спирт 40% на 1 мол. р-ре NaCl		20	9	1	—	10	Норма
Спирт 40% на 2 мол. р-ре глюкозы		20	5	—	1	14	Норма
Спирт 40% на 1 1/2 мол. р-ре глюкозы		18	—	—	—	18	Норма

\* Опыты проводились осенью на лягушках, пойманных в осеннее время. Вес лягушек 36—48 г. После введения растворов лягушки находились в течение суток без воды; после этого они помещались в ванну, в которой имела 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> практически не снизил начальную температуру замерзания по сравнению с нормальными животными (группы 1 и 9). NaCl дал не-

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

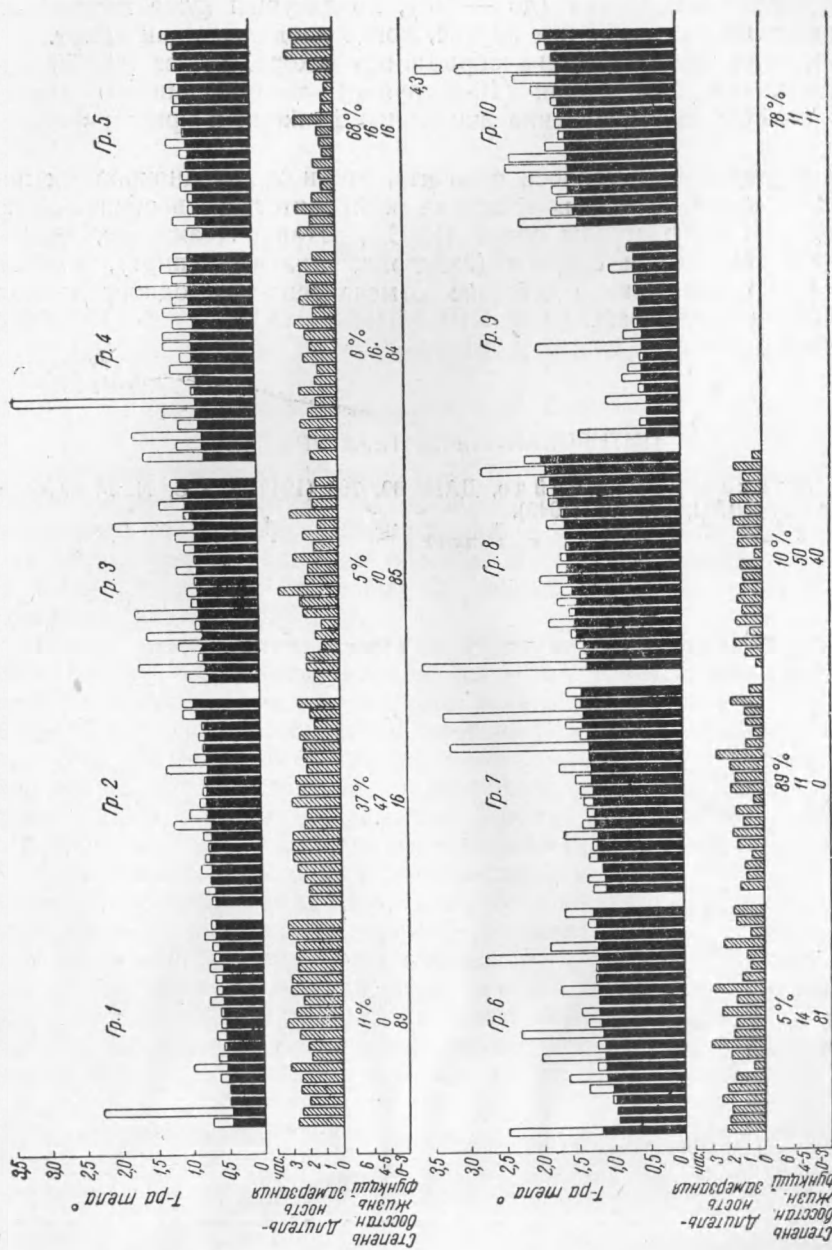


Рис. 1. Черные столбики — начальная температура заморозания у отдельных лягушек. Светлые столбики — температура тела при переохлаждении. Запирывание столбики — длительность заморозания в часах, считая от начала заморозания до снижения температуры тела на 0,1°. Внизу. Степень восстановления основных жизненных функций. Гр. 1 —  $\text{CaCl}_2$  1/8 M, гр. 2 —  $\text{NaCl}$  1 M, гр. 3 — глюкоза 2 1/2 M, гр. 4 — сахара 2 1/2 M, гр. 5 — ацетон 40%, гр. 6 — глицерин 40%, гр. 7 — спирт 40%, гр. 8 — спирт 40% на 1 1/2 M глюкозе, гр. 9 — нормальные, гр. 10 — спирт 40% на 1 1/2 M глюкозе

3. Стойкого восстановления основных жизненных функций\* не имелось у большинства лягушек, которым вводились  $\text{CaCl}_2$ , 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

<sup>1</sup> С. Н. Мацко и А. Т. Жмейдо, ДАН, 69, 703 (1949). <sup>2</sup> 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 свыше 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.