

Из кафедры Биохимии,—зав. каф.—проф. Беренштейн Ф. Я.

## **О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ СОЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ОРГАНИЗМЕ В МИНИМАЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВАХ**

*С. И. Довгалев*

### **С о о б щ е н и е XI**

#### **О влиянии солей бора и цинка на содержание глутатиона и каталазы в крови**

Многочисленные исследования ряда авторов, проведенные за последнее десятилетие, свидетельствуют о том, что соли цинка и бора относятся к микроэлементам, оказывающим определенное влияние на течение физиологических и биохимических процессов в животном организме. Для доказательства приведем некоторые литературные данные. Так, *Berglund* доказал, что при кормлении молодых крыс пищей, почти не содержащей цинка, животные погибали в среднем через семнадцать дней; при добавлении же на 100 гр пищи 2 мгр цинка, продолжительность жизни возрастала до 64 дней. *Todd, Elvehjem* и *Hart* обнаружили у крыс уменьшение роста и веса, а также выпадение шерсти при кормлении пищей, не содержащей цинка. *Mc. Nougue* установил благоприятные действия солей цинка на рост крыс. *Беренштейн, Тищенко* и *Шкляр*, изучая влияние сернокислого цинка на организм птиц, отмечают, что указанная соль не оказывает заметного влияния на способность к откорму и состав крови птиц. *Беренштейном* было доказано, что инъекции кроликам сернокислого цинка в дозе, соответствующей 2 мгр pro kilo, снижает активность каталазы крови. *Cristol* обнаружил значительное количество цинка в злокачественных новообразованиях, на основании чего высказал предположение, что соли цинка играют значительную роль в качестве стимуляторов процессов роста. *Zealandt, Andreitchewa* и *Kaltchewa*, на основании своих исследований, приходят к заключению, что увеличение цинка в злокачественных новообразованиях есть результат приспособления организма, так как цинк ослабляет усиленное действие противолетических ферментов, угне-

тает каталазу и усиливает ослабленное действие пероксидазы.

Авторы рекомендуют вводить цинк при злокачественных новообразованиях. Schnetz доказал, что цинк угнетает адреналиновую гипергликемию.

Приведем теперь несколько фактов, свидетельствующих о том, что и соли бора обладают определенным значением для животного организма. Так Loeret, Soulie и Bioy указывают, что бор в виде борнокислого натрия оказывает положительное влияние при лечении Базедовой болезни; при этом наблюдалось положительное действие бора на основной обмен и азотистое равновесие. В опытах на кроликах авторы наблюдали изменение фолликул щитовидной железы, заключающееся в изменении коллоидальной субстанции и исчезновении краевых клеток. Maier доказал, что предварительное введение кроликам борнокислого натрия повышает их устойчивость в отношении судорожных ядов; содержание хлора в крови под влиянием бора не изменяется. Беренштейн и Довгалев установили, что введение борнокислого натрия кроликам в дозе, соответствующей 5 мгр бора  $\text{рго kilo}$ , влечет за собой повышение активности каталазы крови. Согласно Беренштейну и Глушакову, подкожные введения кроликам борнокислого натрия в дозе 5—10 мгр бора  $\text{рго kilo}$  вызывает незначительное уменьшение сахара в крови; одновременно было установлено, что бор, не оказывая определенного влияния на адреналиновую гипергликемию, усиливает гипогликемическое действие инсулина.

Итак мы видим, что соли бора и цинка оказывают значительное влияние на течение физиологических и биохимических процессов в организме.

В литературе, имевшейся в нашем распоряжении, мы совершенно не встретили данных о влиянии указанных солей на содержание глутатиона в организме животных, данные же о влиянии этих солей на активность каталазы крайне незначительны.

Исходя из того, что, по мнению ряда авторов, глутатион и каталаза играют определенную роль в течение окислительных процессов, представляло значительный интерес изучить, как влияют соли цинка и бора на содержание каталазы и глутатиона в крови, это и послужило основанием для того, чтобы я, по предложению проф. Беренштейна, занялся изучением указанного вопроса.

Остановимся вкратце на методике проведения работы. Все опыты были проведены на собаках. Для опытов мы использовали борнокислый натрий и сернокислый цинк. Соли вводились опытному животному подкожно, причем при дозировке мы исходили из расчета чистого бора или цин-

ка на кило живого веса. Кровь в них исследовалась до введения исследуемого вещества, а также через 1—2 и 3 часа после инъекций. Всего было поставлено 61 опыт (из них 24 с сернокислым цинком и 37 с борнокислым натрием). Исследование велось по методу Габбе и Вудворда и Фрея. Каталаза определялась по методу Баха с видоизменениями, внесенными Беренштейном в отношении крови собак. Гемоглобин определялся по способу Shali. Рассмотрев литературные данные и методику, перехожу к изложению данных, полученных мною при исследовании.

В данной статье, за недостатком места, я ограничусь лишь приведением части опытов, так как они будут являться вполне достаточными для того, чтобы сделать соответствующие выводы. В таблицах №№ 1 и 2 я помещаю некоторые опыты о влиянии борнокислого натрия на содержание глутатиона, каталазы и процента гемоглобина в крови собак.

### Влияние инъекций малых доз борнокислого натрия на содержание глутатиона, каталазы и % гемоглобина в крови собак

Таблица № 1

№№ опытов	Время после инъекций	ГЛЮТАТИОН в мгр %			% отношен. роста новлеп. к общему глутатиону	% гемоглобина	Каталаза по числу	Примечание
		Восстановлеп.	Общий	Окисленный				
16	Норма	28,22	30,06	1,84	91,0	43	1,45	Доза:
	Через 1 ч.	27,30	30,67	3,37	89,0	44	1,45	
	Через 2 ч.	24,59	30,67	6,13	80,0	45	1,38	
	Через 3 ч.	27,91	30,67	2,76	90,0	44	1,30	
19	Норма	30,06	33,13	3,07	90,9	43	0,84	1-мгр. бора
	Через 1 ч.	31,98	33,13	2,15	90,9	44	1,06	
	Через 2 ч.	27,91	32,52	4,61	88,0	46	—	
	Через 3 ч.	29,45	33,74	4,29	90,0	43	1,13	
58	Норма	38,96	41,41	2,45	95,0	49	1,03	pro kilo
	Через 1 ч.	39,26	40,18	0,92	97,5	49	1,13	
	Через 2 ч.	39,57	42,33	2,76	93,0	51	1,52	
	Через 3 ч.	37,12	38,34	1,22	97,4	49	2,04	

№№ опытов	Время после инъекций	ГЛЮТАТИОН в мгр %			% отношен. восстанов. к общему глутатиону	% гемо-глобина	Каталазное число	Примечание
		Восста-новлен.	Общий	Окислен-ный				
20	Норма	23,62	28,22	5,40	82,0	37	0,106	Доза: 2-мгр бора pro kilo
	Через 1 ч.	25,15	26,38	1,13	98,0	36	—	
	Через 2 ч.	25,15	26,38	1,13	98,0	35	0,204	
	Через 3 ч.	23,93	24,54	0,61	97,0	35	0,18	
52	Норма	22,70	23,93	1,23	95,0	41	1,82	
	Через 1 ч.	19,63	21,78	2,15	95,0	41	1,81	
	Через 2 ч.	19,32	23,01	3,62	84,0	40	1,80	
	Через 3 ч.	22,09	22,70	0,61	97,5	41	1,80	
53	Норма	20,86	22,09	1,23	91,5	47	2,43	
	Через 1 ч.	19,32	20,55	1,23	94,5	47	2,40	
	Через 2 ч.	20,24	22,70	2,46	89,0	48	2,35	
	Через 3 ч.	19,32	21,47	2,15	90,0	51	2,47	

**Влияние инъекций больших доз борнокислого натрия на содержание глутатиона, каталазы и % гемоглобина в крови собак.**

Таблица № 2

№№ опыт.	Время после инъекций	Глутатин в мгр. %			% отно-шение восст. к общему глута-тину	% г. мо-глобин	Каталазное число	Примечание
		Восста-новлен.	Общий	Окис-ленный				
22	Норма	20,24	22,09	1,85	91,5	40	0,51	Доза: 5 мгр бора pro kilo
	Через 1 ч.	21,78	23,93	2,15	91,7	39	0,41	
	„ 2 ч.	22,09	22,70	0,61	97,0	36	0,52	
	„ 3 ч.	20,24	20,86	0,62	99,8	36	0,496	
23	Норма	27,91	28,33	0,91	98,5	53	1,15	
	Через 1 ч.	28,83	30,67	1,84	94,0	51	1,09	
	„ 2 ч.	30,98	31,29	0,31	99,0	51	0,87	
	„ 3 ч.	28,83	32,52	3,69	88,5	52	1,05	

№ опыта.	Время после инъекции	Глютатион в мгр %			% отношение восст. к общему глюта-тиону	% гемоглобина	Каталазное число	Примечание
		Восста-новлен.	Общий	Окис-ленный				
24	Норма	29,14	31,29	2,15	92,6	45	0,88	Д о з а: 10 мгр бора: pro kilo
	Через 1 ч.	30,06	31,59	1,53	95,5	47	1,96	
	„ 2 ч.	30,06	31,29	1,23	96,3	45	0,91	
	„ 3 ч.	30,98	31,59	1,61	98,2	45	0,84	
25	Норма	22,09	22,70	0,61	98,0	33	0,43	
	Через 1 ч.	20,55	22,70	2,15	90,5	32	0,41	
	„ 2 ч.	21,17	22,09	0,92	96,0	31	0,46	
	„ 3 ч.	23,31	26,38	3,07	88,2	28	0,41	
27	Норма	21,47	22,70	1,23	95,0	36	1,05	
	Через 1 ч.	21,47	23,01	2,54	93,5	33	1,06	
	„ 2 ч.	20,86	23,62	2,76	88,5	33	1,17	
	„ 3 ч.	19,92	19,94	0,92	96,0	33	1,02	

Подводя итоги материалам, помещенным в таблицах №№ 1 и 2, я позволил себе сделать следующие заключения:

1) Подкожные инъекции собакам солей бора в дозах от 1 до 10 мгр бора на 1 кг живого веса не оказывают заметного влияния на содержание глютатиона в крови.

2) Соотношения между восстановленным и окисленным глютатионом после инъекции солей бора каких-либо характерных изменений не претерпевают.

3) Подкожные инъекции собакам солей бора в вышеуказанных дозах не оказывают заметного влияния на каталазу и % гемоглобина в крови собак.

Теперь я останавлиюсь на изложении результатов опытов о влиянии сернокислого цинка на содержание глютатиона, каталазы и % гемоглобина в крови. Результаты некоторых опытов я помещаю в таблице № 3.

**Влияние инъекций солей сернокислого цинка  
на содержание глутатиона, каталазы и % гемоглобина  
в крови собак**

Таблица № 3

№№ опыт.	Время после инъекции	Г л ю т а т и о н в мгр %			% отношение восстановлен- ного к общ. глутатиону	% гемогло- бина	Каталазное число	Приме- чание
		Восста- новлен.	Общий	Окислен- ный				
38	Норма	28,83	29,45	0,62	97,5	44	1,34	1 мгр цинка
	Через 1 ч.	27,30	28,22	0,92	97,0	40	1,34	
	„ 2 ч.	24,23	27,61	3,38	87,5	40	1,33	
	„ 3 ч.	24,54	28,83	4,29	85,2	40	1,33	
37	Норма	26,99	29,45	2,46	92,0	43	1,94	pro kilo
	Через 1 ч.	26,99	28,83	1,84	91,0	43	1,90	
	„ 2 ч.	27,91	31,90	3,99	87,5	44	1,90	
	„ 3 ч.	28,22	30,06	1,84	93,3	40	1,93	
49	Норма	17,79	18,71	0,92	94,0	35	0,96	1 мгр цинка
	Через 1 ч.	18,40	19,94	1,54	92,0	38	0,94	
	„ 2 ч.	17,48	20,55	3,07	85,0	37	0,91	
	„ 3 ч.	16,26	17,79	3,53	82,5	37	0,87	
48	Норма	21,78	23,31	1,54	93,5	37	2,02	pro kilo
	Через 1 ч.	21,47	23,01	1,54	93,3	41	2,04	
	„ 2 ч.	19,94	20,86	0,92	95,6	41	2,15	
	„ 3 ч.	19,63	21,47	1,84	91,4	40	1,77	
42	Норма	33,74	36,81	3,07	91,5	48	1,51	2 мгр цинка
	Через 1 ч.	37,12	38,34	1,22	96,0	52	1,67	
	„ 2 ч.	36,81	38,34	1,53	96,2	53	1,92	
	„ 3 ч.	37,12	38,34	1,22	97,0	49	1,93	
30	Норма	19,63	20,24	0,61	96,1	33	0,53	pro kilo
	Через 1 ч.	18,10	19,02	0,92	95,2	37	0,48	
	„ 2 ч.	19,63	19,94	0,31	98,4	36	0,49	
	„ 3 ч.	18,40	19,94	1,54	92,3	35	0,44	

№№ опыг.	Время после ин'екций	Глютаглон в мгр %			% отлощенне-восстановлен-ного к общ. глютаггону	% гемогло-бина	Каталазное число	Приме-чание
		Восста-новлен.	Общий	Окислен-ный				
33	Норма	22,70	23,93	1,23	95,0	49	1,92	2 мгр цинка pro kilo
	Через 1 ч.	23,31	24,86	1,54	93,0	48	1,78	
	" 2 ч.	21,47	22,70	1,23	94,6	43	1,73	
	" 3 ч.	21,17	22,09	0,92	95,8	41	1,76	
28	Норма	28,83	29,45	0,62	97,0	35	1,04	
	Через 1 ч.	23,31	26,33	3,07	88,5	37	1,00	
	" 2 ч.	24,54	25,77	1, 3	95,0	40	1,00	
	" 3 ч.	25,16	28,22	3,07	89,5	40	1,00	
35	Норма	25,15	26,09	0,94	96,5	44	2,24	5 мгр цинка pro kilo
	Через 1 ч.	25,15	25,77	0,62	98,0	44	2,24	
	" 2 ч.	22,39	25,77	0,38	87,0	41	2,18	
	" 3 ч.	22,09	22,70	0,61	97,5	47	2,16	
47	Норма	34,44	36,81	3,37	90,8	51	0,146	
	Через 1 ч.	29,45	31,69	2,15	93,2	57	0,173	
	" 2 ч.	30,37	34,05	3,68	90,0	53	0,160	
	" 3 ч.	30,67	35,28	4,61	87,0	52	0,160	

На основании данных, помещенных в таблице № 3, я позволяю себе сделать следующие заключения:

1) В результате подкожных ин'екций сернокислого цинка собакам в дозах, соответствующих 1—2 мгр цинка pro kilo, содержание глютаггона в крови в некоторых опытах незначительно увеличивается, а в других, наоборот, уменьшается; на основании этого надо сделать заключение, что при указанных дозах сернокислый цинк не оказывает определенного влияния на содержание глютаггона в крови.

2) При ин'екциях собакам 5 мгр цинка pro kilo в виде сернокислой соли наблюдается уменьшение глютаггона в крови за счет его восстановленной формы.

3) В результате ин'екций сернокислого цинка в дозе 1—5 мгр цинка pro kilo характерных изменений в активности каталазы крови собак не наблюдалось.

Приведенный в настоящей работе экспериментальный материал позволяет мне сделать следующие выводы:

1) Подкожные инъекции собакам солей бора в дозах от 1 до 10 мгр бора на 1 кгр живого веса не оказывает заметного влияния на глутатион, каталазу и % гемоглобина в крови.

2) В результате подкожных инъекций собакам сернокислого цинка в дозах, соответствующих 1—2 мгр цинка pro kilo каких-либо характерных изменений в содержании глутатиона и каталазы в крови не наблюдается.

3) После подкожных инъекций собакам 5 мгр цинка pro kilo в виде сернокислой соли содержание общего и восстановленного глутатиона в крови уменьшается; количество окисленного глутатиона характерных изменений не претерпевает. Содержание каталазы у опытных животных колеблется в пределах нормы.

### Л и т е р а т у р а

1) Bertrand.—Bull. Société chem. biol. Paris, т. 18, стр. 213 1936 г.

2) Todd, Elvahjem и Hart.—Americ. Jour. Physiol, т. 107, стр. 146, 1934 г.

3) Беренштейн, Тищенко и Шкляр.—Физиологический Журнал СССР, т. XIX, № 4, 1935 г.

4) Беренштейн.—Там-же.

5) Zlatagoff, Andreitchewa и Kaltchewa.—Berichte ü d. ges. Physiologie u. experim. Pharmakol. т. 64, 1934 г.

6) Schnetz.—Klinische Wochenschr. стр. 646, 1936 г.

7) Loeper, Soulie и Bioy.—Berichte ü d. ges. Physiol u. exper. Pharmakolog. т. 69, стр. 600, 1932 г.

8) Maier.—Там-же, т. 89, стр. 647, 1936 г.

9) Беренштейн и Довгалев.—Ученые записки Витебского Ветеринарного Института, т. VI, 1939 г.