

Полученные результаты показали, что как в том, так и в другом случае происходила полная адсорбция антигенов.

Таким образом, антигенная структура белков сыворотки крови при катаральной бронхопневмонии телят не меняется. Нужно отметить, что аналогичную устойчивость антигенной структуры сывороточных белков мы отмечали и при других заболеваниях (злокачественная катаральная горячка, лейкоз, септические и асептические воспалительные процессы). В то же время электрофоретическая картина сывороточных белков всегда в той или иной степени изменялась. Очевидно, структуры, ответственные за иммунологическую специфичность белковой молекулы, являются весьма стабильными, и изменение антигенных свойств может быть связано скорее всего с изменением генетического аппарата клеток, синтезирующих белки сыворотки крови.

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРИТРОЦИТОВ

КЛЯЦ А. Я.

Научные руководители: проф. Беренштейн Ф. Я.,
доцент Герветовский А. П.

В настоящее время в литературе имеются данные о стимулирующем действии меди на процесс кровотообразования у животных и людей. Исследования В. О. Линтцель показали, что анемия устраняется добавлением к пище солей меди или путем одновременного добавления солей меди и железа. По данным М. И. Школьника, медь влияет на восстановление крови при значительных кровопотерях.

На наш взгляд, влияние меди на некоторые физико-химические свойства эритроцитов представляет теоретический и практический интерес, так как эритроцитарная система является одной из главных для поддержания жизнедеятельности организма.

В нашей работе исследовалось влияние меди на электрокинетический потенциал, стойкость к кислотному гемолизу, РОЭ и число эритроцитов в крови. В доступной нам литературе данных о влиянии меди на выше-

указанные физико-химические свойства эритроцитов не имеется.

Изучение физико-химических свойств эритроцитов в комплексе представляет интерес для понимания механизма действия меди на процесс кроветворения в целом, так как при различных воздействиях на систему крови первые сдвиги отмечаются в изменении заряда составных частей крови, а электрокинетический потенциал эритроцитов и их количественное содержание определенным образом влияют на РОЭ (А. А. Крылов, 1970).

В литературе имеются данные об изменении электрокинетического потенциала эритроцитов при усилении активности костномозгового кроветворения при прямом электровоздействии, отмечено изменение стойкости эритроцитов к кислотному гемолизу при действии отдельных химических препаратов (И. А. Терсков и др., 1970).

Для определения электрокинетического потенциала использовался микрометод Н. Абрамсона с некоторыми видоизменениями самой камеры и ее термостетирования. Определяли электрофоретическую скорость эритроцитов, а по ней — величину электрокинетического потенциала. Стойкость к кислотному гемолизу определяли по методике, предложенной И. А. Терсковым и И. И. Гительзоном.

Исследования проводились в острых опытах при подкожном введении солей меди (CuSO_4 , CuCl_2) и в хронических — при подкормке кроликов серноокислой медью. Предварительными опытами установили физиологическую норму.

В острых опытах серноокислую медь вводили в дозах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/кг живого веса животного в пересчете на чистый металл. Кровь у подопытных животных исследовали натошак до введения соли и в течение 2, 4, 6 и 24 часов после введения (табл. 1).

Серноокислая медь (табл. 1) повышает как общую стойкость эритроцитов к кислотному гемолизу, так и число высокостойких эритроцитов. Наиболее существенные изменения наблюдаются при дозах 1,0; 1,5 и 2,0 мг/кг живого веса. Например, при дозе 1,5 мг/кг время гемолиза увеличивается по сравнению с исходными данными на 1 минуту, а при дозе 2,0 мг/кг — на 1,5 минуты (рис. 1 и 2). Положение максимума дифференциальной эритрограммы смещалось вправо по сравнению с нормой на 0,5—1 минуту в зависимости от дозы.

Время распада 50% эритроцитов увеличивалось на

Таблица 1

Влияние меди на устойчивость эритроцитов к кислотному гемолизу

Доза, мг/кг	Интервал времени	Длительность процесса гемолиза, мин.	Максимум эритрограммы от начала гемолиза, мин.	Время распада 50% эритроцитов, мин.	Высота максимума эритрограммы, %	Элементы статистической обработки	
						$\pm m$	P
0,5	Норма	6,0	3,5	3,15	21,9	0,1009	—
	Через 2 часа	6,5	4,0	3,25	18,6	0,1889	<0,2
	Через 4 часа	6,5	3,5	3,25	18,9	0,2062	<0,5
	Через 6 часов	6,5	3,5	3,45	17,3	0,2111	<0,5
	Через 24 часа	6,5	4,0	3,40	15,3	0,2062	<0,2
1,0	Норма	6,5	4,0	4,00	18,6	0,1140	—
	Через 2 часа	7,0	5,0	4,35	17,0	0,0825	<0,1
	Через 4 часа	7,0	5,0	4,50	18,3	0,0825	<0,1
	Через 6 часов	7,0	4,0	4,50	16,4	0,1637	<0,1
	Через 24 часа	7,5	5,0	4,90	14,7	0,1889	<0,01
1,5	Норма	6,5	4,5	3,85	17,1	0,0824	—
	Через 2 часа	7,5	5,0	4,35	17,6	0,1315	<0,001
	Через 4 часа	7,5	5,0	4,35	17,2	0,0964	<0,001
	Через 6 часов	7,5	5,0	4,30	18,0	0,0964	<0,001
	Через 24 часа	7,5	5,0	4,50	16,2	0,1459	<0,001
2,0	Норма	7,0	4,5	4,0	21,2	0,2207	—
	Через 2 часа	7,5	5,0	4,40	18,1	0,2492	<0,01
	Через 4 часа	8,0	5,0	4,40	15,6	0,2748	<0,02
	Через 6 часов	8,0	5,0	4,50	15,7	0,2100	<0,05
	Через 24 часа	8,5	5,5	4,80	14,8	0,3194	<0,001

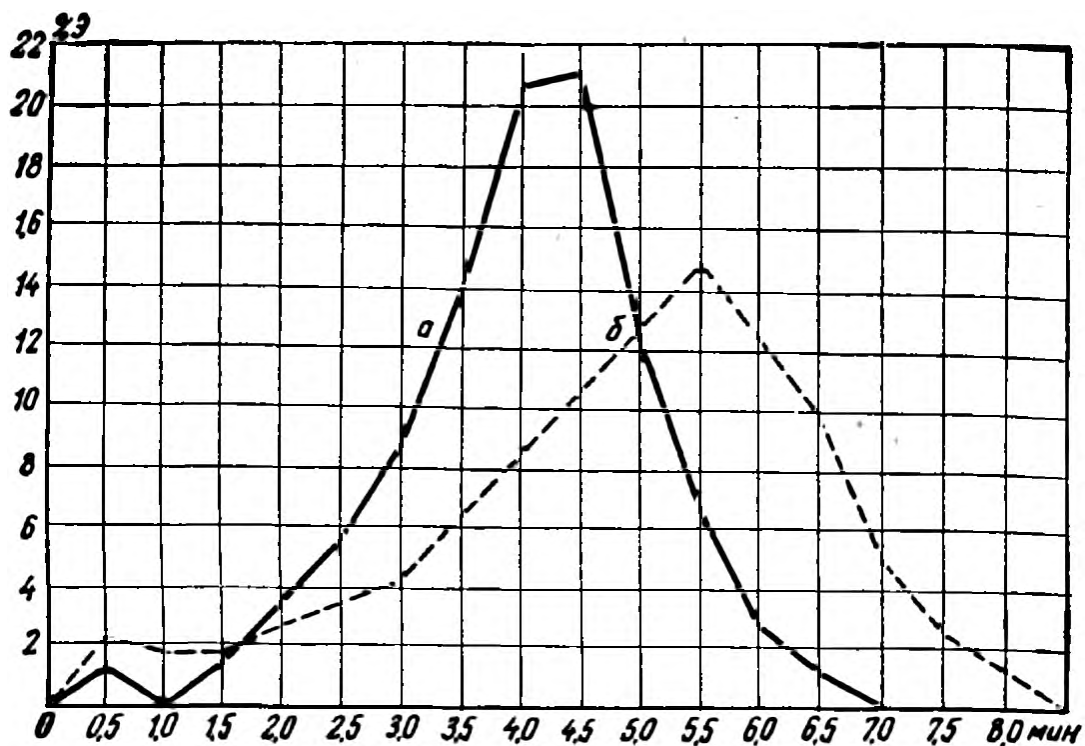


Рис. 1. Распределение эритроцитов по стойкости к кислотному гемолизу у кроликов (дифференциальная эритрограмма):
 а — до введения сернокислой меди; б — через сутки после подкожного введения сернокислой меди в дозе 2,0 мг/кг.

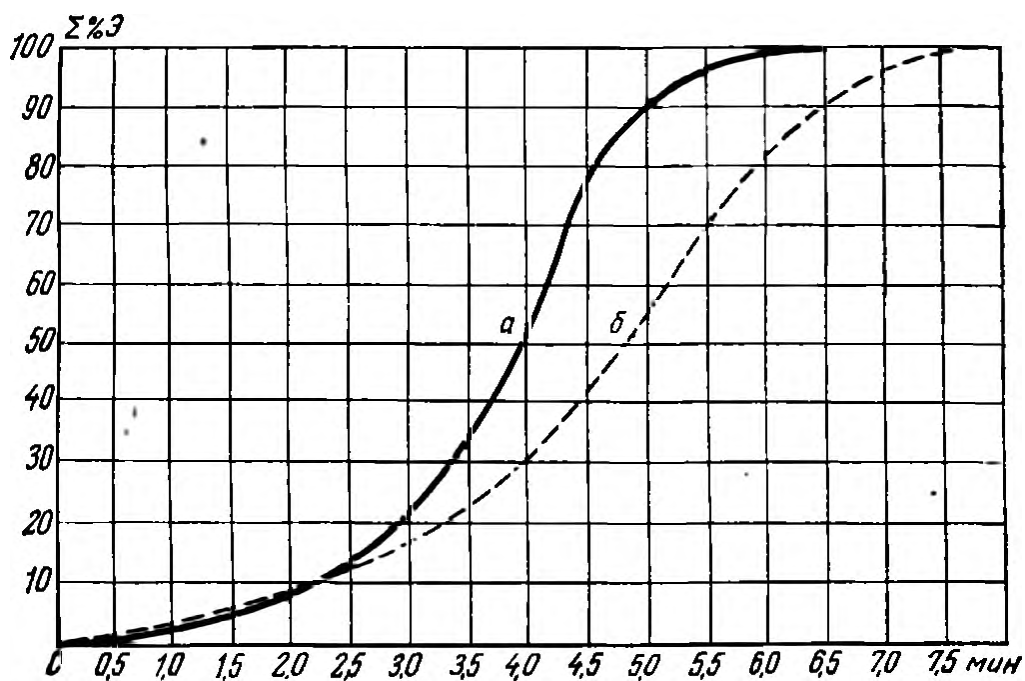


Рис. 2. Распределение эритроцитов по стойкости к кислотному гемолизу у кроликов (интегральная эритрограмма):
 а — до введения сернокислой меди; б — через сутки после подкожного введения сернокислой меди в дозе 2,0 мг/кг.

0,65—0,9 минуты. В большинстве случаев средняя высота максимума эритрограммы уменьшалась за счет увеличения процента высокостойких эритроцитов. При статистической обработке мерой стойкости считали время, в течение которого длился гемолиз. Статистически достоверно изменялась стойкость эритроцитов при инъекциях сернокислой меди в дозе 1,0 мг/кг через сутки после инъекции, а в дозах 1,5 и 2,0 мг/кг — через все промежутки времени, в течение которых проводилось исследование.

Электрокинетический потенциал эритроцитов при установлении физиологической нормы колебался в пределах $7,6 \cdot 10^{-3}$ — $7,8 \cdot 10^{-3}$ в, что в наших опытах соответствует электрофоретической подвижности $0,54 \cdot 10^{-8}$ — $0,56 \cdot 10^{-8}$ м²/в·сек.

Инъекции сернокислой меди увеличивали электрокинетический потенциал эритроцитов. Наиболее ярко выразилось изменение в сторону увеличения при дозе 0,5 мг/кг и статистически достоверно — через разные промежутки времени в течение суток с момента введения соли. При дозе 1,5 мг/кг наибольшее изменение наблюдалось через 2 часа после инъекции соли. Скорость оседания эритроцитов увеличивалась при различных дозах от 20 до 100%. Однако статистически достоверны изменения были лишь при дозе 0,5 мг/кг и частично при дозах 1,0 и 1,5 мг/кг (табл. 2).

Статистически достоверных изменений числа эритроцитов в крови подопытных животных не наблюдалось.

Подкожное введение хлористой меди в дозах 0,5 и 1,0 мг/кг живого веса дало функционально аналогичное изменение вышеуказанных физико-химических свойств эритроцитов.

Из приведенных данных видно, что физико-химические свойства эритроцитов при подкожном введении микроэлемента изменяются быстрее, чем их количество в крови.

Во второй серии опытов изучали влияние меди на физико-химические свойства эритроцитов при длительной подкормке животных сернокислой медью. Опыты проводились на 16 взрослых кроликах весом 3—3,5 кг. Животных разделили на две группы: опытную и контрольную. Опыты проводились по этапам: подготовительный период один, опытный — 3 месяца. Животные получали сбалансированный рацион в вивариуме института. В суточном рационе содержалось 2,633 мг меди. В опыт-

Таблица 2

Влияние меди на электрокинетический потенциал, РОЭ и количество эритроцитов

Доза, мг/кг	Интервал времени	Электрокинетический потенциал, 10^{-3} в	Элемент статистической обработки		РОЭ, мм/час	Элемент статистической обработки		Число эритроцитов, млн. в мм ³	Элемент статистической обработки	
			$\pm m$	P		$\pm m$	P		$\pm m$	P
0,5	Норма	7,74	0,0905	—	0,5	0,0374	—	5200	0,1414	—
	Через 2 часа	9,03	0,1449	<0,001	0,8	0,0866	<0,05	4900	0,1463	<0,2
	Через 4 часа	9,56	0,3240	<0,001	0,9	0,1063	<0,01	4800	0,1233	<0,01
	Через 6 часов	9,24	0,1962	<0,001	0,8	0,0424	<0,01	5000	0,1726	<0,5
	Через 24 часа	9,73	0,1752	<0,001	1,0	0,1363	<0,01	4900	0,2088	<0,5
1,0	Норма	8,73	0,3728	—	0,7	0,0548	—	4900	0,2126	—
	Через 2 часа	8,41	0,4135	>0,5	1,0	0,0742	<0,02	4700	0,1483	<0,5
	Через 4 часа	9,71	0,2309	<0,1	0,9	0,0866	<0,1	4800	0,2105	>0,5
	Через 6 часов	9,64	0,2540	<0,1	0,8	0,0660	<0,5	4500	0,1311	<0,2
	Через 24 часа	9,07	0,3714	>0,5	1,0	0,1439	<0,1	4500	0,2236	<0,5
1,5	Норма	7,67	0,0742	—	0,5	0,0548	—	4700	0,2332	—
	Через 2 часа	10,15	0,2439	<0,001	0,8	0,1020	<0,05	4700	0,2844	>0,5
	Через 4 часа	8,40	0,2632	<0,05	0,7	0,0600	<0,05	4600	0,2373	>0,5
	Через 6 часов	7,98	0,2571	<0,5	0,6	0,0424	<0,2	4800	0,2300	>0,5
	Через 24 часа	7,32	0,1232	<0,05	0,9	0,1000	<0,01	4600	0,2853	>0,5
2,0	Норма	7,72	0,2598	—	0,8	0,1516	—	4500	0,2716	—
	Через 2 часа	8,10	0,2516	<0,5	0,8	0,1044	>0,5	4500	0,2175	>0,5
	Через 4 часа	7,75	0,1449	>0,5	0,8	0,0480	>0,5	4600	0,1874	>0,5
	Через 6 часов	8,07	0,2047	<0,5	0,6	0,0400	<0,5	4500	0,2256	>0,5
	Через 24 часа	7,40	0,2047	<0,5	0,9	0,1315	>0,5	4400	0,1876	>0,5

ный период кролики опытной группы, кроме основного рациона, ежедневно получали сернокислую медь в дозе 1,0 мг/кг живого веса из расчета на чистый металл.

Кровь у животных для исследования брали в опытный период в среднем один раз в десять суток. Результаты исследований дают возможность сделать следующие выводы (табл. 3). Под действием сернокислой меди как при подкожном введении, так и при подкормке повышается стойкость эритроцитов к кислотному гемолизу, увеличивается число высокостойких эритроцитов. Длительность гемолиза у кроликов опытной группы по

Таблица 3

Изменение физико-химических свойств эритроцитов при длительной подкормке животных сернокислой медью

Интервал времени	Контрольная группа				Опытная группа		
	Длительность гемолиза, мин. от начала	Положение максимума эритрограммы, мин.	Время распада эритроцитов, мин.	Высота максимума эритрограммы, %	Длительность гемолиза, мин.	Положение максимума эритрограммы, мин.	Время распада 50% эритроцитов, мин.
17/XII 1969 г.	7,0	4,5	4,05	21,7	7,5	4,5	4,10
24/XII 1969 г.	7,0	4,5	4,10	22,5	7,5	4,5	4,00
7/I 1970 г.	7,0	4,5	4,00	25,1	6,5	4,5	3,90
14/I 1970 г.	6,5	4,5	4,00	24,7	7,0	4,5	4,15
Средняя эритрограмма	7,0	4,5	4,05	23,5	7,5	4,5	4,00
1970 г.							
4/II	7,0	4,5	4,15	16,8	8,0	5,0	5,10
16/II	7,5	4,5	3,85	17,0	8,5	5,0	4,75
3/III	7,0	5,0	4,15	17,5	8,0	5,5	4,90
13/III	7,0	4,5	4,25	21,2	8,5	5,5	4,85
24/III	7,5	4,5	4,25	18,3	8,5	5,5	4,90
3/IV	7,0	4,5	4,10	21,5	8,0	5,5	4,90
13/IV	7,0	4,5	4,20	19,4	8,0	5,0	4,50
23/IV	7,0	4,5	4,00	15,7	8,0	5,0	4,40
Средняя эритрограмма	7,5	4,5	4,10	18,3	8,5	5,0	4,90
Элемент статистической обработки	± m	0,0787	—	—	—	0,0916	—
	P	<0,5	—	—	—	<0,01	—

сравнению с подготовительным периодом увеличилась с 7,5 до 8,5 минуты. Изменение статистически достоверное. Соответственно положение максимума эритрограммы смещалось с 4,5 до 5,0—5,5 минуты, время распада 50% эритроцитов увеличилось с 4,0 до 4,9 минуты (рис. 3 и 4). В контрольной группе подобных изменений не наблюдалось.

Таблица 4

Изменение электрокинетического потенциала эритроцитов при длительных подкормках солями меди

Интервал времени	Контрольная группа			Опытная группа			
	Электрокинетический потенциал, 10^{-3} в	РОЭ, мм/сутки	Число эритроцитов, млн/мм ³	Электрокинетический потенциал, 10^{-3} в	РОЭ, мм/сутки	Число эритроцитов, млн/мм ³	
17/XII 1969 г.	8,10	15	5,1	8,03	22	5,1	
21/XII 1969 г.	8,23	23	5,0	7,93	18	5,5	
7/I 1970 г.	7,97	17	5,2	7,68	16	5,2	
14/I 1970 г.	8,00	18	5,0	8,31	18	5,1	
Среднее значение	8,08	18,3	5,1	8,01	18,5	5,2	
1970 г.							
4/II	8,40	26	5,2	8,26	24	5,7	
16/II	8,54	31	5,1	8,54	19	5,9	
3/III	7,84	34	5,2	7,98	29	6,0	
13/III	7,98	29	5,3	9,66	24	6,2	
24/III	7,98	24	5,2	9,94	19	6,3	
3/IV	7,98	31	5,3	9,94	29	6,5	
13/IV	7,98	46	5,3	10,36	36	6,2	
23/IV	7,70	31	5,2	8,40	31	6,3	
Среднее значение	8,05	31,5	5,2	9,14	27,6	6,1	
Элемент статистической обработки	$\pm m$	0,0990	2,3537	0,0346	0,3286	2,1541	0,0916
	P	>0,5	<0,001	>0,05	<0,02	<0,01	<0,01

Электрокинетический потенциал изменялся в сторону увеличения и за 10 суток до конца опытного периода достиг максимального значения — $10,36 \cdot 10^{-3}$ в. Изменение статистически достоверное (табл. 4). В контрольной группе среднее значение электрокинетического потенциала не изменилось.

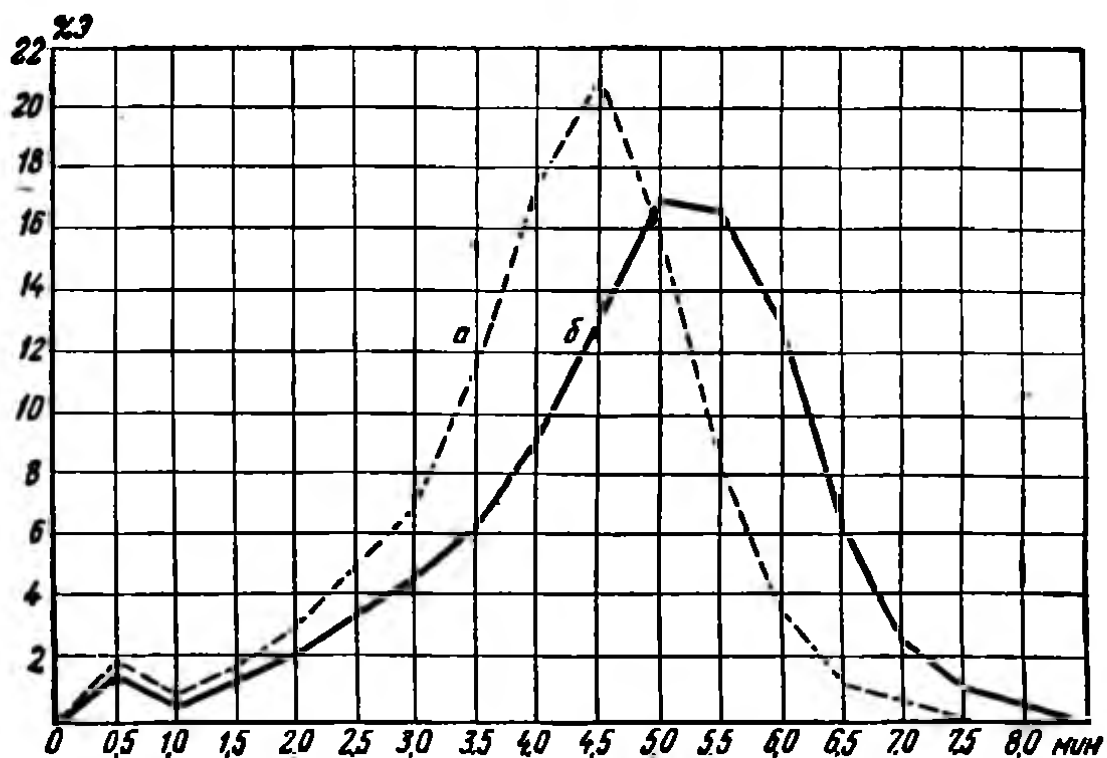


Рис. 3. Распределение эритроцитов по стойкости к кислотному гемолизу у кроликов (дифференциальная эритрограмма):
a — норма; *b* — после длительного скармливания кроликам сернокислой меди.

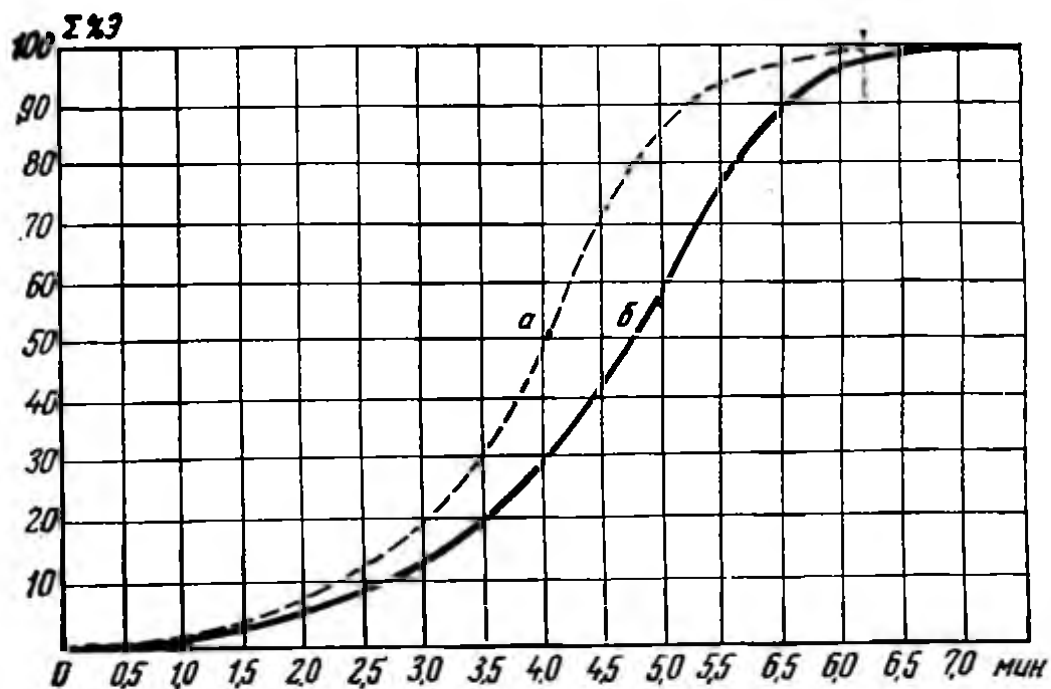


Рис. 4. Распределение эритроцитов по стойкости к кислотному гемолизу у кроликов (интегральная эритрограмма):
a — норма; *b* — после длительного скармливания кроликам сернокислой меди.

Изменения скорости оседания эритроцитов наблюдали как в контрольной, так и в опытной группе, что, очевидно, не связано с влиянием меди.

Число эритроцитов в крови опытных животных увеличилось в среднем на 17,3%, в то время как в контрольной группе существенных изменений по сравнению с подготовительным периодом не наблюдалось.

Из приведенных данных видно, что подкормка животных солями меди влияет на вышеуказанные физико-химические свойства эритроцитов и их число в крови. Причем максимальное влияние на разные физико-химические свойства происходит через неодинаковые промежутки времени от начала подкормки, что видно из таблиц 3 и 4. Некоторое уменьшение изменений физико-химических свойств эритроцитов к концу опытного периода, очевидно, связано с адаптацией организма к подкормке.

РОЛЬ ТИТАНА В ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПРОЦЕССАХ И ВЗАИМООТНОШЕНИЕ ЕГО С МЕДЬЮ В ОРГАНИЗМЕ КРОЛИКОВ

КОРНЕЙКО А. В., НИКАНДРОВ В. Н.

Титан широко распространен в биосфере, но в связи с плохой растворимостью его соединений в почве, в растениях и животных его содержание невелико (В. И. Вернадский, 1937).

В организме человека и животных титан обнаружен во всех тканях и органах, но наибольшее количество его содержится в печени, головном мозгу, эпителиальных образованиях и в железах внутренней секреции (А. О. Войнар, 1953; Ю. Г. Антонов, 1959; А. Микоша, 1959; В. А. Дельва, 1966; Л. А. Князева, 1970 и др.).

Содержание титана и характер его распределения в организме обусловлены физиологическим состоянием и функциональной активностью нервной и эндокринной систем (В. Р. Сорока, 1965; А. О. Войнар, В. Р. Сорока, Е. В. Сабадаш, 1966; В. А. Леонов, Т. Л. Дубина, 1966; В. Сабадаш, 1966, 1969 и др.).

Литературные данные о биологической роли титана немногочисленны. Исследованиями А. О. Войнар и А. Е. Гиленсон (1949) установлено, что в крови титан находится в связанном состоянии с белками, главным