

АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЭНЕРГЕНА

А.М. САМОТИН,

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры терапии,

Н.Е. ПАПИН,

доктор биологических наук, профессор,

С.А. СЕМЬЯНОВ,

аспирант, Воронежский ГАУ им. К.Д. Глинки

Ключевые слова: *энерген, нитраты, нитриты, токсикоз, адсорбционные свойства.*

Накопление тяжёлых металлов в воде и растениях, широкое распространение плесневых грибов и их постоянное присутствие в комбикормах приводит к возникновению у животных скрытых токсикозов, вследствие чего снижается продуктивность и качество продуктов животноводства [1].

Лечение скрытых токсикозов довольно дорого, не всегда эффективно, особенно вследствие кумуляции токсинов. Поэтому в экологически неблагоприятных промышленных регионах страны и при широком распространении микотоксинов в кормах более эффективны профилактические меры, в частности, систематическое применение сорбентов [2].

В качестве сорбентов в ветеринарии используют при отравлениях и их профилактике древесный уголь, энтеросорб, силикогели, бентониты, цеолиты, целлюлозу.

В последние годы в ветеринарии для лечения некоторых заболеваний животных и профилактики токсикозов применяют гуминовые препараты лигфол, гуматы натрия и калия, гидрогумат, гумок-

син, гувитан, полифан и энергены [3].

Из указанных гуминовых препаратов энерген, получаемый из бурых углей, экологически чист, не токсичен для теплокровных животных, содержит определённую концентрацию гуминовых веществ.

Учитывая данные литературы о высокой энтеросорбции и дезинтоксикации гуматов, целью наших исследований было определение адсорбционных свойств энергена [4].

Оценку адсорбционной способности энергена проводили: 1) химическим методом по кристаллическому йоду; 2) методом серийных разведений с использованием в качестве адсорбируемых токсикантов нитрита и нитрата калия; 3) на лабораторных животных с применением нитрита и нитрата калия.

1. Адсорбционная способность энергена по кристаллическому йоду

На лабораторных весах брали предварительно высушенную навеску энергена в количестве 0,3 г и помещали в коническую колбу вместимостью 250 см³.

394087, г. Воронеж,

ул. Мичурина, 1;

тел. 8 (4732) 53-86-5



Навеску препарата обрабатывали 2 мл йодного раствора, который затем вносили в колбу с помощью пипетки. Образец и раствор тщательно перемешивали и вносили в колбу с помощью пипетки насыщенный раствор сульфата натрия в количестве 100 мл.

Колбу и её содержимое термостатировали при температуре 20±0,2°С в течение 1 часа. После термостатирования и отстаивания из колбы пипеткой отбирали 25 мл не содержащего остатка раствора и переносили в коническую колбу вместимостью 250 см³. Концентрацию йода, не адсорбированного образцом энергена, определяли титрованием 0,02н раствором тиосульфата натрия.

Расчёт количества йода, адсорбированного образцом энергена, производили по формуле:

$$X = (a - b) \cdot 4 \text{ К Ч С} : \text{Н мг J} / \text{г энергена},$$

где a – объём 0,02н раствора тиосульфата натрия, израсходованного на холостой опыт, мл;

b – объём 0,02н раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование раствора с образцом энергена, мг;

K – отношение общего объёма раствора к объёму титруемой пробы,

***Energen, nitrates,
nitrites, toxicosis,
adsorption properties.***

$K=4,08$;

C – количество титруемого йода на литр титруемого раствора тиосульфата натрия, $C=2,54$ г/л;

H – навеска энергена, г.

Согласно данной методике было проведено 3-кратное определение адсорбционной способности по кристаллическому йоду партии энергена.

В результате проведённых исследований установлено: в первом определении адсорбционная способность по йоду 67,0 мг J_2 /г энергена, во втором – 67,2 мг J_2 /г энергена, в третьем – 67,6 мг J_2 /г энергена.

То есть среднее количество йода, адсорбированного энергеном, обладает высокой адсорбционной способностью,

так как согласно нормативным требованиям адсорбционная способность по йоду (мг J_2 /г энергена) должна составлять не менее 40.

2. Эффективность энергена при адсорбции нитратов и нитритов

При проведении эксперимента брали серию стандартных растворов с различным содержанием нитрата калия и к каждому из них прибавляли энерген в количестве 200 мг. Результаты исследований, представленные в таблице 1, указывают, что препарат энерген обладает адсорбционной способностью и связывает нитрат-ионы в зависимости от его концентрации на 68% и выше.

Опыты также были проведены с серией стандартных растворов с различ-

ным содержанием нитрата натрия. К каждому из растворов прибавляли энерген. Результаты исследований представлены в таблице 2.

В проведённых экспериментах с серией стандартных растворов нитрата натрия установлено, что энерген обладает высокой адсорбционной способностью нитрит-ионов и эффективность его достигает 70-100%.

3. Эффективность энергена при острой интоксикации белых крыс соединениями азота

Исследования по изучению эффективности энергена для адсорбции нитратов и нитритов были проведены в остром опыте на половозрелых крысах с массой 220-240 г. По принципу парных аналогов было сформировано для каждой серии опытов 3 группы по 10 особей в каждой.

В первой серии проводили изучение адсорбционной способности энергена при нитратной нагрузке организма по следующей схеме:

- 1-я группа животных содержалась на обычном рационе и являлась контрольной;
- 2-й группе в рацион вводили нитрат калия в дозе 1000 мг/кг массы тела;
- 3-й группе в рацион вводили нитрат калия в дозе 1000 мг/кг и энерген в дозе 1 г/кг.

В течение опыта за грызунами вели клиническое наблюдение, учитывали степень тяжести проявления нитратного токсикоза, выживаемость крыс, проводили клинико-биохимические исследования крови. Результаты клинического исследования представлены в таблице 3.

Первые признаки интоксикации наблюдались у 50% животных 2-й группы спустя 15-20 минут и характеризовались резким возбуждением грызунов, сменяющимся постепенным угнетением, общей слабостью. Через 12 часов отмечали снижение аппетита, цианоз слизистых оболочек, признаки сердечной и дыхательной недостаточности, усиление диуреза, понижение температуры тела. По истечении 48 часов скармливания корма с нитратом калия у животных развивалась кахексия, наблюдался цианоз хвоста, лап, ушей, тремор мышц; животные погибали.

В 3-й группе спустя 15-20 минут клинические признаки отравления наблюдали у 3 особей, что составило 30% от общего поголовья; при этом наблюдали увеличение жажды (полидипсия), синюшность слизистых оболочек. В дальнейшем симптомы интоксикации исчезали; животные выздоравливали. В течение опыта проводили клинико-биохимические исследования крови в различные сроки после введения препарата. Результаты представлены в таблице 4.

Из данных таблицы 4 видно, что по всем приведённым показателям в 3-й группе полученные значения существенно не отличались от показателей контрольной. Через 12 часов наблюдали незначительное снижение количества эритроцитов (до $6,90 \pm 0,24$) и гемоглоби-

Таблица 1

Эффективность энергена при адсорбции нитратов

№ проб	Содержание NO_3 , мг (нитрат калия)	Содержание NO_3 , мг + энерген 200 мг
1	0,000	0,000
2	0,040	0,000
3	0,060	0,000
4	0,100	0,020
5	0,200	0,040
6	0,300	0,160
7	0,400	0,165
8	0,600	0,200

Таблица 2

Эффективность энергена при адсорбции нитритов

№ проб	Содержание NO_2 , мг (нитрит калия)	Содержание NO_2 , мг + энерген 200 мг
1	0,001	0,000
2	0,002	0,000
3	0,003	0,000
4	0,004	0,000
5	0,005	0,0010
6	0,006	0,0015
7	0,007	0,0020
8	0,008	0,0025
9	0,009	0,003
10	0,010	0,003

Таблица 3

Эффективность энергена при остром нитратном токсикозе белых крыс

Группы	Доза KNO_3 , мг/кг	Доза энергена, г/кг	Количество животных, гол.		Степень проявления интоксикации
			выжило	пало	
1	-	-	10	0	-
2	1000	-	3	7	тяжёлая
3	1000	1	10	0	лёгкая

Таблица 4

Показатели крови белых крыс контрольной группы (гр. 1), получавших KNO_3 (гр. 2) и энерген с KNO_3 (гр. 3)

Показатели	Группа	Срок исследования			
		20 минут	12 часов	48 часов	14 дней
Эритроциты, $10^{12}/л$	1	$7,32 \pm 0,18$	$7,45 \pm 0,40$	$7,45 \pm 0,16$	$6,98 \pm 2,34$
	2	$6,88 \pm 0,21$	$6,37 \pm 0,12^*$	$5,67 \pm 0,13^*$	-
	3	$7,24 \pm 0,40$	$6,90 \pm 0,24$	$7,69 \pm 0,86$	$8,94 \pm 1,70$
Гемоглобин, г/л	1	$147,4 \pm 2,3$	$140,8 \pm 13,3$	$143,4 \pm 0,2$	$145,0 \pm 0,9$
	2	$132,6 \pm 12,2$	$124,4 \pm 1,9^*$	$122,2 \pm 0,8^*$	-
	3	$138,0 \pm 2,9$	$138,0 \pm 1,6$	$140,4 \pm 0,6$	$142,4 \pm 1,2$
Метгемоглобин, %	1	$1,8 \pm 0,9$	$1,8 \pm 0,9$	$2,4 \pm 1,3$	$1,3 \pm 0,4$
	2	$14,6 \pm 0,5$	$27,9 \pm 0,2^*$	$27,5 \pm 1,9^*$	-
	3	$4,92 \pm 0,30$	$5,37 \pm 0,60$	$5,00 \pm 0,10$	$3,23 \pm 0,40$
Содержание NO_3 , мг/кг	1	$2,12 \pm 0,40$	$2,00 \pm 1,60$	$2,40 \pm 0,60$	$2,00 \pm 0,80$
	2	$10,21 \pm 0,10^*$	$13,20 \pm 1,20^*$	$16,10 \pm 2,40^*$	-
	3	$8,10 \pm 2,10^*$	$9,9 \pm 2,10^*$	$9,60 \pm 0,30$	$5,40 \pm 1,70$

$P < 0,05$ – разница достоверна.

на (до $138,0 \pm 1,64$ г/л) по сравнению с контрольными показателями ($7,45 \pm 0,4$ 10^{12} /л и $140,8 \pm 13,3$ г/л). Концентрация метгемоглобина в этой группе составила 5%, а концентрация нитрат-ионов в крови хотя и повысилась до $9,9 \pm 2,1$ мг/кг через 12 часов, но не изменялась спустя и 48 часов после.

Во второй же группе отмечается резкое снижение числа эритроцитов: через 20 минут – до $6,88 \pm 0,21$, через 12 часов – до $6,37 \pm 0,12$ ($P < 0,05$) и до $5,67 \pm 0,13$ – на 2-е сутки. Отмечено и резкое повышение концентрации метгемоглобина (до $27,5 \pm 0,2\%$; $P < 0,001$), которое оставалось на высоком уровне до конца опыта. Содержание нитрат-ионов в течение всего периода проведения опыта увеличивалось и достигало максимума через 48 часов ($16,1 \pm 2,4$ мг/кг; $P < 0,01$).

К концу опыта по мере выведения нитратов из организма концентрация гемоглобина у животных, получавших энерген, повысилась до $142,4 \pm 1,2$ г/л ($P < 0,01$), а метгемоглобина – понизилась до 3% ($P < 0,01$) в отличие от показателей животных 2-й опытной группы.

Всех животных, погибших в течение опыта, подвергли патологоанатомическому вскрытию. Оставшиеся в живых крысы были декапитированы. При вскрытии обнаружено, что у животных 2-й группы кровь не свернувшаяся, тёмно-красного цвета, атрофия селезёнки, лимфатических узлов, печень увеличена, мраморно окрашенная, кахексия. У животных 3-й группы резко выраженных изменений не обнаружено.

На основании клинических, патологоанатомических, гематологических показателей судили о степени проявления интоксикации. У животных 2-й группы она характеризовалась как тяжёлая.

Во второй серии опытов была изучена адсорбционная способность энергена при остром токсикозе белых крыс нитритом калия.

1-я группа крыс – контрольная – препаратов не получала. 2-й группе вводили нитрит калия в количестве 10 мг/кг. 3-я группа крыс получала KNO_2 10 мг/кг и энерген 1 г/кг.

Результаты исследований представлены в таблицах 5 и 6.

При нитритной интоксикации у крыс 2-й группы через 20 минут после введения токсического агента развивалась стойкая синюшность, шерстный покров терял блеск, становился матовым. У опытных животных отмечали общую слабость, нарушение координации движения. Расстройство со стороны органов дыхания характеризовалось следу-

ющими признаками: дыхание становилось учащённым и поверхностным. Наблюдалось увеличение перистальтики (поносы). По истечении 48 часов регистрировали гибель 8 животных.

В 3-й группе клиническая картина нитритного токсикоза была более сглаженной: наблюдалось незначительное угнетение двигательной активности животных, цианотичность слизистых оболочек и кожи отсутствовала. У некоторых особей дыхание было учащённым, наблюдали усиление перистальтики, характеризующееся поносами. К 14-му дню проведения опытов в этой группе из 10 животных осталось в живых 8 голов (табл. 5).

При анализе гематологических показателей белых крыс (табл. 6), получавших нитрит калия (гр. 2) или нитрит калия с энергеном (гр. 3), установлено положительное влияние энергена как адсорбента при нитритной интоксикации. Так, при введении крысам нитрита калия без применения энергена через 20 минут у животных этой группы снижалось количество эритроцитов на 17,7%, гемоглобина – на 8,4% при повышении содержания метгемоглобина на 17,6% и нитрит-ионов – в 4 раза, тогда как применение энергена предотвращало такие существенные проявления интоксикации. У животных 3-й группы через 20 минут после введения нитрита калия с энергеном содержание эритроцитов по сравнению с контрольной группой уменьшилось недостоверно лишь на 16,4%, гемоглобина – на 8,4% при по-

вышении метгемоглобина только в 6,9 раза, а нитрит-ионов – в 1,9 раза.

Через 12-48 часов после введения нитрита калия во 2-й группе проявлялись ещё более существенные признаки интоксикации. Так, было ещё более снижено содержание эритроцитов (на 31,0-35,8%) и гемоглобина (на 15,4-14,2%) и повышено количество метгемоглобина на 5,3-5,2% и нитрит-ионов – в 10,0-10,5 раза.

У животных, получавших нитрит калия одновременно с энергеном, по мере адсорбции токсиканта и выведения его из организма белых крыс оптимизировались и гематологические показатели. Так, через 12 и 48 часов после введения препаратов (токсиканта и энергена) у животных количество эритроцитов и гемоглобина существенно не отличалось от такового у контрольных крыс; содержание метгемоглобина и нитрит-ионов было ниже, чем во 2-й группе, на 21,1% и 34,7% соответственно. На 14-е сутки все изучаемые показатели животных 3-й группы были одинаковыми с таковыми в контроле.

Выводы

Энерген обладает адсорбционной способностью, способствуя фармакокоррекции уровня нитратов и нитритов в воде и в организме животных.

Применение энергена уменьшает содержание метгемоглобина и оптимизирует гематологические показатели животных при нитратных и нитритных токсикозах.

Таблица 5

Эффективность энергена при остром нитритном токсикозе белых крыс

Группы	Доза KNO_2 , мг/кг	Доза энергена, г/кг	Количество животных, гол.		Степень проявления интоксикации
			выжило	пало	
1	-	-	10	0	-
2	10	-	2	8	тяжёлая
3	10	1	10	0	лёгкая

Таблица 6

Показатели крови белых крыс контрольной группы (гр. 1), получавших KNO_2 (гр. 2) и энерген с KNO_2 (гр. 3)

Показатели	Группа	Срок исследования			
		20 минут	12 часов	48 часов	14 дней
Эритроциты, 10^{12} /л	1	$7,46 \pm 0,30$	$7,24 \pm 0,10$	$7,32 \pm 0,10$	$7,54 \pm 3,20$
	2	$6,14 \pm 0,23^*$	$5,00 \pm 0,80^*$	$4,70 \pm 0,20^*$	-
	3	$6,24 \pm 0,40$	$6,80 \pm 0,10$	$6,90 \pm 0,10$	$7,20 \pm 2,30$
Гемоглобин, г/л	1	$144,4 \pm 1,3$	$144,4 \pm 1,6$	$140,3 \pm 0,8$	$142,2 \pm 1,3$
	2	$132,3 \pm 0,9$	$122,3 \pm 1,6^*$	$119,6 \pm 2,7^*$	-
	3	$138,2 \pm 0,6$	$138,6 \pm 1,3$	$142,8 \pm 1,6$	$145,6 \pm 2,4^*$
Метгемоглобин, %	1	$1,3 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,3$	$2,1 \pm 1,4$
	2	$18,90 \pm 0,40^*$	$27,71 \pm 1,30^*$	$33,75 \pm 1,40^*$	-
	3	$8,23 \pm 0,10^*$	$6,60 \pm 0,7^*$	$6,50 \pm 0,20^*$	$2,80 \pm 1,30$
Содержание NO_3 , мг/кг	1	$3,7 \pm 0,2$	$1,2 \pm 1,3$	$1,1 \pm 0,4$	$0,9 \pm 0,5$
	2	$14,6 \pm 0,3$	$12,7 \pm 1,4$	$10,7 \pm 0,2$	-
	3	$7,2 \pm 1,8$	$8,3 \pm 2,1$	$8,2 \pm 1,2$	$4,2 \pm 0,3$

$P < 0,05$ – разница достоверна.

Литература

1. Рабинович М. И., Черетских И. В., Котов А. Н., Лавров Н. М. Содержание тяжёлых металлов в объектах окружающей природной среды и в организме крупного рогатого скота зоны Южного Урала // Экологические проблемы патологии, фармакологии и терапии животных : м-лы Междунар. коорд. совещ. Воронеж, 1997. С. 246-248.
2. Смирнов А. М. Экологические проблемы ветеринарной медицины и пути их решения // Экологические проблемы патологии, фармакологии и терапии животных : м-лы Междунар. коорд. совещ. Воронеж, 1997. С. 8-12.
3. Самотин А. М., Беляев В. И., Богословский В. Н. Агротехнологии будущего. Применение гуминовых препаратов в животноводстве и ветеринарии. М. : Грин, 2006. 85 с.
4. Хотимченко Ю. С., Кропотов А. В. Применение энтеросорбентов в медицине // Тихоокеанский медицинский журнал. 1999. № 2. С. 84-89.