

Влияние различных форм микроэлементов на избирательное депонирование брома в органах и тканях

Д.Л. Арсанукаев, д.б.н., профессор, Х.М. Зайналабдиева, к.б.н., ФГБОУ ВО Чеченский ГУ; А.А. Шидаева, аспирантка, ФГБОУ ВО Грозненский ГНТУ

Физиолого-биохимическая роль условно-эссенциального микроэлемента брома ещё мало изучена. Более того, бром не относится к обязательно нормируемым минеральным элементам в суточном рационе человека и животных, хотя установлено его участие в активизации пепсина в желудочном соке, липазы и амилазы поджелудочной железы, которые обеспечивают гидролитическую деполимеризацию белков, жиров и углеводов в разных отделах гастроэнтеральной системы. К тому же, в медицине и ветеринарии широко применяются лекарственные препараты, содержащие соединения брома, в частности, комплексные препараты, оказывающие выраженное седативное, снотворное и противосудорожное действие [1–3].

На основании многочисленных авторитетных научных исследований установлено, что ионы брома оказывают ингибирующее действие на функциональную деятельность щитовидной железы из-за наличия одностороннего антагонистического взаимоотношения к микроэлементу йоду, который входит в состав тироидных гормонов [4–6].

Организованные нами экспериментальные исследования по ингридированию различных форм и дозировок микроэлементов в суточный рацион выращиваемых поросят крупной белой породы вызвал определённый интерес для проведения сопряжённого исследования уровня и селективного

накопления условно эссенциального микроэлемента брома в критических органах и тканях.

Материал и методы исследования. В целях реализации концепции экспериментального исследования методом пар-аналогов нами были созданы четыре подопытные группы поросят с учётом породы, возраста, пола, живой массы и физиологического состояния. Детализированное нормирование трофического материала рациона, в том числе его макро- и микроэлементный состав, в динамике экспериментального исследования проводили согласно требованиям «Норм и рационов кормления сельскохозяйственных животных» ВИЖа [7]. Кормление исследуемых поросят проводили три раза в сутки, в рацион ингридировали различные формы микроэлементов железа, меди, кобальта, цинка, марганца и йода после тщательной гомогенизации в составе молока, а в дальнейшем по мере роста и развития – в составе комбикорма.

Продолжительность экспериментального периода составила 10 месяцев. По завершении опыта был организован убой исследуемых животных в забойном пункте учебно-опытного хозяйства Тверской государственной сельскохозяйственной академии. Полученный биоматериал исследовали рентгенофлуоресцентным методом анализа с использованием полупроводниковой спектрометрии для установления концентрационного статуса макро-, микро- и ультрамикроэлементов в следующих органах и тканях: кровь, печень, селезёнка, панкреас, сердце, лёгкие, почки, щитовидная железа, длинная мышца спины, запястье, последние

1. Схема опыта, n=10 в группе

Группа	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Рацион кормления	основной (ОР)	ОР + неорганические соли железа, меди, кобальта, цинка, марганца, йода	ОР + комплексонаты ЭДТА железа, меди, кобальта, цинка, марганца + йодида калия	ОР + комплексонаты ЭДДЯК железа, меди, кобальта, цинка, марганца + йодида калия

Примечание: ЭДТА – этилендиаминтетраацетат; ЭДДЯК – этилендиаминдиянтарная кислота

ребра, хвостовые позвонки, желудок, тонкий и толстый отделы кишечника. Место проведения анализов – ВНИИМЗ (Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорации земель), пос. Эмаус, Тверская область.

Согласно схеме опыта (табл. 1) животные I контрольной гр. в хронологическом диапазоне эксперимента находились на основном рационе, где на основании химического анализа ингредиентов рациона был выявлен частичный дефицит и диспаритет изучаемых микроэлементов (железо, медь, кобальт, марганец, цинк и йод). Поросята II опытной гр. получали к основному рациону дефицитное и оптимизирующее количество тех же микроэлементов в виде неорганических солей (сульфатные и хлористые). Особи III опытной гр. получали идентичное количество микроэлементов и в том же композиционном составе, что и II гр., но в хелатированной форме с этилентетраацетатом (ЭДТА), IV гр. – в аналогичном составе и то же количество комплексонатов микроэлементов, но на основе этилендиаминдиянтарной кислоты (ЭДДЯК). Количество исследуемых поросят составило всего 40 гол., по 10 гол. в каждой группе. К забою подвергли 12 гол., т.е. по 3 из каждой группы.

Результаты исследования. Индикация концентрационного статуса брома в крови исследуемых животных является убедительным доказательством абсорбционной устойчивости и активности данного элемента из гастроэнтеральной системы [3, 8].

2. Содержание брома в крови поросят, мг/кг сухого вещества ($X \pm Sx$)

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Кровь	4,62±0,236	5,23±0,393*	6,06±0,499***	6,29±0,510***

Примечание: *P>0,95; ***P>0,999

Согласно данным таблицы 2 содержание брома в крови животных контрольной группы составляло 4,62±0,236, II опытной гр. – 5,23±0,393, III – 6,06±0,499 и IV – 6,29±0,510 мг/кг сухого вещества. Наблюдалось заметное увеличение элемента брома в крови поросят опытных групп относительно контрольной группы. Данное преобладание составляло во II опытной гр. на 13,2%, в III – на 31,2% и в IV опытной группе –

на 36,1% по сравнению с контрольной группой. Полученные результаты в III и IV опытных гр. носят высокодостоверный характер (P>0,999) относительно интактной группы. При сравнении данных контрольной группы и группы, где к ОР добавляли неорганические соли, также отмечалась концентрационная асимметрия с достоверным преобладанием в пользу II опытной гр. Полученная нами факториальная статистика, на наш взгляд, убедительно свидетельствует об улучшении метаболической конверсии и статуса экосистемы в тех группах, где в рацион животных включали целый набор эссенциальных микроэлементов в различных физико-химических формах, особенно в виде комплексонатов. Следовательно, повышение биологической ценности рациона путём алиментирования жизненно необходимых микроэлементов – железа, меди, кобальта, марганца, цинка в виде комплексонатов (ЭДТА и ЭДДЯК), сопряжённо повышает извлечение из различных полимерных соединений трофического материала и абсорбционную миграцию из гастроэнтеральной системы в систему крови. Тем более, что бром, имея анионную форму, после освобождения из соединений органических и неорганических форм абсорбируется беспрепятственно. Известно также, что концентрационный гомеостаз брома регулируется ренальной экскреторной системой, когда абсорбция его в трофической системе тесно связана с мобильной формой и концентрационным статусом.

Галоид бром относится к условно-эссенциальным элементам. Согласно литературным данным, избирательное накопление этого элемента происходит главным образом в почках, гипофизе, щитовидной железе [9, 10]. По результатам нашего исследования естественный натуральный фон резервирования брома осуществлялся у поросят контрольной группы, в то время как у животных опытных групп, в рацион которых были ингридированы микронутриенты в неорганической и органической формах, эта последовательность менялась, особенно по уровню накопления и резервирования (табл. 3).

По уровню содержания брома изученные нами органы и ткани животных контрольной группы находились в следующей последовательности убывания: селезёнка, панкреас, лёгкие, почки, щитовидная железа, печень, желудок, запястье, длиннейшая мышца спины, последнее ребро, тонкий отдел кишечника, толстый отдел кишечника, хвостовые позвонки.

У поросят II опытной гр., в рацион которых алиментированы неорганические формы эссен-

3. Концентрация брома в органах и тканях, мг/кг сухого вещества ($X \pm Sx$)

Органы и ткани	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Печень	9,28±0,755	11,4±0,812	13,2±1,183	10,4±0,782
Селезёнка	23,0±1,356	26,0±2,052	30,5±2,069**	28,6±1,776**
Панкреас	16,88±0,883	18,8±1,176*	20,2±1,519**	23,0±1,894***
Сердце	2,94±0,231	3,12±0,271	3,18±0,264	3,83±0,293
Лёгкие	14,9±0,799	15,4±0,843	19,5±1,129**	15,75±1,086
Почки	14,5±0,694	18,6±1,076	14,6±0,751	18,3±1,241
Щитовидная железа	10,81±0,625	12,0±0,707	12,3±0,802	13,8±1,038
Длиннейшая мышца спины	3,82±0,448	3,17±0,187	3,24±0,145	4,19±0,359
Запястье	4,02±0,261	3,1±0,142	3,47±0,235	3,74±0,303
Последнее ребро	3,76±0,320	4,00±0,249	4,70±0,353	4,21±0,274
Хвостовые позвонки	1,00±0,048	1,75±0,114	2,15±0,114	2,14±0,183
Желудок	4,32±0,368	4,43±0,331	4,30±0,225	3,88±0,216
Тонкий отдел кишечника	3,18±0,166	3,75±0,201	4,12±0,309	4,61±0,392
Толстый отдел кишечника	1,86±0,139	1,43±0,116	2,72±0,178	3,491±0,157

Примечание: *P>0,95; **P>0,99; ***P>0,999

циальных микроингредиентов, наблюдалась следующая градация органов и тканей в убывающей последовательности: селезёнка, почки, лёгкие, панкреас, щитовидная железа, печень, желудок, последнее ребро, тонкий отдел кишечника, длиннейшая мышца спины, запястье, сердце, толстый отдел кишечника.

В органах и тканях молодняка III опытной гр., где перорально было использовано реплицируемое количество комплексонов ЭДТА, складывалась приблизительно аналогичная картина, как и во II опытной гр. В частности, в убывающей последовательности находились следующие органы и ткани по концентрационному статусу брома: селезёнка, панкреас, лёгкие, почки, печень, щитовидная железа, последнее ребро, желудок, тонкий отдел кишечника, запястье, длиннейшая мышца спины, сердце, толстый отдел кишечника, хвостовые позвонки.

Похожая картина по депонированию брома отмечалась и в органах и тканях особей IV опытной гр., где в суточном рационе было использовано дефицитное и оптимизирующее количество хелатированных форм микроэлементов в составе ЭДДЯК. Концентрационный фон брома в убывающей последовательности находился в следующих биоматериалах: селезёнка, панкреас, почки, лёгкие, щитовидная железа, печень, тонкий отдел кишечника, последнее ребро, длиннейшая мышца спины, желудок, сердце, запястье, толстый отдел кишечника, хвостовые позвонки.

Приведённые в таблице 3 показатели убедительно свидетельствуют о селективном депонировании брома достаточно надёжно в таких главных индикаторных органах животных всех исследуемых групп как селезёнка, панкреас, почки, лёгкие, печень, щитовидная железа.

В нашем экспериментальном исследовании на фоне других органов и тканей наибольшее содержание брома отмечалось в селезёнке поросят. Концентрация брома в селезёнке животных контрольной группы составляла 23,0±1,356 мг/кг сухого

вещества, у поросят, получавших неорганические соли и комплексоны ЭДДЯК, была больше — 26,0±2,052 и 28,6±1,776 соответственно. Самый высокий показатель отмечен у животных III опытной гр., в рацион которых входили комплексоны ЭДТА — 30,5±2,069. Фактически по содержанию брома в селезёнке преимущество было на стороне животных опытных групп. На наш взгляд, это является результатом микроингредиентной индукции частных и общих метаболических процессов, что синергически коррелируется с обменом брома, начиная с трофической системы.

Проведённое нами экспериментальное исследование объективно выделяет те органы и ткани, которые имеют высокое сходство и акцепторные способности к бромю. Объясняется это тем, что в этих органах и тканях преобладают диаминомонокарбоновые и другие катионные аминокислоты, которые комплементарны в химическом отношении к аниону бромю. На второе место по содержанию брома выходит поджелудочная железа (панкреас). Согласно данным таблицы 3, содержание брома в поджелудочной железе поросят исследуемых групп варьировало от 16,88±0,883 в контроле до 23,0±1,894 в IV опытной гр. Замечено, что чем выше функциональность органа или ткани, тем выше резервирование минеральных элементов, особенно у животных тех групп, где потребляемые ими микроэлементы находятся в адьювантной форме хелата этилентетраацетата и этилендиаминдиантарной кислоты. В то же время нами выявлено наименьшее содержание брома в некоторых органах и тканях. К примеру, зафиксирован наименьший концентрационный фон брома в хвостовых позвонках, в стенке толстого отдела кишечника, миокарде сердца, в длиннейшей мышце спины поросят. Однако ингредирование комплексонов микроэлементов в состав рациона сопряжённо приводит к увеличению брома во всех органах и тканях животных опытных групп, особенно в тех, где были использованы координационные соли.

Так, содержание брома в селезёнке контрольных поросят составляет $23,0 \pm 1,356$ мг/кг сухого вещества, у сверстников II–IV опытных групп больше соответственно на 13,0; 32,6 и 24,3% и носит достоверный характер. В панкреасе превалирование статистических показателей варьирует в опытных группах от 11,3 до 36,2%. Приблизительно аналогичная картина и последовательность по концентрационному статусу отмечается и в других критических органах и тканях (печень, лёгкие, почки, щитовидная железа, длиннейшая мышца спины, последнее ребро). Таким образом, по мере повышения биологической ценности рациона путём ингридирования жизненно необходимых микроэлементов значимо повышается обмен эссенциального микроэлемента брома в органах и тканях поросят.

Выводы. По селективному депонированию микроэлемента брома нами выявлены органы и ткани, в которых происходит преимущественное накопление этого элемента. По концентрационному статусу резервирования микроэлемента бром исследуемые органы и ткани условно можно распределить как приоритетного, умеренного и незначительного депонирования. К первой группе можно отнести селезёнку, печень, панкреас, почки, лёгкие, щитовидную железу. В этих органах концентрационный статус варьирует от 9,0 до 30,5 мг/кг сухого вещества. Во вторую, умеренную, группу можно отнести сердце, запястье, желудок, в которых содержание брома варьирует от 2,5 до 4,5 мг/кг сухого вещества. Третью группу составляют органы и ткани с незначительным фоном накопления. Эту группу составляют хвостовые позвонки и толстый отдел кишечника.

Определение содержания минеральных элементов, в том числе микро- и ультрамикроэлементов, в исследуемом биосубстрате было организовано рентгенофлуоресцентным методом с использованием полупроводниковой спектрометрии.

Статистический материал проведённого исследования, направленного на установление взаимосвязи брома с различными физико-химическими формами микроэлементов, носит положительный характер.

Литература

1. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных: монография. Изд. 2-е, испр. и доп. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2003. 136 с.
2. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине: учеб. пособ. М.: ОНИКС 21 век, издательство «Мир», 2004. 272 с.
3. Ходырев А.А., Арсанукаев Д.Л., Зайналабдиева Х.М. Применение комплексонов микроэлементов для стимуляции роста и развития выращиваемого молодняка чёрно-пёстрой породы в зоне их недостаточного поступления // Улучшение использования природного и ресурсного потенциала Тверского региона: сб. научн. тр. Тверь, 2002. С. 148–154.
4. Арсанукаев Д.Л. Эффективность микроэлементного питания бычков // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 8. С. 12–14.
5. Арсанукаев Д.Л., Зайналабдиева Х.М. Роль комплексонов в улучшении ренального микроэлементного статуса // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса Тверского региона: сб. научн. тр. Тверь, 2002. С. 100–102.
6. Зайналабдиева Х.М. Влияние микроэлементов (Co, Cu, Zn, Fe, Mn) в виде неорганических солей и комплексонов на рост и развитие выращиваемых бычков: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Дубровицы (Моск. обл.), 2004. 18 с.
7. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. / отв. ред. А.П. Калашников, В.И. Фисин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов. М., 2003. 456 с.
8. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: Колос, 1979. 471 с.
9. Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексоны металлов. М.: Издат. «Химия», 1988. С. 487–505.
10. Самохин В.Т. Биогеохимическая этиология массовых заболеваний животных // Биогеохимическая индикация аномалий: матер. V биогеохимич. чтений. Москва, 8 июня, 2004: посвящ. памяти В.В. Ковальского. М., 2004. С. 178–182.