

***Хасанова Разита Исхаковна***

канд. биол. наук, доцент, заведующая кафедрой  
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

г. Грозный, Чеченская Республика

***Арсанукаев Джабраил Лечиевич***

д-р биол. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

г. Грозный, Чеченская Республика

***Зайналабдиева Хеда Магомедовна***

канд. биол. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

г. Грозный, Чеченская Республика

***Исраилова С.А***

канд. биол. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный  
педагогический университет»  
г. Грозный, Чеченская Республика

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОФИЛАКТИРОВАНИЯ ОБМЕНА ЖЕЛЕЗА**

***Аннотация:*** статья посвящена изучению влияния комплексопата –  $Fe^{2+}$  + этилендиаминтетраацетата на общее физиологическое состояние организма и накоплению микроэлемента в организме.

Микроэлемент железо по биогеохимическому мониторингу в почве и травостое, в основном, по валовому концентрационному фону находится в диапазоне адекватной осцилляции. Однако, ввиду нахождения этого элемента в различных физико-химических менее усвояемых формах суточные метаболические потребности организма в нем не всегда удовлетворяются [1; 2].

*Результаты исследования показали зависимость содержания железа в главных депонирующих органах и тканях от уровня его ингридирования, биологической доступности и адекватности используемых микродобавок.*

*Алиментирование микроэлемента железа в виде комплексоната ЭДТА в рационы откармливаемых бычков черно-пестрой породы по сравнению с рационом с неорганической солью железа и основным рационом приводит:*

*1) к увеличению концентрации железа в рубцовой жидкости на 11,1 – 35,0% и в крови на 12,1–14,9%;*

*2) к повышению уровня накопления железа в волосах хвоста на 1,2–3,1%;*

*3) к расширению размеров депо в печени на 1,6–20,4%, в селезенке – 4,8–18,3%, в хвостовых позвонках – 5,6–22,7%, запястье – 72,1–87,8%;*

*4) к возрастанию размеров пула в сердечной мышце на 19,5–25,9%, длиннейшей мышце спины – 8,6–21,8%, щитовидной железе – 28,2–43,2%, почках – 25,3–62,3%.*

**Ключевые слова:** *этилендиаминтетраацетат (ЭДТА), комплексонаты, трансферрин, ферритин, гемосидерин.*

Генетически детерминированные алгоритмы морфофункционального становления организма тесно коррелируются с уровнем и композиционным составом нутриентного спектра в суточном наборе рациона. При этом, немаловажное значение приобретает детализированное нормирование и синергическая нивелиция всех компонентов трофического набора, в том числе микро- и ультрамикро-элементов эссенциального характера.

Для осуществления жизненно важных функций для элемента железа существует оптимальный концентрационный диапазон. При дефиците или избыточном накоплении этого элемента в организме могут происходить серьезные нежелательные изменения, обуславливающие нарушение активности прямо или косвенно зависящих от него ферментов, ферментативных систем и в целом оксигенацию органов и тканей.

Биоэлемент железо в наиболее легко усвояемой форме поступает в продуктах животного происхождения. Некоторые растительного происхождения продукты также богаты железом, однако его усвоение организмом идет значительно

тяжелее. Иницирующим фактором абсорбции микроэлемента железо является его электрохимическое состояние. В частности, в нейтральной или щелочной среде железо находится в окисленном состоянии –  $\text{Fe}^{3+}$ , когда в кислой восстанавливается –  $\text{Fe}^{2+}$ . Следовательно, в основном в пище железо находится в окисленном состоянии ( $\text{Fe}^{3+}$ ) в составе белков или солей органических кислот и его освобождению способствует кислая среда желудочного сока. Также, аскорбиновая кислота, содержащаяся в пище, восстанавливает железо и улучшает его всасывание, так как в клетки слизистой оболочки кишечника может поступать только  $\text{Fe}^{2+}$  [4; 5].

Абсорбционный путь поступления экзогенного железа в акцепторные органы и ткани испытывает следующие эстафетные трансформации:

- усвоению железа способствует аскорбиновая кислота, восстанавливающая железо;
- в энтероцитах избыток поступившего железа соединяется с белком апоферритином с образованием ферритина, при этом ферритин окисляет  $\text{Fe}^{2+}$  в  $\text{Fe}^{3+}$ ;
- в крови транспорт окисленного  $\text{Fe}^{3+}$  обеспечивает белок трансферрин;
- в тканях  $\text{Fe}^{2+}$  используется для синтеза железосодержащих белков или депонируется в ферритине;
- при избыточном поступлении и отложении железа ферритин превращается в гемосидерин.

Таким образом, абсорбционное поступление железа из гастроэнтеральной системы в органы и ткани осуществляется в катионной форме, имеющей главным образом естественно-эволюционный характер и механизм анаболического использования незаменимого биоэлемента железа.

Известно, что многочисленные соединения органической и неорганической природы, имеющие анионный характер диффундируют через гастроэнтеральный барьер в основном беспрепятственно. Однако, их гомеостатический концентрационный статус регулируется на уровне экскретерной системы, особенно это касается неорганических анионных соединений.

С учетом полученных результатов обстоятельных и авторитетных исследований, нами организовано экспериментальное исследование по изучению влияния комплексоната –  $\text{Fe}^{2+}$  этилендиаминтетраацетата, имеющего следующую химическую природу (рис. 1).

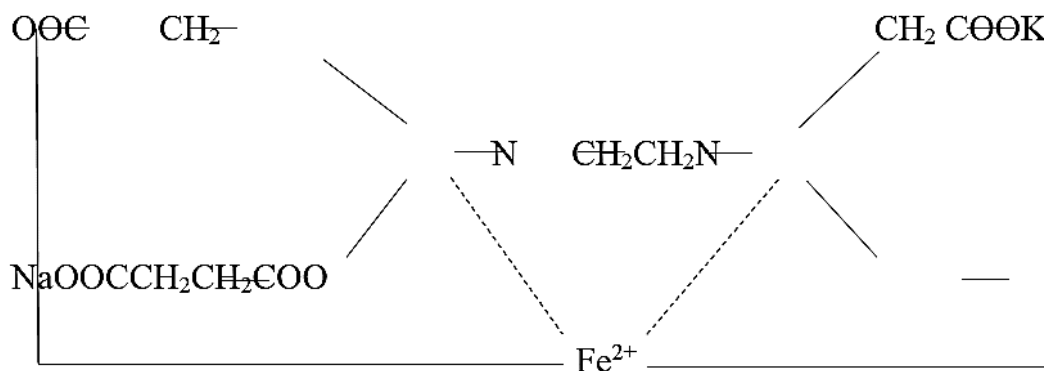


Рис. 1. Химическая природа калий-натриевой соли ЭДТА + Fe

Данный комплексонат синтезирован на основе полидентатной кислоты этилендиаминтетраацетата (ЭДТА), вступающей в хелатную связь с биоэлементом железа. В водной фазе данное комплексное соединение переходит в анионную форму, имеющую абсорбционный приоритет и миграционную устойчивость.

Использование микроэлемента – Fe в виде комплексоната ЭДТА имеет следующие достоинства по сравнению с его неорганической формой  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ :

- при хранении комплексонаты не слеживаются;
- не нарушает ацил-алкалозный баланс среды;
- при передозировке не оказывает токсическое влияние;
- аддендная часть после диссоциации на тканевом уровне служит источником энергии;
- частично стирается антагонизм между Fe и другими минеральными веществами на всех метаболических уровнях;
- значительно возрастает коэффициент усвоения железа и его депонирование в критических органах и тканях.

В целях изучения сравнительного влияния на организм различных форм железа нами были созданы исследуемые группы методом пар-аналогов, согласно требованиям методики опытного дека (табл. 1).

Схема кормления исследуемых животных

Группа животных	Количество животных	Условия кормления
I – контрольная	15	Основной рацион (ОР)
II – опытная	15	ОР + неорганическая соль железа ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )
III – опытная	15	ОР + органическая соль железа (ЭДТА-Fe)

Согласно таблице 1, были созданы три исследуемые группы, где первая контрольная получала рацион диспаратетный по содержанию микроэлемента железа, когда вторая опытная группа – в составе основного рациона неорганическую соль железа, а третья опытная группа – органическую соль железа. Суточная доза вводимого препарата составляла 10% от суточной потребности [3].

Общее поголовье исследуемых животных составляло 45 голов бычков черно-пестрой породы в возрасте 10 месяцев. Продолжительность опыта – 180 дней.

Постановочная живая масса 243,7–244,3 кг.

Ингредирование и раздачу суточной дозы микродобавок проводили 2 раза (утром и вечером). Суточную дозу микродобавок ежемесячно корректировали с учетом динамики живой массы исследуемых животных.

Забой животных по завершению экспериментального периода и взятие средних проб проводили в мясокомбинате г. Твери.

В динамике эксперимента, согласно схеме опыта, проводили исследования содержания железа в рубцовой жидкости и крови рентгенофлуоресцентным методом анализа с использованием полупроводниковой спектрометрии Н.Ф. Лосева (1969 г.), согласно таблице 2.

Таблица 2

Концентрация железа в рубцовой жидкости и крови  
исследуемых животных (мг/кг сухого вещества)

Исследование	Группы животных	Показатели	
		Рубцовая жидкость	Кровь
Первое	I	$7,92 \pm 0,554$	$1208 \pm 76$
	II	$7,78 \pm 0,365$	$1202 \pm 88$
	III	$7,84 \pm 0,423$	$1204 \pm 69$
Второе	I	$10,2 \pm 0,826$	$1325 \pm 123$
	II	$11,4 \pm 0,901$	$1536 \pm 138$
	III	$13,8 \pm 1,187^{**}$	$1579 \pm 131$
Третье	I	$11,11 \pm 1,099$	$1258 \pm 105$
	II	$13,5 \pm 0,877$	$1289 \pm 95$
	III	$15,0 \pm 1,180^{**}$	$1445 \pm 112$

$^{**} - P > 0,95$ .

Табулированный статистический материал убедительно демонстрирует зависимость содержания железа в рубцовой жидкости и крови от уровня его ингредирования, биологической доступности и адекватности используемых микродобавок. В частности, во всех исследуемых группах в динамике эксперимента наблюдается увеличение содержания железа в рубцовой жидкости и крови с преимущественной асимметрией в пользу опытных групп, особенно, в группе животных, в рацион которых вводили комплексонат ЭДТА железа. В диапазоне эмпирического исследования отмечается увеличение концентрационного статуса железа в рубцовой жидкости в контрольной группе – на 3,19, во второй опытной – на 5,72 и в третьей – на 7,16 мг/кг сухого вещества. Идентичная картина в диапазоне гомеостатической нормы наблюдается и в крови 117, 334 и 375 мг/кг сухого вещества соответственно.

Достаточно практичным и информативным показателем индикации обеспеченности организма железом являются пигментированные волосы хвоста. Полученные нами систематизированный статистический материал по содержанию

железа в волосах хвоста демонстрирует зависимость его концентрации в образцах от физико-химических свойств, используемых микроингредиентов, согласно таблице 3.

Таблица 3

Концентрация железа в волосах хвоста (мг/кг сухого вещества)

Исследование	Группы животных	Показатели
Первое	I	$149,5 \pm 9,8$
	II	$151,5 \pm 10,6$
	III	$150,3 \pm 10,5$
Второе	I	$142,3 \pm 8,20$
	II	$152,7 \pm 8,80$
	III	$153,4 \pm 9,3$
Третье	I	$193,2 \pm 13,7$
	II	$196,8 \pm 12,2$
	III	$199,1 \pm 10,1$

Представленные данные таблицы 3 демонстрируют градационную тенденцию увеличения содержания железа во всех исследуемых группах, однако, наиболее желательные результаты получены в третьей опытной группе, где использован комплексонат железа, приготовленный на адьювантной основе ЭДТА.

В постабсорбтивный период диффузионное распределение железа осуществляется с учетом селективности и сродства органов и тканей. Согласно литературным данным, наиболее высокая концентрация и депонирование железа осуществляется главным образом в печени, селезенке, красном костном мозге и хвостовых позвонках. По результатам нашего исследования закономерность распределения и накопления  $Fe^{2+}$  в органах и тканях не нарушается. Данные, представленные в таблице 4, свидетельствуют о заметном увеличении содержания железа в главных критических органах и тканях, где в качестве микроингредиентов были использованы его неорганическая и органическая формы.



Таблица 4

Концентрация железа в главных депонирующих органах  
и тканях (мг/кг сухого вещества)

Органы и ткани	Группы животных		
	I	II	III
Печень	108,0 ± 1,87	128 ± 7,40	130 ± 9,4*
Селезенка	331,3 ± 7,2	374 ± 19,7	392 ± 20,6*
Хвостовые позвонки	144,3 ± 6,1	167,6 ± 10,9	177 ± 10,4*
Запястья	87,16 ± 7,9	95,1 ± 6,7	163,7 ± 6,7***

\* –  $P > 0,95$ .

\*\*\* –  $P > 0,999$ .

Результаты табулированного материала убедительно демонстрируют, что применение железа в составе комплексоната ЭДТА факториально расширяет размеры его пула в селективных органах и тканях, и эта разница составляет относительно контрольной группы 18,3–87,8%. При сравнении с данными второй опытной группой эта грация находится в пределах 1,6–72,1% в пользу третьей опытной группы. Распределение и накопление биоэлемента железа по остальным органам и тканям имеет информативный характер и имеет важное метаболическое значение, согласно данным таблицы 5.

Таблица 5

Концентрация железа в органах и тканях (мг/кг сухого вещества)

Органы и ткани	Группы животных		
	I	II	III
Сердечная мышца	155,7 ± 9,9	164 ± 8,1	196 ± 7,5*
Длиннейшая мышца спины	74,4 ± 5,6	83,4 ± 7,6	90,6 ± 6,1
Щитовидная железа	74,8 ± 7,5	76,2 ± 4,4	97,7 ± 2,3*
Поджелудочная железа	66,9 ± 4,6	92,0 ± 4,9	95,8 ± 7,7*
Почки	99,4 ± 9,5	128,7 ± 10,6	161,3 ± 15*

\* –  $P > 0,95$ .

Полученные статистические данные (табл. 5) убедительно свидетельствуют о приоритетности и целесообразности применения в рационе комплексоната железа, приготовленного на основе ЭДТА для восполнения его дефицита и нивелиации в условиях естественной деплеции.

### ***Список литературы***

1. Георгиевский В.И. Минеральное питание животных / В.И. Георгиевский, Б.Н. Анненков, В.Т. Самохин. – М.: Колос, 1979.
2. Зайцев С.Ю. Биохимия животных. – М.: Лань, 2004. – С. 273–297.
3. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, Н.И. Клейменов, В.И. Баканов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
4. Кальницкий Б.Д. Биологическая доступность микроэлементов для молодняка свиней / Б.Д. Кальницкий, С.Г. Кузнецов, А.П. Батаева // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине: Тезисы докладов II Всесоюз. конф. – Самарканд, 1990. – С. 386–367.
5. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов животных. – Воронеж: ВГУ, 2003. – С. 50–125.