

## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 746.42(075)  
DOI: 10.26456/vtbio206

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ БЫЧКОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И ДОЗ ХРОМА**

**Л.В. Алексеева<sup>1,2</sup>, Л.Ю. Васильева<sup>1</sup>, Е.Д. Миловидова<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Тверская сельскохозяйственная академия, Тверь

<sup>2</sup>Тверской государственный университет, Тверь

<sup>3</sup>Тверской государственной медицинской академии, Тверь

Исследование проводилось на бычках черно-пестрой породы, возраст которых составлял на начало опыта 6 месяцев. Продолжительность исследований составила 180 дней. По принципу групп – аналогов было сформировано 5 групп бычков. В состав рациона бычков всех групп включали препарат Гемовит<sup>+</sup> (в состав Гемовита<sup>+</sup> входят: железо, марганец, медь, цинк, кобальт, селен и йод с органическим лигандом - янтарной кислоты), в дозе указанной производителем (52 мл на 100 кг живой массы) и хром в разных дозах и формах, так как почва Тверской области является дефицитной по многим микроэлементам, что отражается на составе кормов.

**Ключевые слова:** комплексоны, хлорид хрома, гемоглобин, белок, мочевины, микроэлементы.

**Введение.** Важным условием для полноценного кормления животных является полное удовлетворение их потребностей во всех элементах питания, среди которых большое значение имеют минеральные вещества.

Данные многих авторов (Георгиевский и др., 1979; Клиценко, 1980; Денисов, 1982; Кальницкий, 1986; Лапшин и др., 2003), позволяют сделать выводы, что минеральные вещества играют большую роль в обмене веществ живого организма. Потребность в минеральных элементах, в основном, определяется физиологическим состоянием организма, возрастом, ареалом обитания.

В зависимости от возраста организма и физиологического состояния оптимизация процессов обмена веществ обеспечивает повышение продуктивности животных, роста и нормализации минерального обмена. В настоящее время ведется большая научно-исследовательская работа по изучению роли хрома в живом организме.

Хром относится к числу «классических» микроэлементов. В то же время, механизм физиологического действия хрома продолжает

оставаться нераскрытым, не смотря на то, что за последние 30 лет данному элементу посвящено более тысячи научных публикаций. Сейчас нет оснований сомневаться в том, что хрому принадлежит ряд важных функций в организме.

Хром является химическим элементом периодической системы Менделеева, атомный номер его – 24, атомная масса – 51,996; металл голубовато-стального цвета, встречается в каждой из степеней окисления от -2 до +6, но распространенными являются только 0 (элементарное), +2, +3, +6. В большинстве соединений двухвалентный хром нестабилен, под действием воздуха он легко окисляется до трехвалентной формы. Незаменимым является трехвалентный хром, а шестивалентный обладает токсическим действием. На живые организмы, включая человека, эти две формы хрома действуют по-разному и обладают различными биологическими свойствами. Эти две формы хрома следует изучать всегда отдельно, ни в коем случае не допускать обобщения биологических эффектов хрома как элемента (Алешин и др., 1969).

Хром – жизненно важный микроэлемент, который является постоянной составной частью клеток всех органов и тканей. Основными функциями хрома в организме являются:

- участие в регуляции синтеза жиров и обмена углеводов, способность превращения избыточного количества углеводов в жиры;
- входит в состав низкомолекулярного органического комплекса - фактора толерантности к глюкозе, обеспечивающего поддержание нормального уровня глюкозы в крови;
- вместе с инсулином действует как регулятор уровня сахара в крови, обеспечивает нормальную активность инсулина;
- способствует структурной целостности молекул нуклеиновых кислот;
- осуществляет регуляцию работы сердечной мышцы и функционирование кровеносных сосудов;
- способствует выведению из организма токсинов, солей тяжелых металлов, радионуклидов (Гринкевич, 1983).

Основные причины дефицита хрома – недостаточное поступление извне, нарушение регуляции обмена, повышенное расходование (например, во время беременности), усиленное выведение хрома из организма в условиях высокого содержания в пище углеводов (неправильное нормирование комбикормов в рационах), увеличение выделения хрома с мочой в результате повышенных физических нагрузок (например, длительные перегоны животных, тренировки спортсменов и т.п.) (Климова, 1990).

Недостаток хрома в организме проявляется быстрой утомляемостью и беспокойством, снижением чувствительности

конечностей, нарушением мышечной координации, изменением массы тела (исхудание, ожирение), уменьшением скорости роста животных, снижением толерантности к глюкозе, увеличением холестерина, нарушением репродуктивной функции у самцов.

Шестивалентный хром является канцерогеном I класса опасности. Соединения  $Cr^{6+}$ , наряду с общетоксикологическим действием, способны вызывать мутагенный и канцерогенный эффекты. После длительного контакта с повышенными концентрациями хроматов ( $Cr^{6+}$ ) образуются опухоли легких. Хром, помимо легочной ткани, накапливается в печени, почках, селезенке, костях и костном мозге (Авцын и др., 1991). Как дефицит, так и избыток хрома в организме способен привести к существенному нарушению здоровья.

В свободном виде хром практически не встречается. В морской воде содержание хрома  $2 \cdot 10^{-5}$  мг/л. Входит в состав более 40 различных минералов (хромит  $FeCr_2O_4$ , волконскоит, уваровит, вокеленит и др.). Некоторые метеориты содержат сульфидные соединения хрома (Жокорев и др., 1998; Федаев, 1999; Гибалкина и др., 2000).

Таблица 1

Содержание хрома в различных породах (мг/кг)

Тип породы	Cr, мг/кг
Оловин, серпентин	1000-4000
Базальт	100-400
Верхний пестрый песчаник	23-94
Раковинный известняк	7-22
Гранит	2-10

Колебание содержания хрома в породах сильно заметно, в зависимости от геологического происхождения начальной почвообразующей породы. Значительное количество хрома находится в основных и ультраосновных породах, а полевошпатовая является одним из самых бедных по содержанию данного элемента. В породах, которые образуются в процессе выветривания, хром представлен преимущественно в форме труднорастворимых соединений трехвалентного хрома. Легкорастворимые соли шести - валентного хрома могут сохраняться только при исключительно интенсивных окислительных процессах в почве. Колебание содержания хрома в почвах составляет от 1 до 3000 мг/кг (Георгиевский и др., 1979).

Степень миграции хрома не всегда зависит от уровня концентрации его в почве. По данным исследований Г.Н. Вязенена, А.А. Савина, В.А. Гуляева, Г.А. Вязенена, А.И. Токаря содержание

хрома в почве было от 42,0 до 108,9 мг/кг. А в зеленой массе как злаковых, так и бобовых трав содержание его не обнаружено. Но содержание хрома в кормах, полученных на этих, же почвах было следующим, мг/кг: в сене 17,3 – 18,4, в стеблях подсолнечника – 18,6, силосе из зеленых трав – 9,57.

Особое значение для сельского хозяйства имеют высокие концентрации хрома в осадочных породах, в которых этот элемент присутствует в составе фосфоритов. Так как этот материал используется в сельском хозяйстве в качестве фосфатного удобрения и служит существенным источником хрома в сельскохозяйственных почвах.

Данные многих авторов позволяют сделать выводы, что хром со всеми присущими ему свойствами выполняет важную роль в биологической системе: почва - растение - животное - продукция - человек. Его содержание в почве, кормах и тканях животных сильно варьируется в зависимости от природно-климатической зоны, условий выращивания, вида растений, заготовки, хранения и использования кормов, вида источника хрома, применяемой дозы и способа введения в организм (Смалягин, 2009).

По данным многих авторов установлена взаимосвязь между содержанием в почве отдельных химических элементов и продуцированием растениями отдельных групп биологически активных веществ (БАВ). Растения, продуцирующие сердечные гликозиды, избирательно поглощают марганец, молибден, хром; продуцирующие алкалоиды – медь, марганец, кобальт; сапонины – молибден, ванадий; терпеноиды – марганец; кумарины; флавоноиды и антраценпроизводные – медь; витамины – марганец, медь; полисахариды – марганец, хром (Гринкевич и др., 1983).

В организм животных и человека хром и его соединения могут поступать через легкие, желудочно-кишечный тракт, слизистые оболочки, кожу. Скорость их проникновения через разные биологические барьеры и среды зависит от физико-химических свойств хрома и его производных, а также химического состава и условий внутренней среды организма. В результате взаимопревращений между поступившими в организм соединениями хрома и химическими веществами белковой и неорганической природы различных тканей и органов, могут образовываться новые комплексные соединения, обладающие иными свойствами и по-другому ведущими себя в живом организме. При этом в разных органах, вследствие особенностей их метаболизма, состава и условий биосред, пути превращения исходных соединений хрома и механизмы влияния на разные структуры организма могут быть различными. В силу избирательного накопления в определенных органах и задержки в

них, материальная кумуляция хрома может носить первичный или вторичный характер.

Для животных организмов и человека хром является незаменимым компонентом пищи. В обычных условиях этот микроэлемент поступает в организм в составе пищевых продуктов, где он присутствует в виде неорганических солей, а также в виде комплексного соединения с органическими компонентами. Наибольшее количество хрома содержится в курином яйце, растительных и животных жирах, пивных дрожжах, молоке, молочных продуктах. Эти продукты не являются основой рациона для животных, следовательно поступление хрома в организм животных с кормами значительно меньше, чем для человека (Сыропятова, 2003).

Для поступления хрома и его соединений через кожу важными условиями являются следующие свойства химического вещества: относительная молекулярная масса, температура плавления и кипения, летучесть, растворимость в воде, липофильность, константа диссоциации и комплексообразования, химическая реакционная способность.

В 1957-1959 гг. была доказана его жизненно важная необходимость. В 1959 г. W. Mertz и K. Schwarz (1959) первыми указали на биологическую роль хрома для животных и человека. Они доказали, что у человека и животных при отсутствии хрома в воде и пище наблюдается расстройство механизма обмена глюкозы. Возникает гипергликемия и глюкозурия. Но эти заболевания быстро исчезали после добавления к питьевой воде трехвалентного хрома. Главным образом, роль хрома в организме животных и человека заключается в повышении действия инсулина. Участвуя в регуляции инсулина в крови, недостаток хрома вполне может служить одной из причин повышения в ней содержания инсулина (Schwarz, Mertz, 1959; Mertz et al., 1969).

Установлено, что хром стимулирует превращение ацетата в углекислоту, а холестерина в жирные кислоты. Следовательно, можно сделать выводы, что хром напрямую влияет на образование бляшек в аорте и развитие заболевания атеросклерозом человека и животных.

Исследования W. Mertz (1969) указывают на повышение эффективности действия инсулина на белковый обмен при включении хрома в рацион животных, а так же хром способствует поступлению в ткани глицина, метионина и включению в белки сердечной мышцы. Присутствие хрома в нуклеиновых кислотах в высоких концентрациях, указывает на его воздействие в их метаболизме. Влияние хрома на прирост живой массы дает возможность предполагать о возможном его участии в синтезе тканевых белков. Исследования на обезьянах позволяют сделать выводы, что при недостатке хрома в их рационе

прослеживается уменьшение толерантности к глюкозе, которое устраняется при введении хрома с питьевой водой, причем концентрация инсулина в крови не меняется. Поступление хрома в организм человека, больного диабетом, при кратковременном его введении в дозе 1 мг в сутки не оказывает никакого влияния на содержание сахара в крови и моче. При длительном поступлении хрома в организм человека больного диабетом в дозировке от 180 до 1000 мкг в сутки, у некоторых больных наблюдается улучшение толерантности к глюкозе. У людей более молодого возраста, связь между диабетом и степенью обеспеченности хрома не прослеживается. Но по данным Левина и др. удалось проследить, что у основной части людей преклонного возраста в плазме обнаружена большая концентрация глюкозы после дополнительного ее введения, а при введении хрома толерантность к глюкозе снова стала в норме (Фадеев, 2003).

Целью исследования – оценка влияния хромсодержащих добавок на гематологические и биохимические показатели крови, а также продуктивность откормочных бычков.

**Методика.** Основные рационы во время опыта для всех групп животных были одинаковыми, отвечали зоотехническим нормам.

По разработанной методике, был спланирован и проведен научно – хозяйственный опыт на бычках черно – пёстрой породы в СПК «Путь Ленина» Кашинского района Тверской области продолжительностью 180 дней. По принципу групп-аналогов были сформированы 5 групп бычков 6-ти месячного возраста (табл. 2).

Таблица 2

Схема опыта

1 группа (контрольная)	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Общехозяйственный рацион	Общехозяйственный рацион	Общехозяйственный рацион	Общехозяйственный рацион	Общехозяйственный рацион
+	+	+	+	+
Гемовит <sup>+</sup> (52 мл)	Гемовит <sup>+</sup> (52 мл)	Гемовит <sup>+</sup> (52 мл)	Гемовит <sup>+</sup> (52 мл)	Гемовит <sup>+</sup> (52 мл)
	+	+	+	+
	Минеральная соль хрома в дозе 5,2 мг	Хром в хелатированной форме в дозе 5,2мг	Хром в хелатированной форме в дозе 2,6 мг	Хром в хелатированной форме в дозе 1,3 мг

Добавки хрома скармливали 1 раз в сутки, перемешивая с запаренным комбикормом. В течение опыта велся контроль за поедаемостью кормов и состоянием здоровья животных.

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследований по влиянию различных доз и химических форм хрома на некоторые гомеостатические показатели молодняка крупного рогатого скота представлены в таблице 3 и рисунках 1, 2.

Таблица 3

Гематологические показатели подопытных бычков

Показатели	Группа					Нормы
	1	2	3	4	5	
Цветовой показатель	0,81±0,04	0,79±0,01	0,79±0,01	0,79±0,01	0,77±0,01	0,7-1,1
Количество лейкоцитов, 10 <sup>9</sup> /л	8,42±0,54	9,48±1,02*	6,82±0,41	8,42±0,45	6,55±0,53	4,5-12,0 10 <sup>9</sup> /л
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	1,5±0,09	1,5±0,13	1,0±0,10*	1,5±0,13	2,0±0,11**	0,5-1,5, мм/ч

*Примечание:* разница по сравнению с контролем достоверна при \*P≤0,01, \*\*P≤0,001

Цветовой показатель, характеризующий насыщенность эритроцитов гемоглобином во всех подопытных группах был практически одинаковым, и находился в пределах физиологической нормы.

Количество лейкоцитов в крови бычков третьей и пятой опытной групп составило 6,82; 6,55 – тысяч на один мкл крови, что соответствует физиологической норме и обеспечивает защиту организма от внедрения чужеродных клеток и вовлечения его для оптимизации защитных реакций организма.

Лейкоциты обладают способностью к фагоцитозу, вырабатывают биологически активные вещества, в том числе интерферон.

Скорость оседания эритроцитов в крови животных всех опытных и контрольной групп было в пределах нормы.

По полученным данным видно, что количество эритроцитов в крови второй опытной группы (которая получала основной рацион, препарат Гемовит<sup>+</sup> в дозе 52 мл и минеральную соль) на 7,9% превысил контрольную группу по данному показателю. Количество эритроцитов в крови животных третьей опытной группы (основной рацион, Гемовит<sup>+</sup> в дозе 52 мл и органическую соль в виде хелата + Хром 5,2мг) было наибольшее и превышало контрольную группу на 12,2%. В крови опытных бычков четвертой (основной рацион + Гемовит<sup>+</sup> в дозе 52 мл и органическая соль хрома в виде хелата в дозе 3,6 мг) и пятой (основной рацион, Гемовит<sup>+</sup> в дозе 52 мл и органическую соль хрома в виде хелата в дозе 1,3 мг) мы видим

превышение по данному показателю по сравнению с контролем на 8,7 и 10 % соответственно.

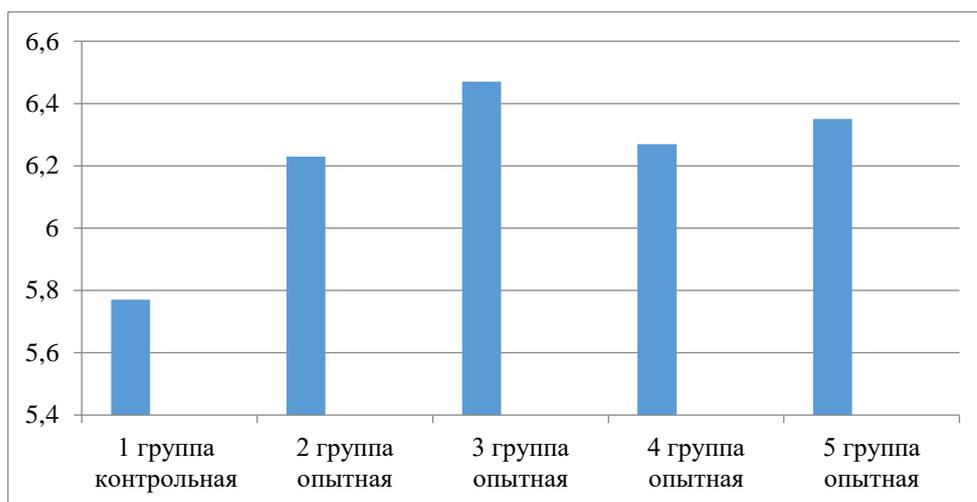


Рис. 1. Количество эритроцитов ( $10^{12}/л$ ) в крови животных

Главнейшая функция эритроцитов — перенос кислорода от легких к тканям и органам с помощью гемоглобина. Оболочка эритроцита устроена таким образом, что может адсорбировать (удерживать) и переносить по сосудистому руслу: аминокислоты, антитела, токсины, лекарственные вещества.

Таким образом, можно предположить, что введение в рацион бычков третьей и пятой опытных групп добавок хрома в указанных вариантах способствует более высокой интенсификации окислительно-восстановительных процессов в организме, (по сравнению с контрольной и другими опытными группами) что отражается на скорости роста животных.

Под действием внешних воздействий нормальный эритроцит способен легко и быстро изменять свою форму. Это во многом связано с наличием в эритроцитах гемоглобина.

Содержание гемоглобина в крови бычков третьей и пятой опытных групп было также наибольшее по сравнению с контролем и с другими опытными группами, что составило 108,5 и 105,5 г/л.

Гемоглобин в организме выполняет функцию переноса кислорода ( $O_2$ ) из органов дыхания к тканям; играет также важную роль в переносе углекислого газа от тканей в органы дыхания. Повышение гемоглобина в крови животных свидетельствует о нормальном состоянии организма и об отсутствии анемии у бычков, которую часто можно наблюдать при стойловом их содержании.

Представленные данные свидетельствуют о стабильном клиническом состоянии животных всех опытных групп.

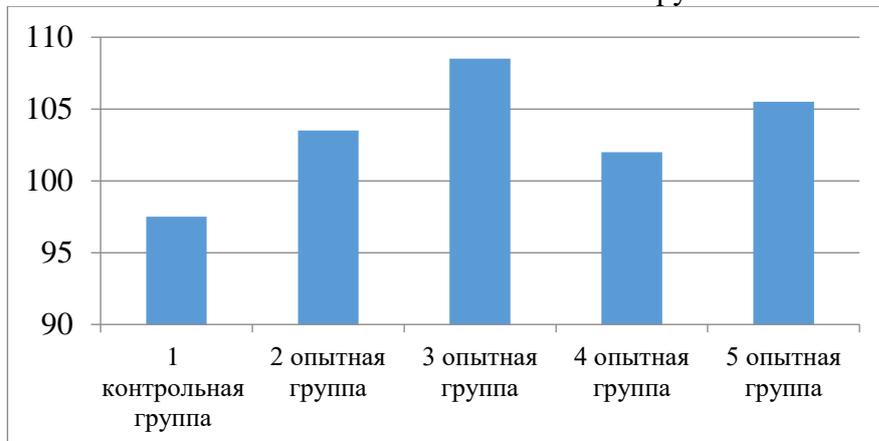


Рис. 2. Количество гемоглобина (г/л) в крови бычков опытных и контрольной групп

Важным показателем обмена веществ в живом организме является содержание общего белка, мочевины и глюкозы. Данные показатели являются индикаторами, по которым можно судить об обмене веществ в организме. В печени животных происходит синтез белков плазмы крови (альбуминов, глобулинов, фибриногена). Белки печеночной ткани, которые используются на восстановление белков тканей печени, белок креатин (из аргинина, метионина, глицина) используемый мышцами, где он фосфорилируется до креатинфосфата, окисляющегося с образованием креатинина.

У жвачных и некоторых видов других животных есть свои особенности в обмене белка. У них микрофлора преджелудков способна синтезировать все незаменимые аминокислоты и они могут обходиться кормом без незаменимых аминокислот. При дезаминировании в тканях образуется аммиак, который связывается с глутаминовой кислотой, образуя глутамин. Глутамин является основной формой транспорта аммиака в печень. Конечными продуктами превращения белков в организме является аммиак, который в печени превращается в мочевины и креатинин.

Наибольшее количество общего белка обнаружено в крови бычков третьей опытной группы и составляет 92 г/л.

Глюкоза является важным источником энергии для организма и единственным источником энергии для головного мозга. Глюкоза в свободном состоянии практически не присутствует в пищевых продуктах, однако глюкоза входит в состав сахарозы и крахмала, из которых она и образуется в процессе переваривания пищи. Глюкоза

накапливается в организме в виде гликогена.

В крови животных всех опытных групп концентрация глюкозы в крови в пределах допустимой нормы.

Таблица 4

Биохимические показатели крови

Показатели	Группа					Норма
	1	2	3	4	5	
Общий белок, г/л	88	85,5	92	78,5	90	72-92
Мочевина в крови, мМоль/л	2,96	3,2	3,75	2,67	3,65	3,3-5,0
Глюкоза крови, мМоль/л	4,00	3,90	3,50	4,25	3,20	3,0-4,2

Анализируя данные таблицы можно сделать вывод о более полноценном углеводном и белковом обмене веществ в организме животных опытных групп по сравнению с контрольной.

Это отразилось на динамике роста и развития животных. Для полной характеристики роста подопытных животных, мы определили относительную скорость роста.



Рис. 3. Относительный прирост бычков за опыт, %

Расчеты, проведенные по результатам опыта показали, что за период откорма относительная скорость роста бычков в третьей опытной была наибольшая, что составила 75,99%.

**Заключение.** Таким образом, оптимизация хромового питания бычков способствовала повышению энергии роста подопытных животных. Самой эффективной оказалась добавка (основной рацион, Гемовит<sup>+</sup> в дозе 52 мл и органическая соль в виде хелата + Хром 5,2мг).

### **Список литературы**

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А.* 1991. Микроэлементы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина. 496 с.
- Алексеев Ю.В.* 1987. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л. Агропромиздат. 142 с.
- Алешин И.А., Венчиков А.И., Губанов Н.И.* 1969. Хром, как микроэлемент, и процессы биоэнергетики. Алма-Ата. С.108-109.
- Арилов А.Н.* 1994. Совершенствование микроминерального питания бычков калмыцкой породы в условиях резко континентального климата: автореф. дисс. ... д-ра с-х. наук. Саранск. 33 с.
- Бало Ю.М., Лившиц В.М.* 1965. Микроэлементы в гематологии. 1965. Воронеж: Изд-во Воронежского университета. 175 с.
- Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т.* 1979. Минеральное питание сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 470 с.
- Гибалкина Н.И., Федаев А.Н., Скопцов В.А., Кокорев В.А.* 2000. Влияние хрома на переваримость и использование питательных веществ рационов в организме бычков при откорме // Вестник сельскохозяйственной науки Мордовии. С. 61- 67.
- Гринкевич Н.И.* 1983. Роль геохимических факторов среды в продуцировании растениями биологически активных веществ. М.: Наука. 238 с.
- Кальницкий Б.Д.* 1986. Новые незаменимые микроэлементы в питании животных. Сельскохозяйственная биология. № 6. С. 64-69.
- Климова Д.М.* 1990. Влияние хрома на сопротивляемость организма животных. 1990. Актюбинск. Ч. 1. С. 109-110.
- Кокорев В.А., Гибалкина Н.И.* 2000. Нормирование меди в рационах бычков мясного направления продуктивности при выращивании // Третья международная конференция «Актуальные проблемы биологии в животноводстве». Боровск. С. 117-118.
- Кокорев В.А., Федаев А.Н., Гибалкина Н.И.* 1998. Влияние уровней хрома в рационах на переваримость и использование питательных веществ рационов // Проблемы физиологии, биохимии и питания животных. Саранск. С.85-87.
- Кузнецов С.Г.* 1991. Биологическая доступность минеральных веществ для животных из корма, добавок и химических соединений // Сельскохозяйственная биология. № 6 С. 150-158.
- Кэрри, Е.Е.* 1982. Хром в воздухе, почве и природных водоемах. Нью-Йорк: Ландгард С.-Элсвьер Биомедикал Пресс. С. 49-63.
- Лапшин С.А., Кальницкий Б.Д., Кокорев В.А., Крисанов, А.Ф.* 1988. Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных. М.: Росагропромиздат. 205 с.
- Малюгин С.В.* 1986. Потребность ремонтных телок в хrome при сенажном типе кормления: автореф. дис. .... канд. с-х. наук. Саранск. 20 с.
- Риш М.А.* 1976. Физиологическая роль и практическое применение микроэлементов. Рига. 218 с.
- Смалягин А.И.* 2009. Влияние соединений хрома и бензола на клеточные

- показатели иммунной системы и содержание микроэлементов у крыс // Гигиена и санитария № 4. С.75-77.
- Сыропятова Т.Е.* 2003. Оптимизация уровня хрома в рационах молодняка крупного рогатого скота до 6-ти месячного возраста: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Саранск. 18 с.
- Федаев А.Н.* 1999. Обмен хрома. Обмен минеральных веществ у животных Саранск. С. 224-299.
- Федаев А.Н.* 2003. Теоретическое и практическое обоснование использования хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота. Саранск. 224 с.
- Шевелев Н.С.* 1973. Обмен и взаимодействие кобальта, меди, марганца, и цинка в организме крупного рогатого скота. М.: Колос. С. 94-99.
- Mertz W., Roginski E.E., Feldman R.I., Thurman D.E.* 1969. Dependence of chromium transfer into the rat embryo on the chemical form // Nutr. № 99. P. 363-367.
- Schwarz K., Mertz W.* 1959. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. 1959. Arch. Biochem. Biophys. № 85. P. 242-295.

## **THE RELATIONSHIP OF HOMEOSTATIC PROCESSES WITH PRODUCTIVITY OF BULL-CALVES AT INTRODUCTION IN A DIET OF VARIOUS FORMS AND DOSES OF CHROMIUM**

**L.V. Alekseyeva<sup>1,2</sup>, L.Yu. Vasilyeva<sup>1</sup>, E.D. Milovidova<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Tver State Agricultural Academy, Tver

<sup>2</sup>Tver State Medical University, Tver

<sup>3</sup>Tver Medical University, Tver

The study was carried out on black-and-white bulls, whose age was 6 months at the beginning of the experiment. The duration of the studies was 180 days. According to the principle of groups-analogs, 5 groups of bulls were formed. The diet of bulls of all groups included the drug Hemovit + (the composition of Hemovit + includes: iron, manganese, copper, zinc, cobalt, selenium and iodine with an organic ligand - succinic acid), at a dose indicated by the manufacturer (52 ml per 100 kg of live weight). Chromium in different doses and forms was also included in the diet, since the soil of the Tver Region is deficient in many microelements.

**Keywords:** *complexonates, chromium chloride, hemoglobin, protein, urea, trace elements.*

*Об авторах:*

АЛЕКСЕЕВА Людмила Владимировна – доктор биологических наук, профессор кафедры ветеринарии, ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», 170904, Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7; профессор кафедры биохимии и биотехнологии, ФВГОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: alekseeva\_lud@mail.ru.

ВАСИЛЬЕВА Людмила Владимировна – старший преподаватель кафедры ветеринарии, ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», 170904, Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7, e-mail: gluda78@mail.ru.

МИЛОВИДОВА Елена Дмитриевна – аспирант 3 курса технологического факультета, ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», 170904 Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7; ассистент кафедры физиологии с курсом теории и практики сестринского дела, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: elenka.milovidova@mail.ru.

Алексеева Л.В. Взаимосвязь гомеостатических процессов с продуктивностью бычков при введении в рацион различных форм и доз хрома / Л.В. Алексеева, Л.В. Васильева, Е.Д. Миловидова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2021. № 2(62). С. 177-189.