

### Литература

1. О некоторых тенденциях в изучении биосферы/Л.Г. Богатырев [и др.]; под общ. ред. Л.Г. Богатырева//Экология. – 2004. – № 1. – С. 3-12.
2. Емельянов, В.Е. Автомобильный бензин и другие виды топлива. Свойства, ассортимент, применение: монография/В.Е. Емельянов, И.Ф. Крылов. – Москва: Астрель, АСТ, профиздат, 2005. – 205 с.
3. Данилов, А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив: учебник/А.М. Данилов. – Москва: Химия, 1996. – 232 с.
4. Минеев, В.Г. Химизация земледелия и природная среда: монография/В.Г. Минеев. – Москва: ВО «Агропромиздат», 1990. – 267 с.
5. Взятие крови у животных: учебное пособие/К.П. Клименков [и др.]; под общ. ред. К.П. Клименкова. – Минск: УМЦ, 2001. – 32 с.
6. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду: материалы V международной научной конференции студентов и аспирантов (5 июня 2001 г., г. Горки). – Горки: БГСХА, 2001. – 327 с.
7. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений 2002. – Минск, 2003. – 232 с.

УДК 502.1

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ** *Иевлев Н.А, Сапего В.И. (БГАТУ)*

*В статье приводятся сведения о малоизученных микроэлементах, встречающихся в почве, кормах, воздухе. Приведены некоторые заболевания человека и животных, возникшие при недостатке или отсутствии отдельных микроэлементов.*

#### **Введение**

Редкие и рассеянные химические элементы (микроэлементы) играют большую роль в нашей жизни. Микроэлементы необходимы растениям, животным и человеку в относительно небольших количествах. Их недостаток в почвах, как и избыток, приводит к снижению урожайности культурных растений, ухудшению качества сельскохозяйственной продукции, а в некоторых случаях является причиной эндемических (местных) заболеваний растений, животных и человека. Поступление микроэлементов в живые организмы осуществляется в системе почва-растения-животные-человек. При этом человек получает микроэлементы как с животной, так и с растительной пищей.

#### **Основная часть**

*Биологическая роль и функции микроэлементов.* Элементы, содержащиеся в организмах в очень небольших количествах (от 10,3 % и меньше), принято называть микроэлементами. Этот термин условный, так как содержание некоторых из них в организмах может достигать 10,1-10,3 %. Впервые на особую роль микроэлементов в биологических процессах указал основатель отечественной геохимии академик В.И. Вернадский. Он отметил, что состав почв не случаен, а находится в тесной связи с составом других частей биосферы. Постоянно и не случайно присутствуют микроэлементы в растительных и животных организмах. В.И. Вернадский создал учение, согласно которому химические элементы костной и живой материи связаны, ряд элементов жизненно необходим любому живому организму. Без их достаточного количества не могут протекать основные физиолого-биохимические реакции живого организма. Мощное воздействие микроэлементов на физиологические процессы объясняется тем, что они входят в состав так называемых акцессорных веществ: дыхательных пигментов, витаминов, гормонов, ферментов, а также коферментов, участвующих в регуляции жизненных процессов. Микроэлементы влияют на направленность действия ферментов

и их активность. Это дало основание известному российскому ученому-агрохимику А.В. Петербургскому назвать микроэлементы катализаторами катализаторов.

Микроэлементы требуются для всех организмов лишь в оптимальных количествах. Полное отсутствие микроэлементов в питании так же, как и избыток их, вызывает заболевания и гибель живых организмов от болезней, связанных с резким нарушением обмена веществ. Микроэлементы участвуют в таких важнейших биохимических процессах, как дыхание (медь, цинк, марганец, кобальт), фотосинтез (марганец, медь), синтез белков (марганец, кобальт, медь, никель, хром), кроветворение (кобальт, медь, железо, марганец, никель, цинк), белковый, углеводный и жировой обмен веществ (молибден, ванадий, кобальт, вольфрам, марганец, цинк), синтез гумуса (медь).

*Функции микроэлементов в живых организмах.* В живых организмах микроэлементы входят в состав ферментов, гормонов, витаминов и других жизненно важных соединений. Обычно считают, что в таких соединениях участвуют около 30 микроэлементов. Ферменты - это катализаторы биологического происхождения, которые ускоряют биохимические реакции, а активность ферментов регулируется микроэлементами, хотя известны случаи, когда активация ферментов возможна как микроэлементами, так и макроэлементами. Ниже приведены примеры ферментов, в которых как микроэлементы, так и макроэлементы выполняют сходные функции.

Экспериментально доказано, что микроэлементы необходимы для многих важнейших биохимических процессов, недостаток элементов замедляет эти процессы и даже останавливает их. Для белкового, углеводного и жирового обмена веществ необходимы Mo-молибден, Fe- железо, V- ванадий, Co- кобальт, W- вольфрам, B- бор, Mn- марганец, Zn- цинк; в синтезе белков участвуют Mg- магний, Mn, Fe, Co, Cu- медь, Ni- никель, Cr- хром ; в кроветворении - Fe, Co, Cu, Mn, Ni, Zn; в дыхании - Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Co. Поэтому микроэлементы нашли широкое практическое применение в качестве микроудобрений для полевых культур, подкормок в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве. Борные удобрения применяют в растениеводстве больше всего под сахарную свеклу, кормовые культуры, лен, хлопчатник. Молибден важен при выращивании бобовых культур, поскольку он необходим для деятельности клубеньковых бактерий, связывающих атмосферный азот. В медных удобрениях чаще всего нуждаются многие сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на осушенных торфяно-болотных почвах, где мало меди или она прочно связана и неусвояемая, а также на супесчаных и песчаных почвах. Цинковые удобрения полезны во многих регионах России и смежных государств, они могут быть эффективны при выращивании кукурузы, сахарной свеклы, хлопчатника, овощных культур. На почвах с нейтральной или слабощелочной реакцией нередко вносят марганцовые удобрения, так как в этих почвах мало усвояемого растением марганца, который при такой реакции почв легко превращается в труднорастворимый пиролюзит  $MnO_2$ , в карбонаты или фосфаты. Разработаны также кобальтовые удобрения, йодные, а также комплексные микроудобрения, содержащие наборы нескольких элементов.

Пищевые цепи, в которых участвуют микроэлементы, довольно сложны. Первичными источниками микроэлементов могут быть преимущественно горные породы, частично атмосферный воздух и почвенно-грунтовые воды (рис. 1). Микроэлементы потребляются растениями, главным образом из почвы, но некоторые микроэлементы усваиваются из воздуха и воды. Важно подчеркнуть, что оседающая атмосферная пыль также может стать источником микроэлементов, которые проникают в растения и животные организмы непосредственно через эпидермис или эпителий. Следующий этап - усвоение микроэлементов сельскохозяйственными и дикими животными. Это связано преимущественно с поеданием животными растений, отчасти с потребляемой водой, хотя возможно и влияние воздуха. Растительный покров и животные служат основой для кормов и пищевых продуктов, с которыми микроэлементы поступают в организмы человека и животных. Таким образом, конечный состав микроэлементов в организме человека зависит от условий среды и при необходимости может корректироваться либо пищевыми добавками, либо медицинскими препаратами.

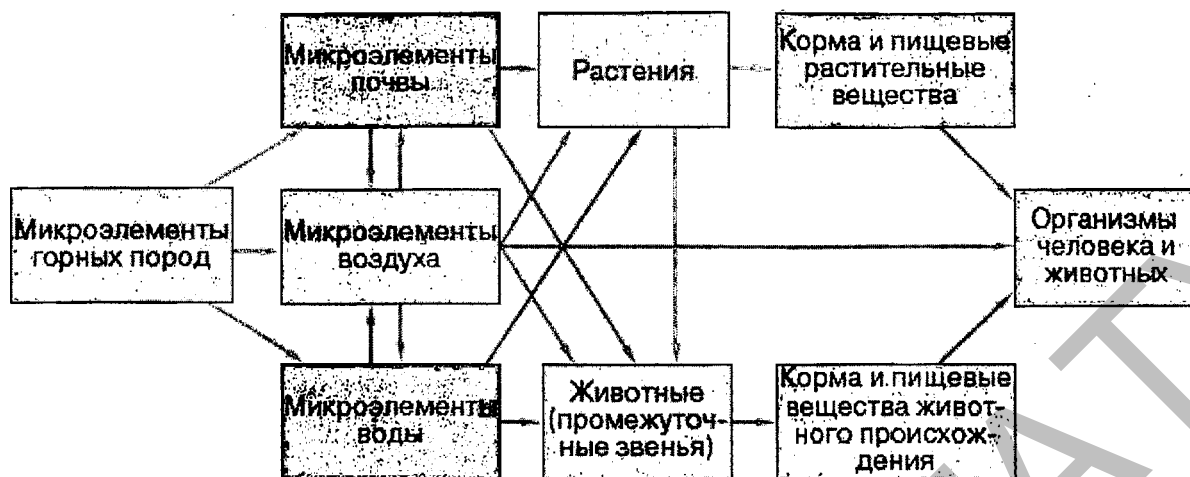


Рисунок 1 - Биологические цепи микроэлементов

Все корма и пищевые продукты после их использования человеком и животными образуют некоторые количества отходов, с которыми микроэлементы могут возвращаться в почву. То есть цикл замыкается. Отсюда вытекает очень важное правило: чтобы сохранить необходимое равновесие в биосфере, человечество обязано создавать безотходные технологии и схемы полного возврата всех отчуждаемых из почв элементов снова в естественные или сельскохозяйственные почвы.

Живые организмы весьма требовательны к определенной концентрации микроэлементов в окружающей среде, к набору, соотношению и формами их соединения, недостаток или избыток микроэлементов в почвах одинаково вредно сказывается на развитии организмов, вызывая эндемические заболевания растений, животных, человека. Например, с недостатком меди связаны суховершинность плодовых деревьев, атаксия (нарушение координации движений) овец и крупного рогатого скота; избыток меди и цинка приводит к заболеванию животных анемией (малокровием). При недостатке цинка развиваются розеточная болезнь плодовых деревьев, пятнистость листьев у цитрусовых, побеление верхушки у кукурузы, прекращение роста, паракератоз (утолщение кожи) животных. При сильном борном голодании у растений не образуются цветки, сахарная свекла заболевает сердцевинной и сухой гнилью, а лен - бактериозом. В случае молибденовой недостаточности у томатов наблюдаются пятнистость листьев и их свертывание, а у цветной капусты - нитевидность листьев. Недостаток марганца приводит к заболеванию хлорозом табака, кукурузы, хлопчатника, бобовых, овса, сахарной свеклы. При высоком содержании бора в почвах появляются низкорослые растения распластанной или кустистой формы. Избыточное содержание стронция в почвах приводит к образованию уродливых форм у растений.

Давно известна уникальная способность бобовых растений поглощать молекулярный азот из атмосферного воздуха. Это поглощение находится под строгим контролем трех металлов: молибдена, кобальта и ванадия, которые стимулируют эту фиксацию, а в конечном итоге и синтез белка. Предполагают и участие во всех этих явлениях еще одного металла - титана. Стронций в малой дозе способен повышать содержание крахмала в клубнях картофеля. Растения извлекают из почвы микроэлементы выборочно: кукуруза - золото и цинк, полынь - марганец, красный мухомор - ванадий, фиалка и табак - цинк, хлопчатник - кобальт. Результатом избирательного поглощения микроэлементов из почвы является их неодинаковое накопление в самом растении. Например, чечевица интенсивно концентрирует титан и мышьяк, гречиха - бор, стронций, молибден, чай - кобальт, медь, фтор, кукуруза - медь, селен, олово, цинк, свекла - цинк, марганец, фтор, медь, бор, все бобовые - молибден и ванадий.

*Микроэлементы в почвах.* В составе почв обнаружены почти все элементы периодической системы Д.И. Менделеева, которые найдены и в растениях. Главным источником по-

**Секция 4: РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**

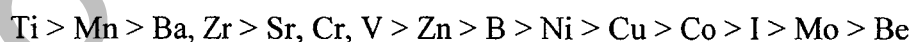
ступления микроэлементов в почвы являются материнские горные породы. Микроэлементы могут поступать в почву с метеоритной и космической пылью, вулканическими газами, с морскими брызгами, из почвенно-грунтовых вод, в результате геохимической деятельности человека и техногенного загрязнения биосферы.

Содержание и распределение микроэлементов в почвах зависят от направления и степени развития почвообразовательного процесса и особенностей поведения микроэлементов в ландшафте. Характер распределения микроэлементов в почвенном покрове определяется гумусностью, гранулометрическим составом, реакцией среды, окислительно-восстановительными условиями, емкостью поглощения, содержанием CO<sub>2</sub>. В кислой среде уменьшается подвижность молибдена, но увеличивается подвижность меди, марганца, цинка и кобальта. Такие микроэлементы, как бор, фтор и йод, подвижны как в кислой, так и в щелочной среде. Некоторые микроэлементы, например бор, образуют с органическим веществом растворимые соединения, другие (йод и медь) закрепляются и становятся недоступными для растений. Растениям доступны микроэлементы, находящиеся в растворимом или поглощенном состоянии. Количество подвижных микроэлементов составляет всего 5-25% их валового содержания. Рассмотрим содержание и распределение микроэлементов на примере почв Центрального Черноземья. В гумусовом горизонте серых лесных почв и черноземов наблюдается заметная аккумуляция микроэлементов (медь, бериллий, марганец, йод). В карбонатном горизонте всегда накапливается стронций (табл. 1).

Таблица 1 - Содержание микроэлементов в почвах

Глубина, см	B	I	Mo	Ti	Cr	V	Ni	Be	Ba	Zr	Sr	Mn	Zn	Cu	Co
Серая лесная суглинистая почва															
0-10	40	1,8	1,3	3700	30	40	20	<1	520	600	70	466	33	9	6
20-30	40	1,3	1,3	3200	26	37	20	<1	490	600	45	425	32	9	5
60-70	28	0,9	0,9	2600	31	45	22	<1	440	340	46	313	36	9	6
100-110	28	1,0	0,8	3400	46	56	21	<1	570	220	57	300	33	10	6
140-150	39	1,3	0,8	3900	37	55	20	<1	600	370	64	339	29	9	6
Чернозем типичный тяжелосуглинистый															
0-28	31	5,7	2,5	6100	125	78	43	1,7	570	340	92	766	61	24	12
40-50	51	4,3	1,9	7500	109	78	38	1,7	580	340	125	691	59	24	12
80-90	48	4,5	2,0	5000	76	63	27	1,4	500	275	150	631	57	24	11
120-130	39	4,1	-	-	74	66	28	1,2	455	230	270	588	58	16	11
140-150	33	3,3	1,9	-	79	63	30	1,1	410	310	300	674	59	16	12

В результате почвообразовательного процесса происходит перераспределение элементов по профилю. Микроэлементный состав почв региона выглядит так:



Серые лесные почвы сохраняют запасы титана, бария, хрома, цинка, молибдена и бериллия (рис. 1). Содержание марганца, циркония, бора, йода в них повышается за счет биологической аккумуляции. Концентрация ванадия, меди, стронция, никеля и кобальта несколько снижается вследствие их миграции в кислой среде.

Однако при детальном изучении оказалось, что это не совсем так. В определенных геохимических условиях даже плодородные черноземы могут испытывать недостаток или избыток тех или иных микроэлементов или их подвижных форм. Например, по сравнению с кларком - средним, нормальным содержанием в почвах (термин предложен А.П. Виноградовым) черноземы Центрального Черноземья имеют дефицит таких микроэлементов, как бериллий, стронций, ванадий, хром, подвижных форм цинка и молибдена (рис. 2).

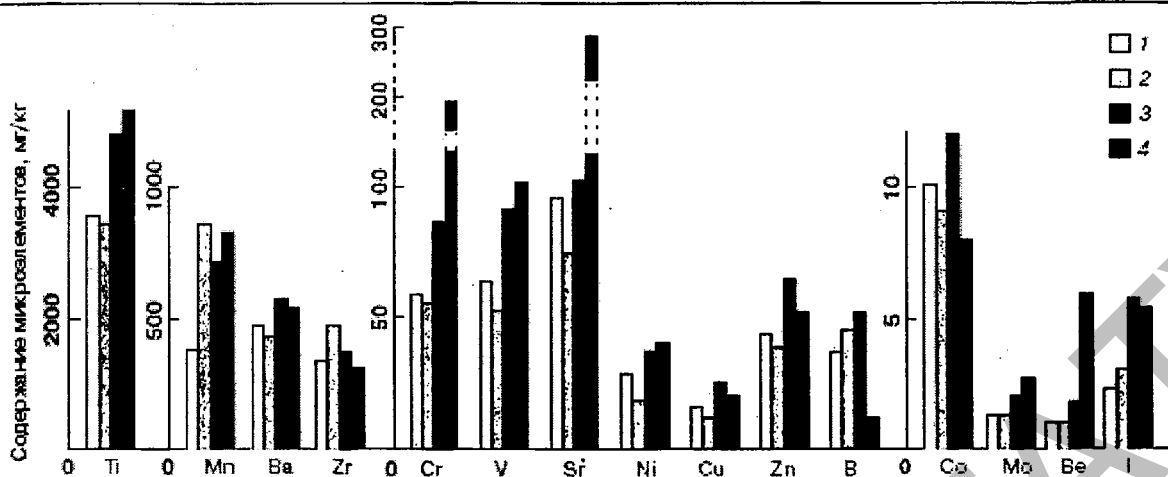


Рисунок 2 - Микроэлементный состав почвообразующих пород и почв  
Центрального Черноземья:

1- почвообразующие породы, 2- серые лесные почвы, 3- черноземы, 4- Кларк по Виноградову

*Связь микроэлементного состава почв с распространением заболеваний человека и животных.* Выдающийся российский ученый-геохимик А.П. Виноградов дал понятие о биогеохимических провинциях - это "области земли, в пределах которых у организмов наблюдается биологическая реакция на определенный уровень содержания химических элементов во внешней среде". В работах В.В. Ковальского показана изменчивость биогеохимических процессов синтеза и активности ферментов, гормонов, витаминов и других активных соединений живых организмов под влиянием геохимических условий внешней среды. Исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено, что в отдельных районах Земли обнаруживаются отклонения в физиолого-биохимических реакциях организмов, вызванные либо недостатком, либо избытком химических элементов, которые находятся выше или ниже пороговой чувствительности для данного рода, вида, популяции за счет естественных или антропогенных факторов. В конечном итоге это приводит к возникновению различных болезней растений, животных и человека.

Во многих странах широко распространенные болезни (зоб, кариес, флюороз, мочекаменная болезнь, анемии, аллергии) приурочены к определенным географическим ландшафтам. Установлено, что причины этих болезней - недостаток или избыток поступления одного или нескольких элементов с пищей. Например, эндемический зоб с давних пор связывают с биогеохимическими особенностями географических ландшафтов. Низкое поступление в пищевую цепь йода вызывается наличием его малодоступных форм. В почве йод прочно связывается гуминовыми веществами. Действие многих химических элементов (кобальт, марганец, свинец и др.) может ослаблять усвоение йода либо способствовать ему. Недостаточное поступление йода, кобальта и высокое марганца оказывает неблагоприятное воздействие на щитовидную железу человека и животных. При недостатке йода в организме человека и животных происходит нарушение функции щитовидной железы вплоть до появления зоба. Чем меньше йода в почвах и водах, тем сильнее население поражается зубной болезнью. При дефиците фтора и молибдена развивается кариес зубов у человека, при избытке - флюороз (разрушение зубной эмали). При избыточном поступлении молибдена с пищей (в районах рудных месторождений) человек болеет эндемической подагрой или молибденовым токсикозом.

Медико-биологические исследования свидетельствуют о том, что не только эндемические заболевания имеют территориальные принципы распространения. Такие заболевания, как атеросклероз, желудочно-кишечные, сердечно-сосудистые, эндокринные, сахарный диабет, костно-суставные, также ограничены территориально. Эти болезни в той или иной мере обусловлены количественным содержанием одного или группы химических элементов, на-

ходящихся в окружающей среде. Из неинфекционных болезней наиболее часто связывают с химическим составом отдельных объектов или компонентов биосферы уролитиаз (мочекаменная болезнь); из сердечно-сосудистых - атеросклероз, кардиосклероз, реже ишемическую болезнь сердца; из желудочно-кишечных болезней - колиты, язвы; печени - холециститы и другие болезни. В одних случаях болезни обусловлены недостатком, в других - избытком одного или же нескольких элементов в одном объекте или во всей биогеохимической цепи, в-третьих - дисбалансом химических элементов во всей пищевой цепи, реже в отдельных объектах (компонентах) биосферы.

Известно, что химизм среды оказывает существенное влияние на жизнь организма и особенности химического состава среды - причина многих патологических состояний человека и животных.

В развитии сердечно-сосудистых заболеваний участвуют хром, кобальт, медь, иод, марганец, молибден, никель, ванадий, цинк. В США смертность от сердечно-сосудистых болезней коррелирует с типами почв, которые резко различаются по содержанию в них микроэлементов. Более высокая смертность от сердечно-сосудистых болезней наблюдается при общем дефиците микроэлементов. Например, самая высокая смертность от ишемической болезни сердца отмечается в северных районах Великобритании и северо-восточном районе Финляндии, где преобладают подзолистые почвы, с дефицитом микроэлементов.

Многие исследования свидетельствуют о влиянии металлов на развитие различных заболеваний органов пищеварения у человека. Кобальт, медь, марганец, цинк играют главную роль при патологии органов пищеварения и печени. Хром, кобальт, никель, цинк, кадмий обладают канцерогенным действием. Повышенное содержание в среде обитания (почва, вода, пищевые продукты) цинка и молибдена увеличивают частоту поражения населения раком желудка и пищевода. Как показали исследования А.А. Омеляшко, рак желудка и легкого наиболее часто встречается среди жителей населенных пунктов, расположенных на слабокислых почвах, бедных железом, кобальтом и цинком. Г.П. Дубиковский установил положительную корреляционную связь содержания в почвах валовых форм бора, молибдена, марганца, титана, хрома, никеля, стронция, бария и цинка с распространением рака желудка в Белоруссии.

### **Заключение**

В настоящее время хорошо изучено распространение в различных почвах так называемых облигатных элементов: марганца, меди, цинка, кобальта, молибдена, бора, иода, железа, которые применяют в растениеводстве и животноводстве. И весьма скудная информация имеется по содержанию в почвах таких редких и рассеянных элементов, как хром, ртуть, свинец, кадмий, олово, которые являются опасными загрязнителями окружающей среды, в том числе и почв. В агрохимической науке представлено много данных об эффективности применения микроудобрений под различные культуры на почвах, недостаточно обеспеченных подвижными формами микроэлементов. Например, применение борных, марганцевых и цинковых удобрений под сахарную свеклу повышает содержание сахара в ее корнеплодах на 0,5%. Эффективно применение цинковых микроудобрений под кукурузу и молибденовых под бобовые культуры. Что касается медных и марганцевых удобрений, то их внесение целесообразно под картофель, бобовые, кукурузу.

Минеральные вещества (макро-микроэлементы) необходимы для многочисленных метаболических функций на всех стадиях жизненного процесса, они влияют на обмен веществ, регулируют более 50000 биохимических процессов в нашем организме.

Доктор Генри Шредер говорил, что «минеральные вещества - более важные факторы в человеческой пище, чем витамины, так как организм может производить много витаминов, но не может производить необходимые минеральные вещества и удалять токсичные, поскольку токсичные микроэлементы не подвергаются процессам самоочищения».

*Литература*

1. Анспок П.И. Микроудобрения: Справ. книга. – Л.: Колос, 1978. – 272 с.
2. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии//Тр. биогеохим. лаб. – М., 1980. Т. 16. – С. 9-226.
3. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 300 с.
4. Ковальский В.В., Андрианова Г.А. Микроэлементы в почвах СССР. – М.: Наука, 1970. – 180 с.
5. Ковда В.А. Основы учения о почве. – М.: Наука, 1973. Кн. 2. – С. 199-229.
6. Орлов Д.С. Химия почв. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – С. 372-390.
7. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы. – Новосибирск: Наука, 1993. – 168 с.
8. Протасова Н.А., Щербачев А.П., Копеева М.Т. Редкие и рассеянные элементы в почвах Центрального Черноземья. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. – 168 с.
9. Тихомиров Ф.А. Радиозэкология йода. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 88 с.
10. Троицкий Е.П. Основные проблемы учения о микроэлементах в системе почва-растение//Вестн. МГУ. 1969. № 5. – С. 48-56.

УДК 636.4-053.2.087.72

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ТЕТРАСТИМ» В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**  
*Санего В.И., Мелещева Е.В (БГАТУ)*

*Приведены исследования минеральной кормовой добавки «Тетрастим» на основе комплексонатов на телятах и поросятах молочного периода*

**Введение**

Максимальное использование продуктивных качеств, заложенных наследственностью животных, требует полного обеспечения их организма основными элементами сбалансированного питания. При этом необходимо учитывать не только протеиновое, углеводное, жировое, витаминное и минеральное питание, но их соотношение в рационе, в том числе сахаропротеиновое, фосфоро-кальциевое, натрий-калиевое и т.д. Многими отечественными и зарубежными исследователями установлено также, что избыточный уровень в рационе кальция отрицательно влияет на усвоение организмом фосфора и железа, цинк является антагонистом железа и меди. Марганец в избыточном количестве усиливает дефицит в рационе магния и меди, а вот селен и йод являются синергистами и один без другого организмом не усваиваются, а при совместном введении в рацион способствуют всасыванию друг друга. Эти и другие диспропорции соотношения макро- и микроэлементов в рационе недостаточно изучены и должны быть предметом дополнительных исследований.

Вследствие этого вторая половина прошлого столетия ознаменовалась углубленным изучением воздействия на организм человека и животных микроэлементов, в связи с чем в научной литературе появились материалы по функциональным особенностям многих макро- и микроэлементов. Выявлена роль микроэлементов в обменных процессах и работе эндокринной системы в целом и отдельных её желез, органов и систем органов.

Организм человека и животных обладает высокой степенью поддержания постоянства внутренней среды. Вместе с тем гомеостаз минеральных веществ изучен недостаточно, вследствие чего часто регистрируются дисбалансы в обмене веществ, расстройство работы систем органов и отдельных желез. Этому способствуют значительные колебания в рационе макро- и микроэлементов и регуляторные механизмы организма часто дают сбой, за которыми следуют снижение естественной резистентности организма, недоборы продукции, снижение её качества, нарушение воспроизводства животных и другие нежелательные явления.

Цель работы – определить эффективность применения новой кормовой добавки «Тетрастим» на организм телят и поросят молочного периода.