

## ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КОСТНОЙ ТКАНИ СВИНЕЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

**Шленкина Татьяна Матвеевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

**Любин Николай Александрович**, доктор биологических наук, профессор кафедры «Морфология, физиология и фармакология»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А.Столыпина»

**Стеценко Ирина Игоревна**, доктор биологических наук, профессор кафедры «Химия» ФГБОУ ВПО «Ульяновский ГПУ им. И.Н. Ульянова»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1 Тел.: 8 (8422)55-95-64

**Ключевые слова:** кремнеземистый мергель, полисоли, рацион, железо, медь, цинк, маргенец.

Проведены исследования по применению кремнеземистого мергеля Сиуч – Юшанского месторождения в качестве минеральной подкормки в рационах свиней. Анализ полученных данных свидетельствует, что введение в рацион растущих поросят кремнеземистого мергеля оказало положительное влияние на уровень минеральных элементов в костной ткани.

Интенсификация свиноводства выдвигает в число важнейших задач вопрос повышения эффективности использования питательных веществ корма. Одним из основных факторов, влияющих на усвоение рациона животными, является их обеспеченность биологически активными веществами, в том числе микроэлементами [1].

Минеральный состав различных тканей и всего организма дает представление об общем запасе минеральных элементов в организме и распределении их между тканями и органами [2,3].

Хотя каждой ткани и свойствен более или менее типичный уровень содержания минеральных веществ, однако этот уровень зависит от различных факторов и, в частности, от кормления. Поэтому любая несбалансированность рационов сельскохозяйственных животных по минеральным веществам неизбежно приводит к нарушению синтеза и минерализации костной ткани [2,3].

В последние десятилетия значительно возрос интерес к использованию в кормлении животных местных минеральных ресурсов, в частности цеолитсодержащего сырья.

Использование цеолита как добавки в кормлении животных позволяет:

- позитивно влиять на процессы пищеварения в организме животных, повышать

эффективность усвоения полезных веществ;

- улучшить физиологическое состояние животных;

- повысить жизнеспособность животных, предотвращать некоторые заболевания;

- повысить продуктивность взрослых особей;

- адсорбировать и выводить из организма животных радионуклиды, аммиак оксид и диоксид углерода, сероводород и соли тяжелых металлов.

В Ульяновской области открыто Сиуч – Юшанское месторождение цеолитсодержащих пород осадочного типа, которые отличаются от известных и используемых в качестве минеральных добавок вулканогенных туфов по химическому составу и физико-химическим свойствам. Широкое применение этих минеральных ресурсов в свиноводстве тормозится вследствие недостаточного обоснования их использования. Это и определило цель нашей работы – мониторинг формирования и минерализации костной ткани свиней при введении в рационы животных кремнеземистого мергеля Сиуч – Юшанского месторождения.

Экспериментальные исследования были проведены в условиях хозяйства ОАО «Витязь» Майнского района Ульяновской области на по-

поросята крупной белой породы, полученных от 15 свиноматок – аналогов, разделённых на три группы.

Поросята I группы были получены от свиноматок, которым на протяжении супоросности и лактации скармливали хозяйственные рационы, сбалансированные по основным питательным веществам, но с недостаточным содержанием меди, цинка, кобальта и марганца. Начиная с 7 суток постнатального развития, в период выращивания и откорма поросята I группы получали хозяйственные рационы с низким уровнем этих микроэлементов.

Поросята II группы, а также свиноматки, от которых они были получены, содержались на рационах, в которые дополнительно вводили комплексную минеральную подкормку для свиней, изготовленную научно-производственной ветеринарной лабораторией Главного Управления ветеринарии Кабинета Министров Республики Татарстан (г. Буинск), в количестве, соответствующем рекомендациям по использованию. В результате уровень меди и цинка был сбалансирован согласно существующим нормам, а по остальным элементам приближался к нормам.

Для восполнения недостатка минеральных веществ в рацион порослят III опытной группы вводили 2%, а в корма свиноматок, от которых они были получены, 3% кремнеземистого мергеля Сиуч – Юшанского месторождения (от сухого вещества корма), что соответствовало количеству микроэлементов, вводимых в рацион животных II группы в составе полисолей.

Отъём порослят от свиноматок проводили в 60-суточном возрасте.

В 1-, 60-, 105- и 270-суточном возрасте свиней проводили убой по три головы из каждой группы. В отобранных во время убоя образцах трубчатых костей определяли содержание минеральных элементов.

Биологическая роль железа в костной ткани на сегодняшний день изучена недостаточно полно. Однако полагают, что оно способствует кальцификации костей скелета, необходимо для проявления активности цитохромоксидазы, играющей важную роль в функционировании костных клеток.

Анализ данных показал (табл. 1), что

количество железа в костной ткани животных I группы за 9 месяцев увеличилось в 4,3 раза. За первые 60 суток роста и развития животных этот показатель увеличился на 24 % ( $P < 0,05$ ), в последующие 45 суток постнатального развития – на 68 % ( $P < 0,01$ ), а в период 105-270 суток – на 106 % ( $P < 0,001$ ). Интенсивный рост этого показателя отмечался в период 60 - 105 суток, который составил 0,04 мг в сутки.

Молоко свиноматок уже к концу первого месяца лактации не покрывает растущей потребности порослят в минеральных веществах [1] особенно Fe и Cu. Это указывает на необходимость минеральной подкормки порослят-сосунов с первых дней их жизни.

Во II группе количество железа в костной ткани за опытный период повысилось в 4,4 раза. За 2 месяца значения этого показателя выросли на 26 % ( $P > 0,05$ ), в возрасте 60 - 105 суток на 103 % ( $P < 0,001$ ), а в последующие 165 суток роста и развития порослят – на 72 % ( $P < 0,001$ ). Активное увеличение наблюдалось в возрасте 60 - 105 суток и составило 0,06 мг в сутки.

В III группе животных, получавшей дополнительно кремнеземистый мергель, количество железа в костной ткани выросло в 4,9 раза. За первые 60 суток значения этого показателя повысились на 33 % ( $P > 0,05$ ), в период 60 - 105 суток – на 97 % ( $P < 0,02$ ), а в возрасте 105 - 270 суток – на 87 % ( $P < 0,001$ ).

Введение добавок кремнеземистого мергеля в рацион свиноматок и растущего молодняка способствовало повышению содержания железа в ткани трубчатых костей свиней III группы. В возрасте 60 суток этот показатель в III группе был на 13,93 % ( $P < 0,1$ ) и 10,0 % ( $P < 0,1$ ) больше, чем в I и II группах, а уровень железа во II группе был практически одинаковым с I группой.

В 105-суточном возрасте животных содержание железа в костной ткани свиней II группы было на 25,53 % ( $P < 0,05$ ) выше, чем в I группе, а в III опытной группе животных этот показатель был больше, чем в I и II – на 34,04 % ( $P < 0,02$ ) и 6,78 % ( $P > 0,05$ ) соответственно. В возрасте 270 суток значения этого показателя в III группе были на 21,65 % ( $P < 0,01$ ) и 15,69 % ( $P < 0,02$ ) больше, чем в I и II группах. Сравнивая показатели I и II групп

Таблица 1

## Изменение содержания микроэлементов в костной ткани свиней в возрастном аспекте, мг/кг воздушно-сухой ткани

Показатели	Возраст, сутки												
	1			60			105			270			
	Группы												
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Fe	2,25 ± 0,02	2,30 ± 0,11	2,40 ± 0,17	2,80 ± 0,24	2,90 ± 0,34	3,19 ± 0,83	4,70 ± 0,27	5,90 ± 0,34	6,30 ± 0,41	9,70 ± 0,42	10,20 ± 0,42	11,80 ± 0,37	
	100,00	102,22	106,67	100,00	103,57	113,93	100,00	125,53	134,04	100,00	105,15	121,65	
		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> <0,1			p <sup>1-2</sup> <0,05	p <sup>1-3</sup> <0,02		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> <0,01
		100,00	104,35	p <sup>2-3</sup> >0,05		100,00	110,00		100,00	106,78		100,00	115,69
Cu	6,10 ± 0,17	6,30 ± 0,13	6,50 ± 0,12	8,00 ± 0,44	8,20 ± 0,41	8,80 ± 0,38	10,10 ± 0,28	11,40 ± 0,35	12,10 ± 0,27	15,20 ± 0,64	16,00 ± 0,52	17,80 ± 0,53	
	100,00	103,28	106,56	100,00	102,50	110,00	100,00	112,87	119,80	100,00	105,26	117,00	
		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> <0,1		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05			p <sup>1-2</sup> <0,05	p <sup>1-3</sup> <0,01		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> <0,02
		100,00	103,17	p <sup>2-3</sup> >0,05		100,00	107,32		100,00	106,14		100,00	111,25
Zn	87,00 ± 9,80	90,00 ± 10,00	95,00 ± 12,00	108,00 ± 9,20	113,00 ± 9,60	119,00 ± 12,00	129,70 ± 13,00	135,00 ± 11,00	148,00 ± 15,00	169,90 ± 12,90	174,80 ± 12,10	185,00 ± 10,00	
	100,00	103,45	109,19	100,00	104,63	110,19	100,00	104,09	114,11	100,00	102,88	108,89	
		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> <0,1			p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05
		100,00	105,56	p <sup>2-3</sup> >0,05		100,00	105,31		100,00	109,63		100,00	105,84
Mn	7,20 ± 0,47	7,50 ± 0,52	7,90 ± 0,48	8,70 ± 0,64	9,20 ± 0,67	9,90 ± 0,52	7,80 ± 0,71	7,90 ± 0,69	8,20 ± 0,58	4,40 ± 0,57	4,60 ± 0,48	4,80 ± 0,44	
	100,00	104,17	109,72	100,00	105,75	113,79	100,00	101,28	105,13	100,00	104,54	109,09	
		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> <0,1			p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05		p <sup>1-2</sup> >0,05	p <sup>1-3</sup> >0,05
		100,00	105,33	p <sup>2-3</sup> >0,05		100,00	107,61		100,00	103,80		100,00	104,35
			p <sup>2-3</sup> >0,05			p <sup>2-3</sup> <0,05			p <sup>2-3</sup> >0,05			p <sup>2-3</sup> >0,05	

в 1, 60 и 270 суточном возрасте, следует отметить, что различий практически не было.

В процессах роста и дифференциации костной ткани медь играет значительную роль, концентрируясь в основном в зонах роста эпифизов костей. Проведенные нами исследования свидетельствуют о повышении уровня меди в ткани трубчатых костей в опытных группах на протяжении всего эксперимента.

В I группе животных уровень меди в костной ткани за 9 месяцев увеличился на 149 % ( $P < 0,05$ ). В первые 60 суток значение этого показателя повысилось на 31% ( $P < 0,01$ ), в последующие 45 суток постнатального развития – на 26 % ( $P > 0,05$ ), а в период 105-270 суток – на 50 % ( $P < 0,05$ ). Интенсивный прирост отмечался в возрасте 60 - 105 суток, который составил в среднем 0,05 мг в сутки.

Во II опытной группе содержание меди в ткани трубчатых костей в первые 2 месяца постнатального онтогенеза повысилось на 30 % ( $P < 0,01$ ), в последующие 45 суток – на 39 % ( $P < 0,001$ ), а в период 105-270 суток – на 40 % ( $P < 0,001$ ).

Различий по содержанию меди в ткани трубчатых костей животных I и II групп на 1, 60, 270 сутки роста и развития практически не наблюдалось, а в 105-суточном возрасте этот показатель во II группе был больше, чем в I на 12,87% ( $P < 0,05$ ).

В III группе уровень меди за 270 суток увеличился на 173,8 % ( $P < 0,05$ ), за 2 месяца постнатального развития животных значения этого показателя выросли на 35 % ( $P < 0,001$ ), в возрасте 60-105 суток – на 37,5 % ( $P < 0,001$ ), а за следующие 165 суток – на 47 % ( $P < 0,001$ ). Наиболее интенсивный рост этого показателя был установлен в возрасте 60 - 105 суток, он составил 0,07 мг/кг воздушно-сухой ткани. В костной ткани свиней III группы при их рождении выявлена тенденция более высокого содержания меди, чем в I группе на 6,56% ( $P < 0,1$ ), в возрасте 60 суток этот показатель в III группе был выше по сравнению с I и II группами на 10,0% ( $P > 0,05$ ) и 7,32% ( $P > 0,05$ ) соответственно, в 105 суточном возрасте на 19,8% ( $P < 0,01$ ) и 6,14% ( $P > 0,05$ ), а в 270 суток на 17,0% ( $P < 0,02$ ) и 11,25% ( $P < 0,1$ ) соответственно. Таким образом, кремнеземистый мергель способствовал более активному включению

меди в костную ткань, чем полисоли.

Высокая метаболическая роль цинка обусловлена тем, что он является активатором ряда ферментов, в том числе щелочной фосфатазы костной ткани и др. Избыток Са, Си угнетает метаболизм цинка, процессы роста и дифференциации костной ткани, особенно трубчатых костей.

Содержание цинка в ткани трубчатых костей на протяжении всего эксперимента увеличивалось во всех опытных группах. Так, в I группе содержание цинка в костной ткани за 270 суток повысилось на 95 % ( $P < 0,05$ ). В первые 2 месяца уровень цинка в I группе вырос на 24 % ( $P < 0,05$ ), в возрасте 60-105 суток – на 20 % ( $P > 0,05$ ), а в 105-270 суток – на 31 % ( $P < 0,1$ ). Активный прирост отмечен в возрасте 60-105 суток и составил 0,46 мг в сутки.

Во II группе количество цинка в костной ткани свиней повысилось за период опыта на 94 % ( $P < 0,05$ ). За 60 суток постнатального развития животных значения этого показателя увеличились на 25 % ( $P > 0,05$ ), за последующие 45 суток – на 19 % ( $P > 0,05$ ) и за 165 суток откормочного периода – на 29 % ( $P < 0,05$ ). Наиболее интенсивный рост отмечен в период 60-105 суток, он был равен 0,49 мг. Следует отметить, что уровень цинка в ткани трубчатых костей животных I и II групп не имел существенных различий на протяжении всего опыта.

В III группе животных количество цинка в костной ткани за 9 месяцев увеличилось на 94 % ( $P < 0,05$ ). Так, в первые 60 суток и в период 105-270 суток содержание цинка выросло на 25 % ( $P > 0,05$ ), а в период 60-105 суток на 24 % ( $P > 0,05$ ). Интенсивный рост цинка в III группе был в 60-105 суточном возрасте и соответствовал 0,64 мг/кг воздушно-сухой ткани. Уровень цинка в III группе был на 9,19% ( $P > 0,05$ ), 10,19% ( $P < 0,1$ ), 14,11% ( $P < 0,05$ ) и 8,89% ( $P > 0,05$ ) больше, чем в I группе на 1, 60, 105 и 270 сутки роста и развития свиней и на 9,63% ( $P < 0,1$ ) больше, чем у 105 суточных поросят II группы. В 1, 60 и 270 суточном возрасте существенных различий между II и III группами не наблюдалось.

Известно [4], что содержание марганца в большеберцовой кости в большей степени зависит от его содержания в пище, чем в других органах.

Исследованиями Талызиной Т.Л. [5]

установлено, что под влиянием добавок шивыртуина к рациону подсвинков в дозе 4 и 6 % в конце опыта отмечалось повышение Mn на 58,6 и 46,5 % в бедренной кости относительно контроля.

Поэтому представляло интерес изучение содержания марганца в ткани трубчатых костей скелета животных. У поросят I группы уровень марганца увеличивался в первые 60 суток постнатального онтогенеза на 20 % ( $P < 0,1$ ), в период 60-270 суток прослеживалась тенденция снижения содержания марганца в ткани трубчатых костей с 8,7 до 4,4 мг/кг воздушно-сухой ткани. Мы не обнаружили существенных различий по количеству марганца в ткани трубчатых костей в I и II группах животных на протяжении эксперимента. Содержание марганца в костной ткани животных III опытной группы в первые 2 месяца постнатального онтогенеза увеличилось на 25 % ( $P < 0,05$ ), в последующие 45 суток снизилось на 17 % ( $P < 0,1$ ), а в период 105-270 суток снижение марганца составило 42 % ( $P < 0,01$ ). В III группе животных уровень марганца в костной ткани был больше на 9,72 % ( $P > 0,05$ ) у новорожденных поросят, на 13,79 % ( $P < 0,1$ ) в 60-суточном возрасте, на 9,09 % ( $P > 0,05$ ) в 9-месячном возрасте по сравнению с I группой. В возрасте 105 суток этот показатель не имел различий со значениями I группы. По сравнению со II группой количество марганца в ткани трубчатых костей животных III группы только в 60-суточном возрасте было выше на 7,61 % ( $P < 0,05$ ). В 1, 105 и 270 суток во II и III группах значения этого показателя были почти одинаковыми. Содержание марганца в костной ткани свиней всех групп повышалось в возрасте от 1 до 60 суточного возраста животных, что свидетельствует о его роли в развитии, формировании и минерализации костной ткани.

При недостатке марганца отмечается снижение активности гликозилтрансфераз, играющих важную роль в синтезе гликозаминогликанов, что может привести к развитию аномалий скелета [4].

Наши данные согласуются с данными других исследователей [6,7,5,8,9], которые показывают, что под влиянием добавок цеолита к рациону повышалось содержание Cu, Mn в бедренной кости свиней.

### Библиографический список

1. Хеннинг, А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных / А. Хеннинг. – М.: Колос, 1976. – с.103-115; 127-152.
2. Стеценко, И.И. Активность роста и прочность костей скелета свиней при введении в рацион минеральных добавок / И.И. Стеценко, Н.А. Любин, Т.М. Шленкина // Научно – теоретический журнал «Вестник» Ульяновской ГСХА, №2 (14), 2011. – С.41 – 46.
3. Стеценко, И.И. Биохимические закономерности формирования костной ткани свиней под воздействием минеральных добавок. /Стеценко И.И Любин Н.А., Шленкина Т.М. Научно – теоретический журнал «Вестник» Ульяновской ГСХА, №4 (16), 2011. – С.57 – 63.
4. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека /А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. –М. «Медицина» 1991.
5. Талызина, Т.Л. Влияние добавок цеолита на продуктивность и содержание микроэлементов в органах и тканях молодняка свиней / Автореф. дисс. канд. биол. наук. – М., 1995. – 16с.
6. Грабовенский, И.И. Цеолиты и бетоны в животноводстве / И.И. Грабовенский, Г.И. Калачнюк. – Ужгород: Карпаты, 1984. – 74с.
7. Грабовенский, И.И. Влияние клиноптилолита Закарпатских месторождений на продуктивность, обмен веществ и качество мяса молодняка крупного рогатого скота / И.И. Грабовенский, И.И. Криштофорн, Г.И. Калачнюк, Я.В. Маслякович // Применение природных цеолитов в животноводстве и растениеводстве: Тез. докл. симп. – Тбилиси: Мецниереба, 1984. - с.18-21.
8. Anderson, J. Transfer <sup>137</sup>Cs from feed to lambs meat and the influence of feeding bentonite / Swedish J. Agric., Res. – 1989. 19. – p.85-92.
9. Andersson, J. Transfer of <sup>137</sup>Cs from feed to lamds meat and the influence of feeding bentonite. Swedish J. Agric. Res. 1989, 19; с.85-92.