

УДК 636.087.72

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

*Александр КИЛИМНЮК**Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААНУ, Украина*

**Abstract.** A new mineral concentrate made by a special method from bone tissues of farm animals is presented in this paper. Mineral concentrate constitutes a concentrated source of calcium and phosphorus and is an alternative to tricalcium phosphate. Samples collected from seventeen experimental batches of mineral concentrate were tested to study the chemical composition and the degree of variation of the parameters of calcium and phosphorus content. Laboratory studies showed that more than 70% of the analyzed samples contain calcium in the range of 380 to 420 g/kg and phosphorus – in the range of 120 to 163 g/kg. It was established that the average calcium content in the mineral concentrate is 39.6% and phosphorus content is 14.5%. Comparative studies indicate a higher solubility of phosphorus in 2% citric acid in the mineral concentrate when compared with tricalcium phosphate.

**Key words:** Mineral concentrate; Calcium; Phosphorus; Tricalcium phosphate; Farm animals.

**Реферат.** В статье представлен новый минеральный концентрат, изготовленный специальным способом из костной ткани сельскохозяйственных животных. Минеральный концентрат представляет собой концентрированный источник кальция и фосфора и является альтернативой трикальцийфосфату. Для изучения химического состава и степени варьирования показателей содержания кальция и фосфора, были проведены испытания образцов отобранных от семнадцати опытных партий минерального концентрата. Лабораторные исследования показали, что более 70% из проанализированных образцов содержали кальций в диапазоне 380-420 г/кг и фосфор – в диапазоне 120-163 г/кг. Установлено, что в минеральном концентрате среднее содержание кальция составляет 39,6%, а фосфора 14,5%. Результаты сравнительных исследований свидетельствуют о высшей растворимости фосфора в 2% лимонной кислоте у минерального концентрата по сравнению с трикальцийфосфатом.

**Ключевые слова:** Минеральный концентрат; Кальций; Фосфор; Трикальцийфосфат; Сельскохозяйственные животные.

### ВВЕДЕНИЕ

Современной науке достаточно хорошо известно, что наиболее существенными факторами минерального питания животных являются два главных элемента – кальций и фосфор. Источниками кальция для животных могут быть объемные корма и многочисленные природные ископаемые минералы, распространенные во многих регионах страны.

Обеспечение животных фосфором было и остается наиболее сложной проблемой. Это связано с тем, что ископаемых источников этого макроэлемента нет. В объемистых кормах фосфора мало. Например, в сене его концентрация ниже, чем кальция в 5–9 раз (Калашников, А.П. и др. 2003).

В концентрированных кормах фосфора относительно много. Но его усвоение из этих кормов не превышает 12–15% от исходного количества, что и обуславливает его колоссальный дефицит. Как правило, более 90% фосфора концентратов связано в специфические органические соли – фитаты (Шкункова, Ю.С. 1988). Собственных ферментов, разрушающих эти соли в организме животных и птиц нет. И только у взрослых жвачных микроорганизмы рубца способны высвободить фосфор из фитиновых соединений, делая его весьма доступным для животных. Современное интенсивное свиноводство и птицеводство уже немыслимо без использования синтетических фосфорных добавок. В мировой практике широко применяют моно- и ди-, трикальцийфосфат.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Цель исследования – изучить химический состав новой кальциево-фосфорной добавки – минерального концентрата и провести его сравнительные исследования с трикальцийфосфатом.

Трикальцийфосфат – минеральная добавка, которая производится из апатитового концентрата и фосфорной кислоты с добавлением гидроксида натрия. Формула апатита  $\text{Ca}_5 [\text{CO}_3] [\text{PO}_4]_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}, \text{B})$ . Его химический состав (%):  $\text{CaO}$  – 55,38;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 42,06;  $\text{F}$  – 1,25;  $\text{Cl}$  – 2,33;  $\text{H}_2\text{O}$  – 0,56.

В соответствии с этим различаются: фторапатит – фторсодержащий; хлорапатит – хлорсодержащий; гидроксилapatит – OH-содержащий. В природе преобладают апатиты, содержащие фтор (фторапатиты). Кальций апатитов иногда замещается стронцием, количество которого доходит до 11%, а также редкоземельными элементами (Білецький, В.С. 2004).

Минеральный концентрат является альтернативной трикальцийфосфату кальций фосфорной добавкой изготовленной специальным способом из костной ткани сельскохозяйственных животных.

Для выяснения доступности биогенных элементов кальция и фосфора в организме свиней живой массой 35-50 кг из минерального концентрата и трикальцийфосфата был проведен опыт. Для этого сформировали три группы животных, по четыре в каждой, с учетом происхождения, возраста, пола, породы, живой массы.

Рацион включал кормовое сырье: зерно тритикале, зерноотходы пшеницы и полножировую экструдированную сою. Уровень полноценности протеина поднимали за счет введения L-лизина, благодаря чему суточное содержание наиболее лимитной аминокислоты был на уровне потребности – 14,2 г.

С целью определения доступности в кормовой смеси кальция и фосфора животные контрольной группы № 1 в состав рациона из минеральных добавок получали только поваренную соль.

Животные опытных групп №2 и №3 получали основной рацион, который включал 60% дробленого зерна тритикале, 24,6% зерновых отходов пшеницы, 13,0% экструдированной сои, 0,1% смеси микроэлементов и витаминов и 0,4% поваренной соли. Остальные 1,9% – составляли минеральный концентрат (группа №2) и трикальцийфосфат (группа №3).

Во время балансового опыта проводилось постоянное наблюдение за физиологическим состоянием подопытных животных. Их поведение было удовлетворительным во всех группах.

В течение учетного периода велся учет потребленного корма, остатков корма, выделенного кала и мочи. Проводился отбор корма, остатков кала и мочи, а на восьмой день были сформированы средние образцы, которые прошли подготовку при температуре 65°C и измельчение на лабораторном вспомогательном оборудовании.

В подготовленных образцах было проведено определение содержания кальция, фосфора, магния и микроэлементов таких как цинк и марганец.

По завершению аналитических измерений в отобранных образцах были рассчитаны балансы биогенных элементов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Разработанный способ получения минерального концентрата из отходов мясоперерабатывающих предприятий существенно отличается от того, что есть на производстве. Полученное кормовое средство фактически является стерильным, так как изготавливается при высоких температурах, не теряя при этом своих полезных свойств.

При определенных параметрах температуры и экспозиции было изготовлено семнадцать опытных партий минерального концентрата, в которых были сформированы средние пробы образцов и проведены исследования на содержание кальция, фосфора и микроэлементов.

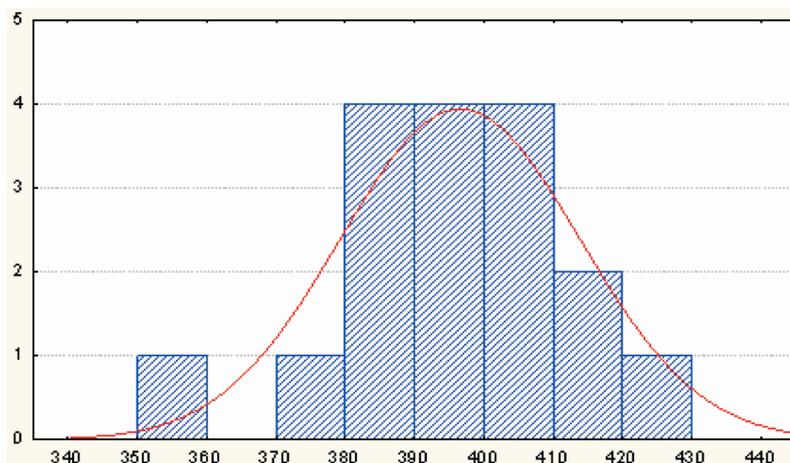
На рисунке 1 представлены результаты статистической обработки содержания кальция в отобранных образцах семнадцати партий минерального концентрата.

Гистограмма нормального распределения показывает, что более 29% образцов минерального концентрата содержали кальций в количестве 390-400 г/кг. Около 23,5% образцов имели содержание кальция от 400 до 407 г/кг, 17,6% – 382-389 г/кг и 11,8% – 415-418 г/кг. Из проанализированных образцов минерального концентрата 6% содержали менее 370 г/кг кальция и такое же количество более 420 г/кг.

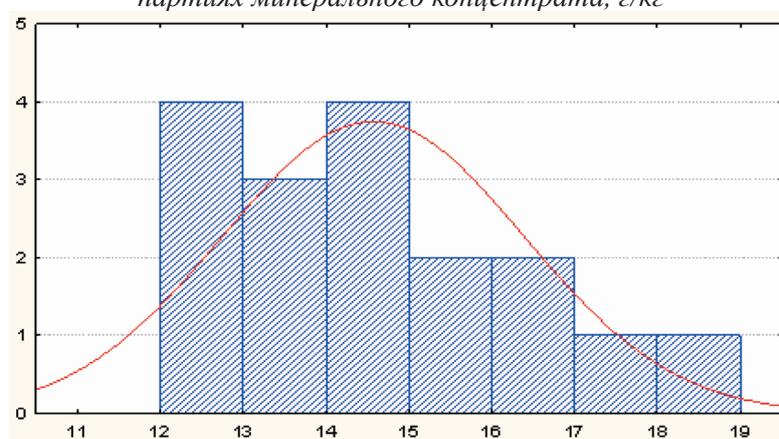
Нормальное распределение содержания кальция в минеральном концентрате указывает на то, что более 70% проанализированных образцов содержали кальций в диапазоне 380-420 г/кг.

Данные анализа опытных партий минерального концентрата свидетельствуют о том что, по содержанию кальция он не уступает трикальцийфосфату, а даже превосходит его.

Также нами был проанализирован минеральный концентрат на содержание фосфора, результаты которого представлены на рисунке 2 в виде гистограммы нормального распределения.



**Рисунок 1.** Диапазон содержания кальция в исследовательских партиях минерального концентрата, г/кг



**Рисунок 2.** Диапазон содержания фосфора в исследовательских партиях минерального концентрата, %

Анализ гистограммы нормального распределения показывает, что более 35% образцов минерального концентрата содержали фосфор в количестве 135-150 г/кг. Остальные образцы распределились следующим образом: 23,5% образца содержат 153-163 г/кг фосфора, 11,8% – 120-128 г/кг и 11,8% – 173-184 г/кг. У 17,6% образцов минерального концентрата содержание фосфора было менее 103 г/кг и у 11,8% больше 173 г/кг.

Из проанализированного распределения содержания фосфора в образцах минерального концентрата видно, что более 70% образцов отобранных от произведенных партий имели содержание фосфора в диапазоне 120-163 г/кг.

Сравнивая минеральный концентрат с трикальцийфосфатом (рис. 3) следует отметить, что по содержанию кальция последний уступает. Трикальцийфосфат имеет несколько более высокое содержание общего фосфора, однако растворимость фосфора минерального концентрата в 2% лимонной кислоте выше, что свидетельствует о его лучшей доступности для желудочно-кишечного тракта животных.

Во время проведения лабораторных исследований образцов минерального концентрата на содержание кальция и фосфора также была определена концентрация в нем и других макро- и микроэлементов (рис. 4).

Анализ баланса кальция у свиней группы №1, которые не получали в составе рациона кальцийсодержащих добавок показал, что его доступность в такой кормовой смеси составляет 26,5%.

Опытные свиньи группы №2 имели высшую доступность кальция, так как в состав их рациона входила кальцийсодержащая добавка минеральный концентрат. Так доступность кальция в их дневном рационе составляла 53,7%, а по расчетам в минеральном концентрате составила 57,6%.

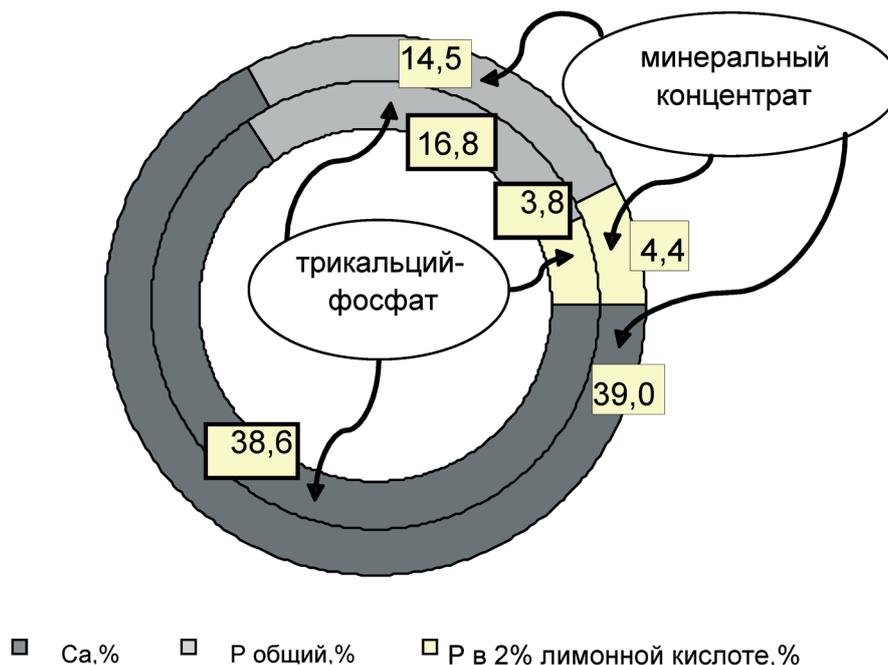


Рисунок 3. Сравнительная оценка минерального концентрата с трикальцийфосфатом

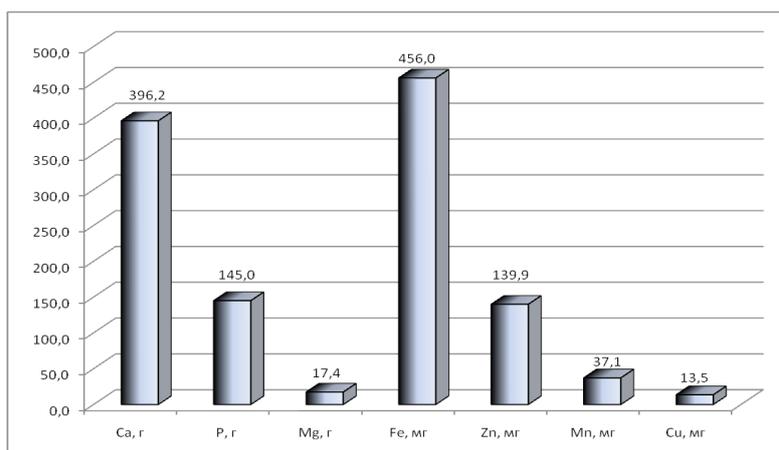


Рисунок 4. Содержание макро- и микроэлементов в минеральном концентрате Установлено, что в минеральном концентрате из определенных биогенных элементов больше всего содержалось макроэлементов. Так кальций составлял более 70%, фосфор почти 25% и магний более 3%. С микроэлементов железо составляло 0,08%, цинк 0,03%, марганец 0,007% и медь 0,002%.

Относительно доступности кальция из рационов свиней группы №3, то она была следующая: в рационе свиней 50% и в самом трикальцийфосфате 54,7%.

Проведенный анализ доступности фосфора в кормовой смеси свиней группы №1 показал, что она была ниже по сравнению с кальцием и составляла 21,6%. Это указывает на низкую доступность фосфора из зерновых, которые входят в состав рационов.

Доступность фосфора у свиней группы №2 в суточном рационе обогащенном минеральным концентратом была на уровне 53,8%. Расчет показал, что доступность фосфора в минеральном концентрате составила 80%.

У свиней группы №3 доступность фосфора в рационах была 51,4%, а в трикальцийфосфате 80,2% т.е. наравне с минеральным концентратом.

По результатам баланса магния было выяснено, что его доступность у свиней в кормосмеси без введения минеральных добавок (группа №1) составила 16,4%.

Следует обратить внимание на то, что на фоне добавления минерального концентрата и три-

кальцийфосфата его доступность росла. Так у свиней группы №2 она составила 32,6%, а у свиней группы №3 30,6%. Это лишь дополнительно подтверждает взаимное влияние макро- и микроэлементов (Чорнолата, Л.П. и др. 2003), за счет которого можно как повысить, так и понизить усвоение биогенных элементов в рационах животных.

По результатам расчета баланса марганца его доступность в кормосмеси свиней группы №1 была на уровне 28,5%. У свиней группы №2 и группы №3, получавших смеси микроэлементов усвоение марганца возросло до 42,2% и 40,4% соответственно. Здесь наблюдалась тенденция к улучшению усвоения марганца в свиней группы №2, которые потребляли минеральный концентрат.

Что касается доступности цинка с кормосмеси свиней, то она составляла: у группы №1 – 27,6%, группы №2 – 34,1%, а у группы №3 – 33%. Существенной разницы в доступности цинка между подопытными животными, получавшими в составе рационов минеральный концентрат и трикальцийфосфат, не было обнаружено.

### ВЫВОДЫ

Минеральный концентрат содержит в своем составе 39,6% кальция и 14,5% фосфора, который имеет высокую растворимость и может конкурировать по доступности с фосфором трикальцийфосфата.

В результате проведения сравнительных исследований рационов свиней содержащих трикальцийфосфат и минеральный концентрат выяснилось, что доступность в последнем кальция была выше на 25%, а фосфора на 13%. В прямых исследованиях на животных было установлено, что доступность фосфора в минеральном концентрате составляет 80%.

Преимуществом минерального концентрата как альтернативной трикальцийфосфату минеральной добавки является то, что в его составе находятся еще и микроэлементы органического происхождения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БЛЕЦЬКИЙ, В. (2004). Мала гірнича енциклопедія. Т. 3. Донецьк: Схід. видав. дім. 640 с. ISBN 966-7804-14-3.
2. КАЛАШНИКОВА, А. и др. (2003). Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Москва. 352 с. ISBN 5-94587-093-5.
3. ЧОРНОЛАТА, Л., ПРОКОПЕНКО, Л. (2003). Вплив мікроелементних сумішей, виготовлених на основі сульфатів, на обмін азоту та фосфору у свиней. В: Корми і кормовиробництво, Вип. 51, с. 362-364. ISBN 966-7699-90-0.
4. ШКУНКОВА, Ю. (1988). Кормление свиней на фермах и комплексах. Ленинград: Агропромиздат. 255 с. ISBN 5-10-000071-6.

Data prezentării articolului: 23.09.2018

Data acceptării articolului: 27.10.2018