

УДК 636.087.72

*Л.И. ПОДОБЕД, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий лабораторией проектирования животноводческих объектов
Институт свиноводства и агропромышленного производства НААН Украины*

Хелатные комплексы кремния – основа нового поколения эффективных кормовых добавок для птицы

В статье приведена сравнительная характеристика кремнийсодержащих добавок для птицы. Показано, что хелатные комплексы кремния – это основа нового поколения эффективных кормовых добавок для птицы.

К искусственным кремнийсодержащим концентрированным добавкам относятся силатран, мивал, черкез, аэросил и другие. Показано влияние искусственных кремнийсодержащих добавок на продуктивность сельскохозяйственной птицы и ее физиологическое состояние [4]. Указанные добавки, как правило, являются концентратами силикатных солей щелочных металлов в сочетании с сопутствующими веществами-усилителями (моносахаридами, солями микроэлементов и др.). В отличие от природных кремнийсодержащих минералов эти продукты многократно концентрируют доступный кремний, переводят его в анионную форму и вводят их в рацион в дозе менее 0,3% по массе.

Тщательный анализ литературных источников по характеристике указанных добавок [1,2,3,6] свидетельствует, что большинство из них рассматриваются больше как препараты ветеринарные, чем кормовые. В силу этого их дозы нельзя считать изученными до конца. Отдельные из этих доз даются в расчёте на 1 кг живой массы, что затрудняет расчёт их ввода с кормом. Часто при применении этих добавок используется принцип дискретности (скармливание в отдельные периоды жизни и продуктивности), а это затрудняет вычленение истинного эффекта препаратов в системе их использования. Наконец, химическая

природа препаратов, в большинстве случаев, предусматривает обязательный учёт их взаимодействия с иными компонентами премикса и комбикорма. К сожалению, о возможных проблемах указанных добавок нет даже упоминания ни в одном из проработанных нами источников.

По нашему мнению, водорастворимые силикаты щелочных металлов, составляющие основу рассматриваемых препаратов могут создавать серьезные проблемы с формированием комплексных солей меди ними и солями микроэлементов, витаминов. Они могут вступать в сложные химические взаимодействия с белками и свободными сахарами. Видимо поэтому нами отмечен серьёзный разброс в данных продуктивного эффекта, сохранности поголовья, влиянии на иммунную и иные функции в организме птицы.

Наконец неопределённость функциональных свойств рассмотренных добавок (ветеринарные или кормовые) не позволяет считать их достаточно изученными и однозначно эффективными.

По нашему мнению, несмотря на серьёзные успехи физиологической науки, чётко определившей место и роль кремния в системе полноценного питания животных и птицы, техническая, технологическая и зоотехническая сторона дела как обеспечить организм этим элементом с учётом большинства сопутствующих эффектов, – оста-

ётся нерешённой.

Исследования последних лет неопровержимо доказали, что лучшей формой обеспечения комбикормов и рационов максимально доступными микроэлементами считается перевод их в хелатную форму перед поступлением на смешивание. Только при этой форме удаётся практически исключить химические взаимодействия разных по химической природе неорганических веществ между собой, а главное, в 3-7 раз снизить дозу введения в рацион каждого из хелатированных элементов при полном сохранении их физиологического и зоотехнического эффекта.

Учитывая это, нами впервые в физиологической и зоотехнической практике осуществлена попытка создать специфический хелат ультрамикроэлемента кремния, способный решить проблему кремниевой обеспеченности организма высокопродуктивных животных и птицы.

Для создания устойчивого и эффективного кормового препарата хелата кремния нами выбран органический его источник – шелуха риса, а в качестве хелатообразователя применены пирокатехины, получаемые из отходов зелёного чая.

Как известно, кремний образует соединения хелатного типа с кислород- и азотсодержащими органическими соединениями, в которых атом кремния координирован

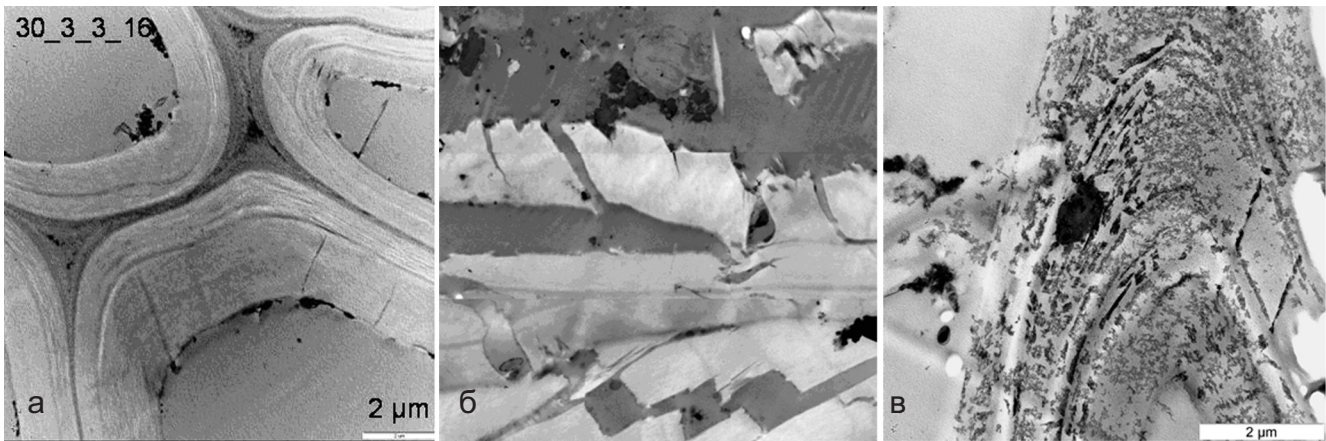


Рис. 1. Изменение видимых характеристик (электронная микроскопия) структуры клеточных стенок рисовых оболочек под действием механохимической обработки:

а – структура клеточных стенок исходного растительного сырья (шелуха риса);

б – клеточные стенки сырья после интенсивной механической обработки;

в – клеточные стенки сырья после интенсивной механохимической обработки.

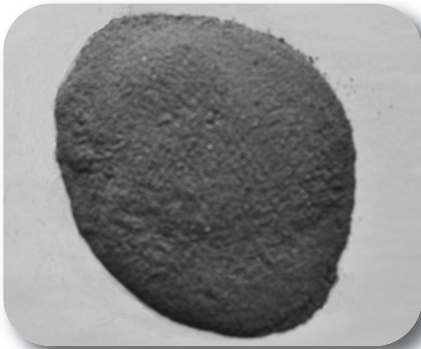


Рис. 2. Общий вид препарата “Живой кремний”.

шестью полярными атомами. Наиболее отвечают этим требованиям ароматические соединения, содержащие гидроксильные группы в ортоположении. Такой структурой обладает пирокатехин, в котором гидроксильные группы находятся в плоскости кольца, и расстояние кислород-кислород равно расстоянию между атомами кислорода в структуре с октаэдрической координацией атомов кремния. Поиск хелатирующего агента, в котором содержались бы пирокатехины привёл нас к достаточно доступному и надёжному его источнику – отходам зелёного чая.

Обычно для получения хелатных комплексов кремния с полифенолами используют методы, основанные на взаимодействии реагентов в водных растворах оснований при длительном их совместном нагревании.

Однако оказалось, что полифе-

нолы в жидкой фазе легко и быстро окисляются, а далее полимеризуются. Поэтому рассчитывать на их эффективность и возможность формирования хелатного комплекса не приходится. Это обстоятельство сделало актуальным поиск методов синтеза хелата кремния, лишенных побочных реакций.

Оказалось, что если подобранные исходные компоненты подвергнуть специальному твердофазному механохимическому синтезу реагенты и его продукты останутся в устойчивой твердой форме, что полностью предотвратит их окисление и потери биологической активности. Так был получен оригинальный с точки зрения биологической химии кормовой препарат хелатного кремния. В качестве действующего вещества он содержит аморфный кремнезём, а хелатообразователем выступают пирокатехины зелёного чая. Данная реакция между исходными компонентами протекает исключительно в твёрдой фазе без операции их предварительного растворения в специально реакторе.

Таким образом, получен и испытан препарат хелатного кремния под торговой маркой “Живой кремний”, налажено его массовое производство в условиях Российской Федерации.

Прямые электронномикроско-

пические исследования препарата хелатного кремния, полученного механохимическим путем, показывают, что в результате механохимической реакции происходит последовательное разрушение клеточных стенок растительного сырья на фрагменты со средними размерами частиц 100 нанометров [2].

На рисунке 1 для сравнения приведены: структура клеточных стенок исходного растительного сырья (а), клеточные стенки сырья после интенсивной механической обработки (б), клеточные стенки сырья после интенсивной механохимической обработки (в).

Данные рисунка 1б свидетельствуют о потере исходной структуры клеток шелухи риса в процессе обработки, а на рис 1в видно, что формирование уже изменённой картины распределения частиц происходит снова. При этом места взаимодействия пирокатехинов чая и диоксида кремния хорошо видны в виде чёрных точек.

Изучение химических и биологических свойств конечного продукта показало, что в результате механохимической обработки выбранного типа получены материалы, характеризующиеся повышенной реактивной способностью в водной среде. В частности, при добавлении воды к композитному препарату на основе рисовой шелухи и зеленого чая в раствор легко выде-

ляются значительная часть хелатных соединений кремния. До тех пор, пока хелатный комплекс сохраняется в сухом виде с исходной влажностью, он не проявляет никаких химических реакций, не взаимодействует с компонентами комбикорма со стандартной влажностью. Некоторая часть кремния (до 20-25% от его общего количества) остаётся в виде чёткой пространственной структуры и не подвергается химическому расщеплению в желудочно-кишечном тракте.

По внешнему виду это хорошо сыпучий мелкий порошок тёмно коричневого цвета со слабым специфическим запахом (рис.2).

Продукт имеет слабощелочную реакцию среды и характеризуется химическими показателями, представленными в таблице.

Полученный продукт “Живой кремний” включает около 16% двуокиси кремния, 1,56% (0,25% от коммерческой массы препарата) из которой приходится на водорастворимую хелатирующую форму указанного ультрамикрорезиона. В составе добавки присутствуют углеводы (до 60%), протеин (5%), минералы (кальций и микроэлементы, до 0,5%) витамины группы В, витамин Е и С.

“Живой кремний” легко смешивается с типичными компонентами комбикорма или рациона животных, и в силу выраженных адгезивных свойств не самортируется при перемещении, раздаче и потреблении кормовой смеси.

Хелатная природа кремния,

**Химический состав и некоторые технологические свойства
кормового препарата хелатного кремния
(препарат “Живой кремний”)**

Показатель	Граничные значения
Влажность, %	11-12
Сырой протеин, %	5
Сырая клетчатка, %	20-25
Сырая зола, нерастворимая в HCL, %	1-1,2
Общий фосфор, %	1,3
Ртуть, мг/кг	<0,05
Медь, мг/кг	4,9
Цинк, мг/кг	14,6
Мышьяк, мг/кг	<0,02
Свинец, мг/кг	<0,18
Кадмий, мг/кг	<0,13
Афлатоксин 13 1, мг/кг	<0,001
Охратоксин, мг/кг	<0,005
Токсичность на простейших	Отсутствует
Патогенная микрофлора	Не выделена
Остаток на сите с диаметром 3 мм, не более, %	1,1
Зараженность вредителями хлебных запасов, экземпляров в 1 кг, не более	Не обнаружено

входящего в препарат, не позволяет ему вступать в химические взаимодействия ни с какими химическими компонентами премиксов, минералов, микробиологических добавок, витаминов. Химическая инертность продукта сохраняется в желудочно-кишечном тракте до поступления корма с его включением в жидкую среду слюны.

Выводы

Продукт “Живой кремний” включает около 16% двуокиси кремния, 1,56% и в его состав входят углеводы (до 60%), протеин (5%), минералы (кальций и микроэлементы, до 0,5%) витамины группы В, витамин Е и С. Данный препарат легко смешивается с типичными компонентами комбикорма или рациона животных.

Литература

1. Бабушкин В.А. Особенности роста и развития ремонтного молодняка кур при включении в кормосмесь препарата черказ / В.А.Бабушкин, К.Н.Лобанов, Т.Р.Трофимов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №6. – С. 41-42.
2. Бычков А.Л. Изменения клеточной стенки при механической активации растительной и дрожжевой биомассы / А.Л.Бычков, К.Г.Королев, Е.И.Рябчикова, О.И.Ломовский // Химия растительного сырья. – 2010. – №1. – С.49-56.
3. Денисов Д.А. Использование новой кремнийорганической биологически активной добавки в

рационах кур-несушек / Д.А.Денисов, А.С.Федин // Зоотехния. – 2013. – №9 – С. 16-17.

4. Подобед Л.И. Характеристика кремнийсодержащих добавок для птицы / Л.И. Подобед // Сучасне птахівництво. – 2014. – №8. – С.20-22.

5. Улитко В. Влияние Ферросила на иммунный статус и продуктивность несушек / В.Улитко, В.Васильев // Птицеводство. – 2010. – №1. – С. 39-41.

6. Яковлева И.Н. Морфофункциональная характеристика печени цыплят-бройлеров, получавших добавки кремния диоксида к корму / И.Н.Яковлева, Г.И.Горшков // Вестник ветеринарии. – 2011. – №57. – С.53-57.