

## К ВОПРОСУ О БИОГЕННЫХ СВОЙСТВАХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА

Изучено биологическое действие многоядерных гетеровалентных фосфорсодержащих комплексона-тов титана (ФКТ) в функции их состава и строения в хроническом эксперименте на животных и растениях. Установлено 12 биоэффектов в результате взаимодействия ФКТ с биологическими системами. Биоэффекты носят универсальный дозо-, природозависимый, метаболический, иммуностропный, антиоксидантный, бактерицидный, буферный характер. Полученные данные доказывают жизненную необходимость элемента титана. На основе ФКТ разработаны технологии получения пяти биологически активных добавок (БАД)

С целью выявления биогенных свойств элемента титана было проведено системное исследование влияния фосфорсодержащих комплексона-тов титана (ФКТ) на биологические особенности животных (мышей, свиней, цыплят, пчёл) и растений. ФКТ – многоядерные гетеровалентные комплексы с полигетерофункциональными фосфорсодержащими комплексонами. По составу и физико-химическим свойствам ФКТ имеют много общего с белками, ферментами, витаминами и соответствуют всем требованиям, предъявляемым к соединениям, которые применяются в животноводстве и растениеводстве.

В биологических системах не действует изолированно ни один химический элемент. Значение имеет природа, концентрация и соотношение между элементами, прямая и обратная взаимосвязь между органической составляющей ФКТ и ионами титана: содержание металлов – комплексные соединения металлов – органические лиганды. Процессы жизнедеятельности протекают с их участием и зависят от их состава, содержания, соотношения иона металла и органической составляющей. В образовании комплексных соединений участвуют как макро-, так и микроэлементы и их свойства определяются строением и соотношением данных элементов, условиями их функционирования. По ряду веществ химический состав организма очень лабилен. Соотношение его органических составляющих (лигандов), образованных макроэлементами, и комплексообразователей – ионов металлов – заметно варьирует. Если в системе несколько лигандов с одним ионом металла или несколько ионов металла с одним лигандом, способных к образованию комплексных соединений, то наблюдаются равновесия: в первом случае лигандообменное – конкуренция за ион металла, во втором случае металлообменное – конкуренция между ионами металла за лиганд. Преобладающим будет процесс образования наиболее прочного комплекса. Установлено оптимальное

соотношение N:P:Ca и N:P:K, обеспечивающее интенсификацию метаболических процессов с участием титана, при этом гомеостатическая ёмкость других биогенных элементов повышается. В работе рассмотрены особенности взаимосвязи между составом, строением, природой комплексов и их биоэффектами. Биостимулирующее действие монолигандных ФКТ определяется в основном ионами титана, а разнолигандных – как ионами, так и лигандами.

При обосновании биогенности титана исходили из особенностей ответных реакций организма на введение ФКТ. Титан постоянно содержится в организме человека и животных (~10<sup>-60</sup>%). Суточное поступление титана в организм человека составляет 850 мкг. Отмечено возникновение заболеваний при нарушении обмена титана. Титан входит в состав плазмы крови, печени, желез внутренней секреции. Цельная кровь имеет 0,53 мкг%, до 1% содержится в гамма-глобулиновой фракции белков крови. В крови беременных женщин и у новорождённых повышенное содержание титана, в женском молоке 0,0136 мкг%. Титан постоянно содержится в эмбрионе. Соединения титана участвуют в процессах эмбриогенеза. При введении 0,05 мг титана многоплодие свиноматок повышается на 16%. Выживаемость поросят увеличивается на 37%, рост живой массы на 45%. Отмечена интенсификация анаболических процессов, повышается иммунобиохимический статус. Изучены особенности клинических, гематологических и морфологических параметров организма. ФКТ оказывает выраженное иммуностимулирующее и метаболическое действие.

Изучено влияние ФКТ на процесс фотосинтеза, антиоксидантные свойства, резистентность организма к неблагоприятным метеорологическим и экологическим факторам окружающей среды – морозостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вирусным и другим заболеваниям. Повышаются антиокислительные свойства, содержание

нитратов снижается на 20-40%. Малые дозы ФКТ 0,15 мг/кг обладают биостимулирующим действием, а большие дозы? 80 мг/кг – иммунодепрессивным. Биоактивность носит интегральный опосредованный характер и достигается влиянием на различные системы организма: ферментативные, кроветворные, иммунобиохимические, антиоксидантные, кислотно-основные, бактерицидные, микро– и макроэлементный гомеостаз. Биологическое действие изучали в широких интервалах концентраций – от  $10^{-7}$  до  $10^{-3}$  моль/кг. Ответная реакция носит нелинейный немонотонный характер и может быть представлена в первом приближении как сочетание гиперболы и сигмоиды, которые отражают биорегуляторные свойства, и носит дозозависимый характер. Следовательно, титан обладает высокой гомеостатической ёмкостью. ФКТ отнесены к малотоксичным соединениям. Показана биологическая роль ФКТ в сохранении и коррекции элементного и молекулярного гомеостаза. ФКТ повышают в крови содержание церулоплазмина в 1,4-1,7 раза. ФКТ обладают нейтра-

лизующим, элиминирующим действием на ксенобиотики, снижают в организме содержание свинца, никеля на 80-95%, обеспечивают сбалансированное минеральное питание.

Итак, ФКТ оказывают выраженное иммуностимулирующее и метаболическое действие, активно включаются в процессы повышения резистентности организма, сохранения антиоксидительного гомеостаза. Ферментативное действие ФКТ аналогично действию пероксидазы и каталазы, но более эффективно. Представлен механизм их действия. Рассмотрена уникальная роль и возможность управления сопряженной редокс-системой  $Ti^{4+}/Ti^{3+}$ . Следовательно, ФКТ обладают полифункциональным действием. Установлено более 10 биоэффектов в результате взаимодействия ФКТ с биологическими системами: метаболический, иммуностропный, антиоксидантный, адаптогенный, стимулирующий, репродуктивный, бактерицидный, буферный, микроэлементный, детоксикационный, дозо- и природозависимый, которые указывают на биогенность элемента титана.

---

#### Список использованной литературы:

1. Жолнин А.В. Антиоксиданты на основе фосфорсодержащих комплексонов металлов. Актуальные проблемы медицинской науки и практического здравоохранения. – Труды научной сессии, посвященной 60-летию медицинской академии. – Челябинск: Изд-во ЧелГМА, 2004. – 160 – С. – С. 131-132.
2. Жолнин А.В. Биологическое значение титана. Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. М.: Наука, 2003 – 351с. / Тр. биохим. лаб. – Т. 24 – С.289-300.