

ПОЛУЧЕНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ НОВЫХ ПИЩЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

PRODUCTION, QUALITY AND SAFETY EVALUATION OF ESSENTIAL TRACE ELEMENTS NEW FOOD SOURCES

**И.В. Гмошинский, С.Н. Зорин, М. Баяржаргал, А.М. Сафронова,
Е.А. Мартынова, Н.М. Шилина, М.В. Гмошинская, В.К. Мазо
I.V. Gmoshinski, S.N. Zorin, M. Bajarjargal, A.M. Safronova,
E.A. Martynova, N.M. Shilina, M.V. Gmoshinskaya, V.K. Mazo**

ГУ НИИ питания РАМН, Москва
State research Institute of Nutrition, Moscow

РЕЗЮМЕ: В статье рассматривается проблема неадекватной обеспеченности населения РФ микроэлементами и возможные пути ее решения с использованием новых пищевых источников эссенциальных микроэлементов в органически связанной форме.

SUMMARY: The problem is discussed of insufficient food supplementation of some trace elements in Russia and possible ways of its solution with a help of new trace elements food sources in organic form.

Анализ данных научной литературы позволяет заключить, что для населения России характерна недостаточность ряда эссенциальных микроэлементов (ЭМ). Многочисленные эпидемиологические исследования обеспеченности ЭМ, проведенные, в том числе, в детских коллективах, свидетельствуют о высокой вероятности проявления недостаточности железа, цинка и меди. Во многих случаях численность лиц с неадекватной обеспеченностью ЭМ достигает или даже превосходит 50% всего обследованного населения [1]. Выполненные нами расчеты фактического потребления микроэлементов на основе данных Госкомстата РФ о результатах бюджетного обследования 50 тысяч домашних хозяйств в 2001-2004 гг. [2], показали, что вероятность алиментарной недостаточности хрома высока, по-видимому, для всех групп населения, независимо от уровня доходов. Недостаточность цинка и железа весьма характерна, вероятно, для малообеспеченных слоев населения. Положение, возможно, усугубляется тем фактом, что 50% и более этих ЭМ в питании жителей РФ присутствуют в составе растительных продуктов, где их биодоступность низка. Вопрос о риске недостаточности селена в РФ является в настоящее время предметом дискуссии, хотя для значительного числа групп риска (лица, проживающие в селенодефицитных регионах, беременные женщины и дети раннего возраста, больные гастроэнтерологическими заболеваниями) наличие недостаточности селена можно считать доказанным на основе данных ана-

лиза этого микроэлемента в сыворотке крови [3]. В частности, в нашем исследовании было показано, что более чем у 50% рожениц, обследованных в роддомах г. Рязани, уровень селена в сыворотке крови был ниже 50 мкг/л [4]. Среди детей, родившихся от этих женщин, отмечалось достоверное снижение в сыворотке крови общей антиоксидантной активности по сравнению с младенцами, матери которых были адекватно обеспечены селеном. Все вышесказанное свидетельствует, на наш взгляд, об актуальности проблемы недостаточной обеспеченности рядом ЭМ населения РФ, что делает важным поиск их новых пищевых форм.

Применительно к ЭМ – ионам переходных металлов (цинку, меди, хрому, марганцу, а также железу) проблема поиска их новых пищевых источников концентрируется на вопросе об оптимизации их всасывания, которое с наибольшей скоростью протекает в тонкой кишке в виде хелатных комплексов с короткими (около 1 кД) пептидами, образующимися при протеолизе пищевых белков [5]. Нами была поставлена задача получения таких комплексов *in vitro* для целей алиментарной профилактики недостаточной обеспеченности ЭМ. На первом этапе исследования были разработаны методы получения ферментативных гидролизатов пищевых белков (ФГПБ) с высоким содержанием коротких пептидов. При этом использовали как одно-, так и многостадийные схемы гидролиза в сочетании, при необходимости, с предварительной тепловой денатурацией белкового субстрата, направленные на оптимизацию выхода пептидов требуемого размера в растворимой форме. Гидролизаты дополнительно очищали от остатков негидролизованного белка и ферментных препаратов ультрафильтрацией и далее подвергали реакции комплексообразования с минеральными ионами цинка, меди, марганца и хрома. Избытки минеральных солей удаляли методом нанофильтрации. Как показал элементный анализ, полученные комплексы ЭМ являются их концентрированными источниками. Количество микроэлементного премикса на основе комплексов, содержащее все 4 ЭМ в сбалансирован-

ных для питания человека количествах, заведомо не превышает 1 г, что позволяет легко использовать их в составе обогащенных продуктов питания и БАД. При этом белковая основа премикса представляет собой полноценный белок.

Хроматографический анализ полученных комплексов показал, что ионы металлов в них прочно связаны с пептидными фракциями, причем в случае цинка – в максимальной степени именно с пептидами массой порядка 1 кД, усвоение которых имеет наиболее физиологический характер (Рис.1). Определение в опытах на крысах острой токсичности комплексов ЭМ с пептидами позволило установить, что DL50 для комплексов ФГПБ с ЭМ (цинк, хром, медь, марганец) составляет более 5400 мг/кг. Это означает, что по показателю острой токсичности данные продукты относятся к IV классу опасности, веществам малоопасным, характеризуемым DL50 при введении в желудок более 5000 мг/кг согласно ГОСТ 12.1.007.-76.

Наличие в составе хелатных комплексов ионов металлов с пептидами гаптенных структур не позволяет исключить наличия у них антигенных и (или) аллергенных свойств. Для проверки этой возможности антитела к комплексам ЭМ с пептидами определяли в сыворотках, полученных от большой группы детей, страдающих пищевой непереносимостью и проходящих предписанное врачом рутинное серологическое обследование. Так, для комплексов ЭМ с ферментативным гидролизатом молочного белка было показано, что ни у одного из 104 обследованных больных антитела к комплексу не выявляются, тогда как антитела к белку коровьего молока (исходному сырью для получения гидролизата) присутствуют почти у всех больных, причем у 1/3 обследованных – в диагностически значимом титре. В цикле исследований на модели системной анафилаксии у крыс Вистар было показано, что комплексы ЭМ-ФГПБ при пероральном приеме животными не вызывают у них усиления тяжести сенсибилизации и протекания

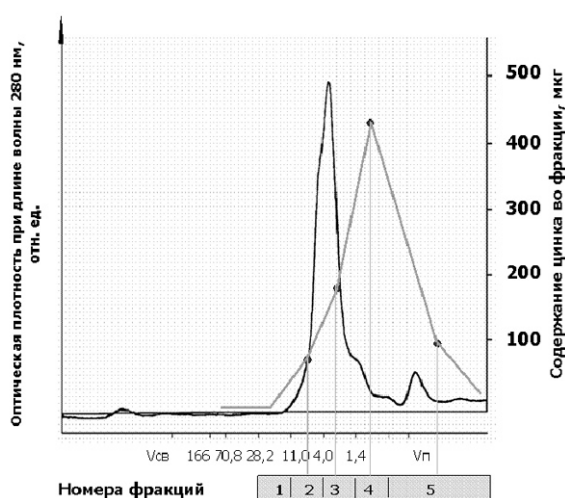


Рисунок 1. Содержание цинка в хроматографических фракциях комплекса цинка с ферментативным гидролизатом изолята соевых белков

аллергической реакции.

Биодоступность цинка в составе комплекса с пептидами молочных белков была изучена в экспериментах на крысах, которые получали полусинтетические рационы. Двухнедельное пребывание животных на цинкдефицитном рационе (Рис. 2) приводило к резкому падению содержания Zn в бедренной кости. Последующее 2-недельное восстановительное питание рационом, снабженным Zn в виде сульфата или комплекса с пептидами молока, приводило к восстановлению этого показателя, причем в случае органически связанной формы восстановление было, по-видимому, более полным и изучаемый параметр почти достигал диапазона нормальных значений.

Применительно к селену критическое значение имеет не столько всасывание его пищевых форм, сколько их малая токсичность. Неорганические соли (селениты и селенаты) не удовлетворяют этим требованиям. Так, их DL50 в тестах острой токсичности оказываются на 2 порядка ниже соответствующих значений для селеносодержащих аминокислот и некоторых других органических производных селена. В качестве одной из «матриц» для биоконверсии соединений селена в органически связанные формы может быть использована микроводоросль спирулина. Одним из продуктов ее переработки может быть синий белок микроводоросли фикоцианин. Нами был получен очищенный препарат фикоцианина из селеносодержащей спирулины, содержащий данный микроэлемент в количестве 90 мкг/г белка.

Как было показано в цикле исследований на ряде экспериментальных моделей у животных, селеносодержащий фикоцианин обладает выраженным иммуностимулирующим и иммуномодулирующим действием. Так, установлено стимулирующее влияние этого белка на лимфоциты, макрофаги и нейтрофилы перитонеального экссудата мышей, фагоцитарную активность клеток перитонеального экссудата мышей, количество антителобразующих клеток в реакции Эрне, гуморальный иммунный ответ на овальбумин у крыс. Эффекты обогащенного и не обогащенного селеном фикоцианина были в ряде случаев не тождественны как по направленности воздействия, так и по величине действующей дозы. В экспериментах

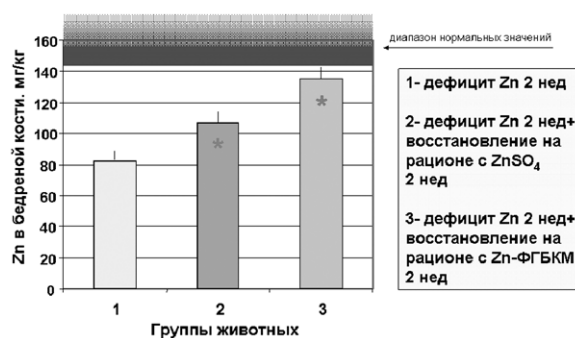


Рисунок 2. Результаты эксперимента по оценке биодоступности цинка в составе комплекса Zn с ферментативным гидролизатом молочного белка (ФГБКМ)

на крысах была показана высокая биодоступность препарата селеносодержащего фикоцианина.

Еще одним новым перспективным источником селена является биомасса селеносодержащих микроорганизмов *Lactobacillus plantarum* 8 RA-3, технология получения которой находится в процессе разработки.

Подводя итог всему изложенному, следует отметить, что оптимальным путем преодоления недостаточности ЭМ является по нашему мнению использование новых источников ЭМ (в органически связанной форме), наиболее адекватных биохимическим и физиологическим механизмам ассимиляции ЭМ в организме, в составе обогащенных продуктов и БАД к пище.

Литература

1. Скальный А.В. Распространенность микроэлементозов у детей в различных регионах России // Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы. Матер. второй Всероссийской школы, Москва, 25–28 января 1999. М.: 2000а. –с.209-211.
2. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2001-2004 гг. Государственный Комитет Российской Федерации по статистике.-М.-2005.
3. Селен в организме человека/ Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А. и др.-М.:Изд-во РАМН.-2002.- 224 С.
4. Гмошинский И.В., Шилина Н.М., Дмитриев А.В. и др. Содержание селена и антиоксидантная активность молозива, грудного молока, сыворотки крови рожениц и их новорожденных детей в Москве и Рязани// Вопр. детской диетологии.-2004 .- Т.2, № 5.-С.16-20
5. Hansen M., Sandstrom B., Lonnerdal B. The effect of casein phosphopeptides on zinc and calcium absorption from high phytate infant diets assessed in rat pups and Caco-2 cells// *Pediatr Res.*- 1996.- V.40, №4.- P.547-552

1. Скальный А.В. Распространенность микроэлементозов у детей в различных регионах России // Геохимическая

