

УДК 620.2.003.121:663

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ МАГНЕТИТА

Н. Г. ИлюхаДоктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой*

Контактный тел.: (057) 733-79-94, 095-68-89-893

E-mail: lliukha.nick@mail.ru

З. В. Барсова

Ассистент*

Контактный тел.: (057) 733-79-94, 050-400-40-18

E-mail: zoya_barsova@mail.ru

В. А. Коваленко

Доктор технических наук, профессор

Кафедра гигиены питания и микробиологии

Харьковский государственный университет питания и
торговли

ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051

Контактный тел.: (057) 349-45-80

E-mail: nikovalenko@mail.ru

И. В. Цихановская

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (057) 733-79-94

E-mail: cikhanovskaja@rambler.ru

*Кафедра химии, нефтеорганического синтеза и
химических технологийУкраинская инженерно-педагогическая академия
ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003

Дана загальна характеристика магнетиту, описані можливі шляхи його застосування. Наведено результати дослідження впливу магнетиту на організм людини в експерименті in vivo. Досліджена мікробіологічна безпечність харчової добавки на основі магнетиту

Ключові слова: магнетит, харчова добавка, цитоморфологічний метод

Дана общая характеристика магнетита, описаны возможные области его применения. Приведены результаты исследования воздействия магнетита на организм человека в эксперименте in vivo. Исследована микробиологическая безопасность пищевой добавки на основе магнетита

Ключевые слова: магнетит, пищевая добавка, цитоморфологический метод

The general features of magnetite and the results of its possible applications are given. The results of investigation of magnetite influence on a human organism in experiment in vivo are presented. Microbiological safety of food additive based on magnetite have been investigated

Key words: magnetite, food additive, cytomorphological method

Введение

Магнетит находит широкое применение в технике и медицине: используется для получения магнитных жидкостей, в фармации для приготовления лекарственных форм, биологически активных веществ, пигментов.

Разработка пищевых добавок, обладающих комплексным действием на организм человека, является новым перспективным научно-практическим на-

правлением современной пищевой промышленности, в котором магнетит находит применение в качестве пищевой добавки. Хотя физико-химические свойства магнетита как магнитного материала изучены хорошо, однако исследования биохарактеристик магнетита, используемого в качестве пищевой добавки проведены недостаточные.

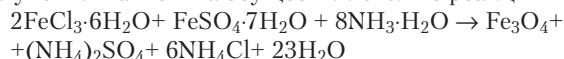
Данная работа является продолжением цикла работ по синтезу и внедрению новой пищевой добавки на основе магнетита в пищевую промышленность.

Магнетит (Fe_3O_4) – вещество, имеющее ряд специфических свойств, которые придают ему особую ценность. Исследование магнитных характеристик магнетита [1] показывает, что он обладает удовлетворительными магнитными характеристиками, что обеспечивает эффективность его воздействия даже в малых количествах в широком температурном диапазоне, и влияние на магнитотаксис (магниточувствительность) патогенных и других микроорганизмов, населяющих флору желудочно-кишечного тракта. Магнетит способен изменять активность поверхности клеток желудка и поджелудочной железы, выступает как дополнительный источник усваиваемого железа (II), и проявляет сорбционные свойства [2]. Магнетит обнаружен в организмах различных представителей животного мира, в том числе и человека. Установлен факт образования магниточувствительными бактериями кристаллов магнетита размером до 0.1 мкм, что отвечает суперпарамагнитному состоянию вещества. Магнетиту присущи бактерицидные свойства, низкая токсичность, низкий уровень мутагенной опасности. Внутривенное введение коллоидного магнетита не выявляет отрицательные реакции организма [3, 4] Доказана биологическая совместимость магнетита с живыми организмами [5].

Целью исследований, результаты которых приведены в данной статье, была разработка технологии производства пищевой добавки на основе магнетита, а так же исследование показателей ее качества.

Экспериментальная часть

Для разработки экономически целесообразной методики получения пищевой добавки на основе магнетита необходимо прежде всего разработать энергоемкую теорию синтеза основного компонента пищевой добавки – магнетита. Известны ряд методов получения магнетита, наиболее распространенным из которых является метод соосаждения. Авторами был получен магнетит по усовершенствованной технологии [6], позволяющей повысить магнитные свойства и снизить трудоемкость процесса. Технология получения включает осаждение компонентов из водного раствора солей железа (II) ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и железа (III) ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (соотношение $\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+}=1:2$) введением избытка 25% раствора аммиака ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), перемешивание раствора, промывание осадка дистиллированной водой, отстаивание, удаление промывных вод декантацией и высушивание осадка на открытом воздухе. Процесс получения магнетита осуществляется по реакции



В результате протекания данной реакции в качестве конечных продуктов возможно образование помимо магнетита других побочных продуктов реакции. Вследствие проведения термодинамических расчетов установлено, что при использовании метода соосаждения для синтеза магнетита, наиболее вероятно образование в качестве конечного продукта магнетита, а не побочных продуктов реакции [7].

Для экспериментального подтверждения того, что образующийся в качестве конечного продукта осадок является магнетитом, были проведены исследования

методом рентгеноструктурного, рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии [8].

Для изучения воздействия магнетита, полученного авторами по вышеприведенной технологии, на организм человека проводились исследования цитоморфологическим методом в эксперименте *in vivo*.

В качестве количественной оценки реакции организма на воздействие препарата магнетита использовался показатель ПЭОЯ ПК ЭИ (процент электроотрицательности ядер популяции клеток эпителия индивида), позволяющий однозначно определить на клеточном уровне энергетическое состояние организма в любой момент.

Для оценки качественных изменений состояния органов и самого организма в целом под воздействием препарата магнетита использовалась методика снятия амплитудно-временных характеристик изменения ПЭОЯ ПК ЭИ, анализ которых позволил определить тип реакции организма на исследуемый препарат, время и амплитуду реагирования различных органов, систем органов и всего организма на исследуемый препарат.

Для определения показателей реакции организма на исследуемый препарат была сформирована группа из 10 человек одного биоритмического режима в возрасте от 35 до 57 лет без вредных привычек.

Суть снятия амплитудно-временной характеристики заключалась в том, что каждому испытуемому после контрольного замера ПЭОЯ ПК ЭИ давалась дозированная порция исследуемого препарата (0.5 г), после чего в строго определенной последовательности в течении суток проводятся замеры ПЭОЯ ПК ЭИ. На основании суточных замеров составлялась индивидуальная амплитудно-временная характеристика реакции индивидуума на исследуемый препарат. Непредвиденные нагрузки, возникавшие в процессе суточных замеров, фиксировались по времени и характеру нагрузки и в соответствующих местах амплитудно-временных характеристик проводилась коррекция, после чего составлялась сводная таблица. Учитывая разницу в возрастах, все 10 амплитудно-временных характеристик приводились к единой энергетической оси с учетом пересчетного коэффициента. После подсчета каждой среднеарифметической точки отсчета характеристики, составлялась обобщенная таблица среднеарифметической амплитудно-временной характеристики и вычерчивалась усредненная характеристика реакции организма на исследуемый препарат в реальном времени (рис. 1). Анализ форм кривой, амплитуд минусовых и плюсовых (относительно единой энергетической оси) участков кривой, а также количество и реальное время проявления пиков однозначно указывают на активизацию или торможение реакции тех или иных органов.

Микробиологическую безопасность препарата магнетита исследовали по показателям КМАФАМ (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов), наличию БГКП (бактерий группы кишечных палочек), а также патогенных микроорганизмов – бактерий рода *Salmonella*. При проведении исследований использовали стандартные методы и питательные среды.

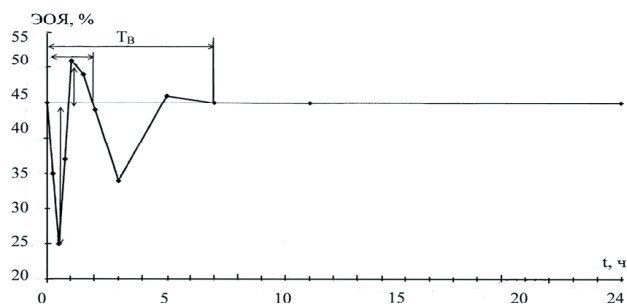


Рис. 1. Амплитудно-временная характеристика реакции организма на исследуемый препарат в реальном времени

Результаты и их обсуждение

Результаты рентгеноструктурного исследования показали, что структура исследуемого магнетита отвечает структуре шпинели типа $Fd3m$. В результате расчета дифрактограммы сделан вывод о том, что исследуемое вещество является однофазным и определяется как шпинель Fe_3O_4 , с постоянной решетки $(8.396 \pm 0.005) \text{ \AA}$, что совпадает с табличным значением. Электронно-микроскопические исследования подтвердили наличие в порошке агломератов. Путем расчетов были определены средний размер частиц и разброс частиц по размерам. При проведении рентгенофазового анализа магнетита выявлено наличие железосодержащей фазы и углерода. Содержание основного вещества синтезированного магнетита составляет 99,4%.

Анализ индивидуальной амплитудно-временной характеристики реакции организма на препарат магнетит позволяет определить, что время полного воздействия препарата на организм (T_b) равно ~ 6 часам, из которых время активного действия ($T_{акт}$) ~ 2 часа, что характеризует препарат как быстро усваиваемый и переводит его в разряд пищевых добавок. Затухающая синусоида с максимальной амплитудой порядка +6 единиц и общим периодом $T_b \sim 6$ часов оказывает положительное влияние на организм, действуя как энергоповышающая пищевая добавка, активизирующая действие желудка, двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железы. Отрицательно действующая быстрозатухающая синусоида с максимальной амплитудой - 20 единиц, общим периодом действия меньше 2 часов, (с активной действующей составляющей 30-45 минут) оказывает отрицательное воздействие. Однако, необходимо указать на потерю активности перемещения ядер в первую половину первого часа замера. Препарат оказывает кратковременное воздействие на организм и пролонгации не подлежит. Большая амплитуда отрицательной составляющей препарата указывает на максимум дозы испытуемого препарата и некоторые противопоказания к применению. Время активного действия препарата указывает на то, что пищевая добавка может приносить лечебный эффект только в случае употребления не реже, как через 2 часа в дозах 0,125...0,250 г на 70-80 кг массы тела. Область воздействия препарата магнетит - центральная нервная система с преимущественным подавлением системы регуляции внутричерепного ликворного давления, а также сосудистой системы мозгового кровообращения.

Результаты микробиологических исследований препарата магнетита приведены в табл. 1.

Таблица 1

Микробиологические показатели препарата магнетита

Наименование образца	КМАФАМ, КОЕ в 1 г	Масса магнетита (г), в которой не выявлены	
		БГКП (колиформы)	бактерии рода <i>Salmonella</i>
Препарат магнетит	5×10^3	0,1	25

Как видно из приведенных данных показатель КМАФАМ составляет 5×10^3 КОЕ/г, что не превышает допустимого для пищевых добавок уровня микробной обсемененности. БГКП не выявлены в 0,1 г магнетита, а бактерии рода *Salmonella* – в 25 г. Полученные данные свидетельствуют о хорошем санитарном состоянии магнетита, подтверждают его микробиологическую безопасность и обосновывают возможность его использования в качестве пищевой добавки.

Выводы

Проведенные исследования позволили разработать технологию получения пищевой добавки на основе магнетита. С помощью рентгенофазового, рентгеноструктурного методов и метода сканирующей электронной микроскопии установлено, что вещество, образующееся в качестве конечного продукта является магнетитом. Содержание основного вещества составляет 99,4%. Цитоморфологическими исследованиями в эксперименте *in vivo* доказано, что магнетит является быстроусваиваемым препаратом, показано положительное влияние магнетита на отдельные органы и системы органов организма человека. Доказана микробиологическая безопасность магнетита. Комплекс полученных данных обосновывает возможность использования магнетита в качестве пищевой добавки.

Литература

1. Розенцвейг Р. Феррогидродинамика. М.: Мир. 1989. - 356 с.
2. Белоусов А. Н. Влияние магнетита – препарата нанотехнологии на клеточный метаболизм // Вісник проблем біології і медицини, Полтава. – 2003. - № 7. – С. 36-37.
3. Быков А. С., Черкасова О. Г., Пашков Е. П., Гунчем А. А. Механизм действия магнитных полей на биологические системы различных уровней организации // Тез. докл. I Всесоюзн. конференции. Ростов-на-Дону. 1989. – С. 17-19.
4. Черкасова О.Г., Франк В. Д., Харитонов Ю. Я. и др. // Тез. докладов V Всесоюзного совещания по физике магнитных жидкостей. Пермь. 1990. – С. 123-124.
5. Киришвинк Д. Д. Биоэнергетика и магниторецепция. М.: Мир. 1989. – т. 1, 352 с.
6. Спосіб отримання магнетиту: Заявка № у 2010 02474 МПК С 01 G 49/08 / М. Г. Ллюха, З. В. Барсова, І. В. Цихановська, В. П. Тимофеева, І. О. Ведернікова. – Заявл. 05.03.2010; Рішення о видачі патенту 09.07.2010.
7. Ллюха М. Г. Нанохімічна технологія магнетиту // М. Г. Ллюха, З. В. Барсова, І. О. Ведернікова, І. В. Цихановська, В. П. Тимофеева // Хімічна промисловість України. – 2009. - № 5. – С. 37-41.

8. Ілюха М. Г. Физико – химическое исследование синтезированного магнетита / М. Г. Ілюха, З. В. Барсова, І. В. Цихановська // Збірник тез науково-практичної конференції №41 УІПА, 28-31 січня 2008 р. - X., 2008. – С. 46.

Встановлено, що тривале вживання йогуртів з мікробіологічним провітаміном А знижує показники перекисного окислення ліпідів в організмі при дії стресу. Доведено антиоксидантну та геропротекторну дії йогуртів із бета-каротином in vivo

Ключові слова: йогурт, бета-каротин, перекисне окислення ліпідів

Установлено, что длительное употребление йогуртов с микробиологическим провитамином А снижает показатели перекисного окисления липидов в организме при действии стресса. Доказано антиоксидантное и геропротекторное действия йогуртов с бета-каротином in vivo

Ключевые слова: йогурт, бета-каротин, перекисное окисление липидов

Established that prolonged use of yogurt with microbiological provitamin A reduces lipid peroxidation in the body under the action of stress. The antioxidant and geroprotective effects of yogurt with beta-carotene in vivo is proved

Key words: yogurt, beta-carotene, lipid peroxidation

УДК 637.138

БІОЛОГІЧНА ДІЯ ЙОГУРТІВ ІЗ СТАБІЛІЗОВАНИМ БЕТА-КАРОТИНОМ

О.О. Варанкіна

Старший викладач

Кафедра біотехнології та аналітичної хімії**

Контактний тел.: 068-37-37-812

E-mail: AVarankina@gmail.com

Л.В. Кричківська

Доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри*

E-mail: krichkovska@kpi.kharkov.ua

Т.І. Зекунова

Науковий співробітник*

*Кафедра нанотехнологій та органічного синтезу**

**Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”

вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002, Україна

Контактний тел.: (057) 707-64-95

1. Вступ

Вітчизняний споживчий ринок харчових продуктів постійно розширюється за рахунок випуску нових видів продукції, в тому числі і нетрадиційного асортименту. Науковці ведуть роботи по розробці продуктів функціонального харчування, які б містили регламентовану кількість необхідних мікро- та макронутрієнтів. Дослідження, що проводяться нами, стосуються сфери поліпшення якості харчування населення шляхом розробки, всебічного дослідження та впровадження у виробництво функціональних продуктів молочної групи.

2. Постановка проблеми в загальному вигляді

В останні десятиліття в Україні, як і всьому світі, гостро стоїть проблема якості харчування населення. Рівень споживання основних харчових продуктів населенням різних вікових груп залишається низьким, а раціони харчування – незбалансованими, у тому числі за вмістом бета-каротину (БК) та вітаміну А (ВА).

Низький рівень БК та ВА в крові може розглядатися як фактор ризику розвитку онкологічних захворювань

(зокрема: злоякісних уражень легенів, шлунка, сечового міхура та шийки матки), серцево-судинних хвороб, хвороб очей, шкіри, порушень метаболізму.

Згідно з „Концепцією поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення” найбільш ефективним шляхом подолання проблеми незбалансованого харчування є розвиток виробництва продуктів з високою харчовою і біологічною цінністю, в тому числі збагачених мікро- і макронутрієнтами [1].

З метою подолання проблеми недостатності ВА та БК серед населення України нами розроблені технології та рецептури нових функціональних продуктів масового споживання – йогуртів з регламентованим вмістом БК мікробіологічного походження.

Наступним етапом дослідження стало визначення біологічної дії йогуртів з стабілізованим БК in vivo.

3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вчені виділяють наступні функції та механізми біологічної дії БК в організмі людини: провітамінну, антиоксидантну, імуностимулюючу та функцію стимуляції міжклітинної взаємодії [2, 3, 4].