

БИОСЕНСОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Н. А. Масунов, Л. С. Солдатова

Ярославский государственный институт качества сырья и пищевых продуктов
г. Ярославль

Цель работы – разработка ферментного биосенсора на основе магнитных наночастиц для контроля уровня глюкозы в продуктах питания.

Актуальность. В настоящее время основными причинами заболеваемости, ранней инвалидизации и смертности населения в мире стали заболевания неинфекционной природы – сердечно-сосудистые, онкологические, нервно-психические и др. Всё возрастающее значение среди них приобретает проблема сахарного диабета. Так, в 2010 г. число больных диабетом в мире составляет 239,3 миллионов человек, в России их число превышает 8 миллионов человек. Распространённость заболевания растёт от 2 до 5 % в западных странах и от 10 до 15% в развивающихся странах. Это тяжёлое заболевание приводит к сосудистым осложнениям, снижает на 10-15 лет у женщин и на 6-9 лет у мужчин ожидаемую продолжительность жизни. Приблизительно у половины всех больных, страдающих инсулинонезависимым сахарным диабетом, заболевание не распознаётся вовремя [1].

Определяющей частью лечения больных сахарным диабетом является диетотерапия, основанная на резком ограничении потребляемых углеводов, в частности глюкозы. В связи с этим существует острая необходимость в создании быстрых, простых, сравнительно дешёвых, компактных экспресс-анализаторов, доступных большинству потребителей, для контроля содержания глюкозы в продуктах питания.

Характеристика аналогов. В настоящее время известен ряд приборов для контроля содержания глюкозы в продуктах питания. Наиболее распространёнными из них являются:

- поляриметрические анализаторы глюкозы;
- фотометрические анализаторы;
- электрохимические анализаторы;
- тест-системы.

Несмотря на разнообразие предлагаемых на отечественном рынке анализаторов для определения глюкозы, все они характе-

ризуются невысокой точностью определения и требуют повышения специфичности при анализе многокомпонентных смесей. Кроме того, существующие приборы не позволяют избежать стадии пробоподготовки, что увеличивает продолжительность анализа. Российский рынок экспресс-анализаторов представлен, в основном, импортной продукцией, что существенно увеличивает их стоимость.

В связи с этим актуальным является разработка биосенсоров на основе магнитных наноматериалов. Наноматериалы обладают уникальными физико-химическими свойствами, высокой площади активной поверхности, механической прочности, широкими конструктивными возможностями.

Рынок биосенсоров стал развиваться с конца 1980-х годов, постоянно увеличивается. В 1995 году он уже составлял полмиллиарда долларов, сейчас превышает 12 миллиардов долларов в год.

Разработанный биосенсор будет обладать преимуществами перед альтернативными методами: специфичность (возможность анализа сложных смесей на присутствие определённого химического вещества без предварительной очистки); высокая чувствительность; короткое время отклика; безопасность при использовании; высокая точность анализа; компактность; доступность для массового производства.

Новизна. Настоящее исследование направлено на разработку селективного высокоспецифичного ферментного биосенсора для контроля уровня глюкозы в продуктах питания. Новизна технического решения заключается в использовании магнитных наночастиц Fe_3O_4 при иммобилизации биологического материала – фермента глюкозооксидазы при конструировании сенсора. Использование нанобъектов позволяет избежать недостатков известных сенсоров и достичь большей точности и специфичности определения. Новизна технического решения подтверждена заявкой на выдачу патента.

Постановка задачи. Настоящий проект направлен на разработку ферментных биосенсоров на основе магнитных наночастиц

для контроля уровня глюкозы в продуктах питания. В ходе исследования должны быть решены следующие задачи:

- разработана нетрудоемкая и эффективная технология создания биосенсоров;
- повышена чувствительность определения глюкозы по сравнению с аналогами;
- снижено время отклика сенсоров;
- создан биосенсор, доступный для широкого круга потребителей.

Методы исследования. Теоретические и экспериментальные исследования предполагается вести с учетом всех этапов современной методологии исследования сложных явлений с помощью новейших методов биохимического, физико-химического, структурно-механического анализа, а также методов компьютерной, экспериментальной химии и информационных технологий с применением последних достижений науки и техники.

Экспериментальные и теоретические исследования в рамках настоящего проекта будут проведены с использованием современных методов, в том числе и разработанных заявителем.

Определение активности ферментов: спектрофотометрический метод (КФК-2) полярографический (полярограф "ABA-2") метод.

Анализ гранулометрического состава наночастиц: лазерный дифракционный анализатор размеров частиц Shimadzu SALD 7101.

Исследование морфологии наночастиц: метод сканирующей электронной микроскопии (опе JSM-7500 FA).

Изучение удельной поверхности наночастиц: метод Брунауэра-Эммета-Теллера (измеритель удельной поверхности Sorbi).

Энергодисперсионный элементный анализ нанообъектов: специализированная приставка к СЭМ.

Содержание белка: метод Дюма (rapid N Cube, Германия).

Выбор способа фиксации биорецептора сенсора на измерительной поверхности электрода: кондуктометрия (портативный кондуктометр МАРК-603); потенциометрия (вольтметр М42300, блок питания БП14Б-Д4.2, рН-метр-милливольтметр рН-150 МА); амперометрия (миллиамперметр М42300, 0-5МА-1, 5 В).

Исследование характеристик биосенсоров: диапазон определяемых концентраций компонента; чувствительность в области линейного диапазона; время отклика; воспроизводимость сигнала; операционная стабиль-

ность; стабильность при хранении: спектрофотометрический метод (спектрофотометр КФК-2).

Полученные результаты:

- проведен патентный поиск;
- проведен анализ отечественной и зарубежной литературы по тематике проекта;
- получены результаты теоретических и экспериментальных данных по определению содержания глюкозы в различных соках овощей и фруктов с использованием спектрофотометрического метода.

Экономическая эффективность. Несмотря на многообразие ассортимента биосенсоров на глюкозу и количество фирм, его представляющих, на мировом рынке выделяют три ведущие фирмы, приборы которых получили наибольшее распространение в России: LifeScan (США) - различные модификации марки OneTouch, SmartScan, Roche Diagnostics (Германия) с хорошо известной маркой Accu-chek, Bayer Corporation (Германия) - марка Ascensia. Следует отметить, что продукция данных фирм-производителей в России отличается высокой стоимостью, в то время как предлагаемые биосенсоры будут доступны большинству потребителей.

Кроме того, биосенсоры на основе наночастиц для экспресс-анализа глюкозы в продуктах питания отличаются рядом конкурентных преимуществ перед современными отечественными аналогами:

- нетрудоемкая и экономически эффективная технология изготовления сенсоров;
- высокая чувствительность определения глюкозы;
- малое время отклика;
- компактность за счет использования достижений нанотехнологии, удобство применения;
- высокая операционная стабильность и стабильность при хранении.

Ориентировочные сроки окупаемости проекта составляют 1-2 года с момента выхода продукции на рынок.

План коммерциализации полученных результатов. В качестве компании, привлекаемой для реализации продукции планируется привлечь Общество с ограниченной ответственностью «Янилмс» осуществляющий разработку принципиально новых подходов и технических решений, направленных на создание новых высокотехнологичных и наукоемких продуктов, технологий и услуг на базе результатов фундаментальных исследований, а также имеющий успешный опыт консалтинга, коммерциализации, масштабиро-

вания и внедрения технологий на предприятиях отрасли.

В качестве компании, привлекаемой для реализации продукции за рубежом планируется привлечь фирму из Канады VELA GROUP Ontario Inc, обладающую значительными сбытовыми сетями, способную обеспечить продвижение российской продукции как на внутреннем так и на внешнем рынках. VELA GROUP Ontario Inc является одним из ведущих в сфере разработки технических решений в области пищевой промышленности, обладающая значительными финансовыми, материальными и информационными ресурсами, которые могут быть использованы для интенсивной совместной работы. Кроме того, VELA GROUP Ontario Inc обладает современными производственными технологиями, которые могут быть доступны для российской стороны, способна стимулировать производство конкурентоспособной, наукоемкой, высокотехнологичной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликова, А.Н. Роль воспаления в атерогенезе и сахарном диабете / А.Н. Куликова // Цитокины и воспаление.- 2007.- Т. 6.- №3.- С. 14-19.
2. Application of nanoparticles in electrochemical sensors and biosensors / X. Luo, A. Morrin, A.J. et al // Electroanalysis.- 2006.- 18.- P. 319-326.
3. Guemas, Y. Biosensor for determination of glucose and sucrose in fruit juices by flow injection analysis / Y. Guemas, M. Boujtita, N. El. Murr // Appl. Biochem. Biotechnol.- 2000.- V. 89.- P. 67-69.
4. Karyakin, A.A. Electrochemical sensors, biosensors and their biomedical applications / A.A. Karyakin, X. Zang // Elsevier.- 2008.- №4.- P. 411-439.
5. Солдатова, Л.С. Нанокompозитный материал для иммобилизации и фракционирования ферментов в биотехнологии / Л.С. Солдатова, О.О. Бабич, Н.А. Масунов, А.Ю. Просеков // Наукоемкие технические технологии-2009: сб. науч. работ.- Москва, 2009.- С. 84.
6. Солдатова, Л.С. Нанокompозитный материал для иммобилизации и фракционирования ферментов в биотехнологии / Л.С. Солдатова, О.О. Бабич, Н.А. Масунов, А.Ю. Просеков // Наукоемкие технические технологии-2009: сб. науч. работ.- Москва, 2009.- С. 84.
7. Солдатова, Л.С. Особенности получения нанокompозитных материалов для иммобилизации и фракционирования биологических веществ в молекулярной биологии, геной инженерии и пищевой промышленности / Л.С. Солдатова, О.О. Бабич, Н.А. Масунов, А.Ю. Просеков // Роснотех-2009: сб. науч. работ.- Москва, 2009.- С. 810-811.
8. Солдатова, Л.С. Способ модификации наночастиц Fe_3O_4 для выделения биологических веществ / Л.С. Солдатова, Н.А. Масунов // Проведение научных исследований в области индустрии наносистем и материалов: сб. науч. работ.- Белгород, 2009.- С. 73-76.
9. Солдатова, Л.С. Применение поверхностно-модифицированных наночастиц Fe_3O_4 для иммобилизации биомолекул / Л.С. Солдатова, О.В. Мудрикова, О.О. Бабич, Н.С. Величкович, Н.А. Масунов // Актуальные проблемы современной неорганической химии и материаловедения: нанохимия, наноматериалы и нанотехнологии: сб. науч. работ.- Москва, 2009.- С. 50.
10. Солдатова, Л.С. Повышение каталитической активности и стабильности химотрипсина за счет ковалентной иммобилизации на магнитных наночастицах Fe_3O_4 / Л.С. Солдатова, О.О. Бабич, Н.А. Масунов // Техника и технология пищевых производств.- №1.- 2010.- С. 69-72.
11. Солдатова, Л.С. Ферментный биосенсор на основе наночастиц Fe_3O_4 для экспресс-анализа глюкозы при контроле качества пищевых продуктов / Л.С. Солдатова, О.О. Бабич, Н.А. Масунов // Сборник тезисов докладов участников IV Всероссийской конференции обучающихся «Национальное достояние России».- 2010.- С. 891-892.