

Современная наука и инновации.
2023. № 3 (43). С. 117-125
Modern Science and Innovations.
2023; 3(43): 117-125

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ
ПРОДУКТОВ /
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья / Original article

УДК 664.3
<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.3.11>

Владимир Всеволодович Садовой
[Vladimir V. Sadovoy]¹,
Татьяна Викторовна Щедрина
[Tatiana V. Shchedrina]²,
Алла Смалиевна Хамицаева
[Alla S. Khamitsaeva]³

**Анализ механизма усвоения глюкозы
клетками организма человека в
присутствии биологически активной
добавки лецитина**

**Analysis of the mechanism of glucose uptake
by human body cells in the presence of a
biologically active lecithin supplement**

¹Белгородский университет кооперации, экономики и права, Ставропольский институт кооперации (филиал), г. Ставрополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-0182-9318> / Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Stavropol Institute of Cooperation (branch), Stavropol, Russia, vsadovoy@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0182-9318>

²Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт (филиал), г. Пятигорск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-5201-7961> / North-Caucasus Federal University, Pyatigorsk Institute (branch), Pyatigorsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-5201-7961>

³Горский государственный аграрный университет, г. Владикавказ, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-3894-9620> / Gorsky State Agrarian University, г. Vladikavkaz, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-3894-9620>

Автор, ответственный за переписку: Владимир Всеволодович Садовой, vsadovoy@yandex.ru / Corresponding author: Vladimir V. Sadovoy, vsadovoy@yandex.ru

Аннотация. Анализ рациона питания больных сахарным диабетом выявил недостаток (4 – 5 г в сутки) в потреблении лецитина. Теоретическое и практическое обоснование использования лецитина в рецептурах пищевых продуктов с антидиабетическими свойствами вели методами компьютерной химии путем определения молекулярных свойств и анализа поверхности электростатического потенциала (ЭП). Установлено, что молекулы, участвующие в транспортировке глюкозы в клетку являются акцепторами электронов. Изучены молекулярные свойства инсулинового рецептора, инсулина и глюкозы. Оценку действия лецитина на инсулиновый рецептор контролировали молекулярным докингом. По результатам моделирования выявлено, что при взаимодействии этих химических соединений не образуются прочных комплексных соединений, энергия системы возрастает, но инсулин с глюкозой не транспортируется за пределы рецептора. Доказано, что введение в систему лецитина способствует повышению активации системы, поскольку потенциальная энергия комплекса увеличивается на 387.3 ккал. Для изучения возможности использования лецитина в качестве добавки в продуктах подвергаемых термической обработке осуществляли сравнение энергии активации с энергетическим состоянием молекулы во время действия температуры. С помощью ланжевеновской динамики и методом контроля количества неорганического фосфора (калориметрическим методом) в опытных образцах вареных колбас подтверждена стойкость лецитина к тепловой обработке.

© Садовой В. В., Щедрина Т. В.Хамицаева А. С., 2023

Ключевые слова: сахарный диабет, инсулиновый рецептор, лецитин, электростатический потенциал, молекулярные свойства

Для цитирования: Садовой В. В., Щедрина Т. В., Хамицаева А. С. Анализ механизма усвоения глюкозы клетками организма человека в присутствии биологически активной добавки лецитина // Современная наука и инновации. 2023. № 3 (43). С. 117-125. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.3.11>

Abstract. Analysis of the diet of patients with diabetes mellitus revealed a lack (4-5 g per day) in the consumption of lecithin. Theoretical and practical substantiation of the use of lecithin in food formulations with antidiabetic properties was carried out by computer chemistry methods by determining molecular properties and analyzing the electrostatic potential (EP) surface. It has been established that the molecules involved in the transport of glucose into the cell are electron acceptors. The molecular properties of the insulin receptor, insulin and glucose have been studied. The assessment of the action of lecithin on the insulin receptor was controlled by molecular docking. Based on the results of modeling, it was revealed that the interaction of these chemical compounds does not form strong complex compounds, the energy of the system increases, but insulin with glucose is not transported outside the receptor. It has been proven that the introduction of lecithin into the system promotes an increase in the activation of the system, since the potential energy of the complex increases by 387.3 kcal. To study the possibility of using lecithin as an additive in products subjected to heat treatment, the activation energy was compared with the energy state of the molecule during the action of temperature. With the help of Langevin dynamics and the method of controlling the amount of inorganic phosphorus (calorimetric method) in experimental samples of boiled sausages, the resistance of lecithin to heat treatment was confirmed.

Keywords: diabetes mellitus, insulin receptor, lecithin, electrostatic potential, molecular properties

For citation: Sadovoy VV, Shchedrina TV, Khamitsaeva AS. Analysis of the mechanism of glucose uptake by human body cells in the presence of a biologically active lecithin supplement. Modern Science and Innovations. 2023;3(43):117-125. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.3.11>

Введение. Последние данные Международной федерация диабета (IDF) свидетельствуют, что в мире 537 миллионов человек от 20 до 79 лет (10% от всех людей этой возрастной категории) болеет сахарным диабетом. По прогнозам IDF к 2030 году число диабетиков возрастет до 643 миллионов. Диабет 2 типа характеризуется тем, что поджелудочной железой выработка инсулина производится в достаточном количестве, но организм не способен перерабатывать его надлежащим образом [1]. В 2021 году зарегистрировали 346 тысяч болеющих сахарным диабетом. Чаще всего болеют взрослые: из 5 млн россиян, которым поставлен диагноз «сахарный диабет», только 0,9% — это дети. [2]. Заболевание сахарным диабетом обусловлены нарушением обмена веществ, которое способствует повышению содержания глюкозы в крови.

Для транспортировки глюкозы в клетку с целью синтеза гликогена у клетки имеется инсулиновый рецептор, который активируется вырабатываемым поджелудочной железой инсулином [3]. Некоторые виды биологически активных добавок (БАД) улучшают способность организма усваивать клетками инсулин. Известно, что лецитин, оказывают профилактическое действие снижении инсулиновых потребностей у диабетиков [4, 5, 6]. Лецитин входит в состав клеточных мембран, является эффективным эмульгатором жиров, растворителем и переносчиком холестерина, восстанавливает клетки легких и печени, стабилизирует желчь, принимает активное участие в функционировании мозга. Известно, что организм человека способен синтезировать лишь ¼ часть лецитина от требуемой суточной нормы (не менее 5 – 6 г в сутки) [7]. Внутренние органы человека, недополучая требуемого количества лецитина, начинают изнашиваться.

Одним из эффективных путей профилактики диабета является разработка пищевых продуктов рецептуры, которых включают лецитин [8, 9, 10, 11]. Такими продуктами могут быть мясные изделия. Моделирование пространственных структур аллицина и лецитина проводилось с использованием методов компьютерной химии. Изучение молекулярных свойств липазы панкреатического сока до и после молекулярного докинга показало результат, что одна молекула лецитина не полностью блокирует активный сайт фермента [12].

При сахарном диабете нарушаются все виды метаболизма, наиболее яркое проявление проявляется при дефиците инсулина, нарушается обмен витаминов, может развиваться недостаток витаминов группы В [13].

Различные виды технологической обработки пищевых продуктов также влияют на изменение витаминов и содержание их в готовой продукции. В процессе технологической обработки мясопродукты подвергаются термической обработке (до температуры в центре 72°C).

Не смотря на многочисленные исследования эффективности использования профилактических биологически активных добавок механизм их действия до конца не изучен, поэтому целесообразно провести исследование молекулярных свойств профилактических БАДов (в первую очередь лецитина) и разработать рекомендации по их использованию в рецептурах пищевых продуктов.

Материалы и методы исследований. Целью исследований являлось теоретическое и практическое обоснование использования дефицитной эссенциальной добавки лецитина в профилактических рецептурах пищевых продуктов с антидиабетическими свойствами, подвергающихся термической обработке.

Для достижения намеченной цели была предусмотрена реализация следующих задач:

- выполнить анализ суточного рациона меню для больных сахарным диабетом и установить количественный недостаток лецитина;
- изучить основные молекулярные свойства инсулинового рецептора, инсулина, лецитина и глюкозы
- методом молекулярного докинга изучить механизм взаимодействия инсулинового рецептора с инсулином, лецитином и глюкозой;
- с помощью броуновской динамики выполнить моделирование технологического процесса термической обработки лецитина;
- на опытных образцах мясопродуктов определить изменения содержания лецитина в готовом продукте.

Объектом исследований являлась биологически активная добавка лецитин (ГОСТ 32052-2013) и мясопродукты, изготовленные с лецитином и без него. Количественное содержание лецитина в образцах мясных изделий до и после тепловой обработки определяли по ГОСТ 32052-2013. Изготовление колбасы вареной «Диабетической вели» в соответствии с технологической инструкцией ТИ ГОСТ 23670-2019 Изделия колбасные вареные.

Оценку достоверности результатов исследований и прогнозирование поведения системы вели с помощью приложений Statistica v.10 и Statistic Neural Networks v.4. Моделирование структур и свойств в процессе термической обработки рекомендуемых БАДов осуществляли в приложении Hyper Chem Release 8.01. Для моделирования взаимодействия молекул использовали пакет программ AutoDock. Для получения геометрически оптимизированных моделей инсулинового рецептора и инсулина использовали PDB банк (Protein Data Bank) из информационной сети интернет [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ суточного рациона для больных сахарным диабетом [3] показал **недостаток в лецитина** в количестве 4 – 5 г в

сутки. Если принять во внимание норму потребления животного белка, то разрабатываемая рецептура должна содержать лецитина – 2 – 2.5 г на 100 г продукта.

Однако на начальном этапе исследований следует обосновать положительное влияние лецитина на инсулиновый рецептор. Проведем изучение изменения молекулярных свойств инсулинового рецептора в присутствии инсулина, а также инсулина, лецитина и глюкозы. Предварительно методами молекулярной механики определим основные квантово-механические характеристики исследуемых молекул.

Молекулу лецитина моделируем на основании известной формулы фосфотидилхолина [3]. С целью определения основных параметров молекулярных свойств исследуемых компонентов выполним геометрическую оптимизацию используя молекулярную механику. Оптимизированные структуры на основании которых составлена поверхность распределения электростатического потенциала (ЭП) инсулинового рецептора, инсулина, лецитина и глюкозы представлены на рис. 1. ЭП является индексом молекулярной реакционной способности, положительные и отрицательные области на поверхности характеризуют направление электрофильной и нуклеофильной атак. Следует отметить, что направление атак на поверхности ЭП не всегда совпадает с величиной зарядов атомов. Считается, что поверхность ЭП является более информативной при оценке молекулярных структур и химических реакций.

Оценка поверхностей электростатического потенциала (ЭП) инсулинового рецептора показала, что он является акцептором электронов (рис. 1). Плотности были получены при анализе ЭП инсулина, лецитина и глюкозы.

В приложении HyperChem определены основные молекулярные свойства изучаемых соединений (таб. 1).

При анализе молекулярных свойств определены потенциальная энергия, дипольный момент и среднеквадратичный градиент. Потенциальная энергия молекулы – это величина энергии удерживания в структурной упаковке составляющих элементов, зависящая от зарядов и положения атомов. Чем меньше ее величина, тем стабильнее структура. Высокое значение потенциальной энергии для лецитина и глюкозы (24.8 и 10.7 ккал/моль соответственно) обусловлено геометрической структурой этих молекул.

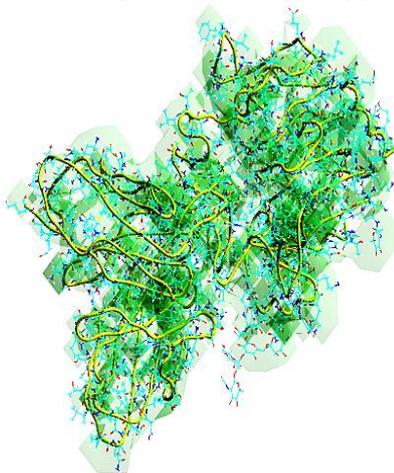


Рисунок 1. Распределение электростатического потенциала на поверхности молекулы инсулинового рецептора

Figure 1. Electrostatic potential distribution on the surface of the insulin receptor molecule

Для электронейтральных систем, какими являются исследуемые структуры, дипольный момент определяется как вектор, направленный из отрицательного центра тяжести в центр тяжести положительного заряда. Самой сбалансированной по величине заряда является молекула лецитина – дипольный момент равен 0 Дебай.

Среднеквадратичный градиент характеризует изменение энергетического состояния молекулы на 1Å, он используется для оптимизации геометрии структур. Малая величина

RMS градиента для исследуемых молекул (табл. 1) свидетельствует об эффективности выполненной процедуры геометрической оптимизации.

Для понимания механизма взаимодействия инсулинового рецептора с инсулином, лецитином и глюкозой использовался метод молекулярного докинга (рис. 2).

Таблица 1. Молекулярные свойства инсулинового рецептора, инсулина, лецитина и глюкозы
Table 1. Molecular properties of the insulin receptor, insulin, lecithin and glucose

Показатели	Инсулиновый рецептор	Инсулин	Лецитин	Глюкоза
Потенциальная энергия, ккал/моль	-3301,1	470,5	24,8	10,7
Дипольный момент, Дебай	64,3	31,7	0,0	2,4
Среднеквадратичный (RMS) градиент, ккал/(Å×моль)	0,137	0,089	0,049	0,047

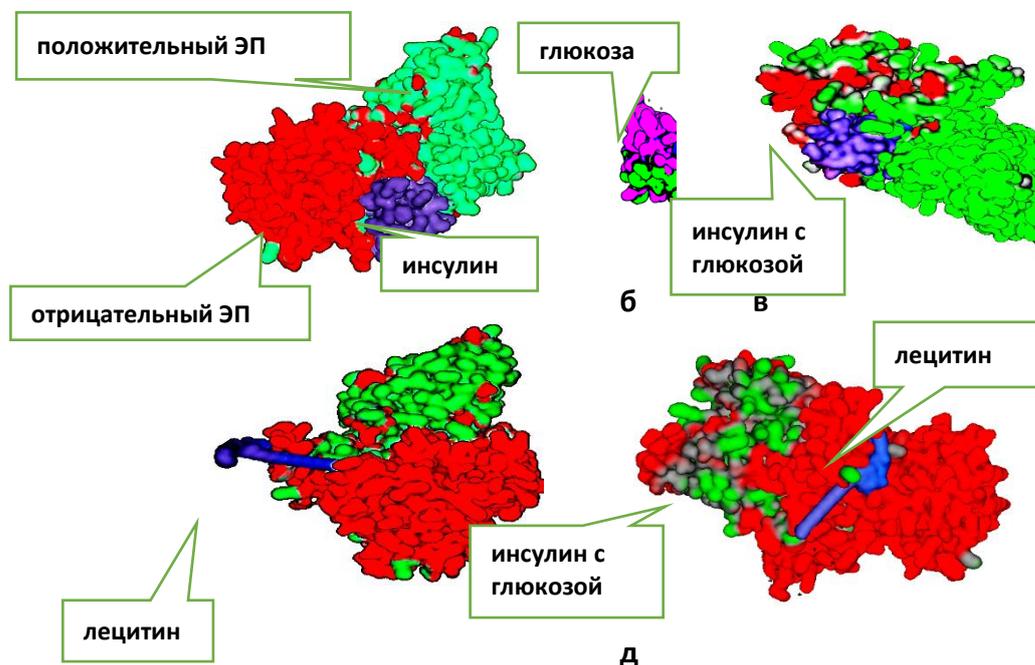


Рисунок 2. Молекулярный докинг инсулинового рецептора и инсулина (а), инсулина и глюкозы (б), инсулинового рецептора и инсулина с глюкозой (в); инсулинового рецептора и лецитина (г); инсулинового рецептора, инсулина с глюкозой и лецитина (д)¹

Figure 2. Molecular docking of insulin receptor and insulin (a), insulin and glucose (b), insulin receptor and insulin with glucose (c); insulin receptor and lecithin (g); insulin receptor, insulin with glucose and lecithin (d)¹

Молекулярный докинг – это метод компьютерного моделирования, позволяющий определить наиболее выгодную ориентацию молекул относительно друг друга, а также рассчитать изменение потенциальной энергии в процессе оптимизации взаимодействия молекулярных структур.

По результатам моделирования методом молекулярного докинга установлено, что взаимодействие инсулинового рецептора (ИР) и инсулина (рис. 2а) способствует понижению величины заряда ЭП поверхности комплексного соединения, о чем свидетельствует изменение цвета поверхности молекулы (по сравнению с рис. 1 появляется зона с отрицательным ЭП). Общая потенциальная энергия (ПЭ) двух молекулярных систем увеличивается до -593.0 ккал. Изначальная сумма потенциальной энергии этих двух молекул была равна -3771.6 ккал (-3301.1-470.5) (табл. 1).

^{1 1} Следует отметить, что на рисунках другим цветом (фиолетовым) обозначается только последний добавленный в систему лиганд

Образование комплекса инсулина с глюкозой (рис. 2б) способствует увеличению потенциальной энергии системы до -132.15 ккал (сумма потенциальной энергии этих двух соединений равна $-470.5 + 10.7 = -459,8$ ккал). Потенциальная энергия комплексного соединения инсулинового рецептора (ИР) и инсулина с глюкозой (рис. 2в) повышается до -545.78 ккал по сравнению с использованием в качестве лиганда инсулина (без глюкозы – -593.0 ккал), т.е. присутствие глюкозы увеличивая ЭП на 47.22 ккал ($-593.00 + 545.78 = -47.22$), приводит к активации ИР

Введение в систему ИР лецитина (рис. 2г) способствует еще большей активации молекул, поскольку потенциальная энергия продолжает расти на 387.3 ккал ($-593.0 + 205.7$).

Появление в органическом матриксе ИР инсулина с глюкозой и лецитина (рис. 2в) способствует активации молекулярного взаимодействия, поскольку ЭП системы увеличивается до -403.01 ккал. Следовательно, межмолекулярное взаимодействие инсулинового рецептора, инсулина, лецитина и глюкозы не приводит к образованию прочных комплексных соединений, а наоборот потенциальная энергия системы увеличивается, что по-видимому способствует активации инсулинового рецептора и транспорту инсулина с глюкозой в клетку. Не смотря на повышение уровня потенциальной энергии по результатам молекулярного докинга видно, что не происходит выталкивание инсулина с глюкозой и лецитина за пределы инсулинового рецептора. Следует отметить существенную роль влияния лецитина на изменение энергетического состояния инсулинового рецептора.

Недостаток в рационе питания диабетиков предполагается компенсировать за счет включения лецитина в рецептуры мясопродуктов, подвергаемых кулинарной обработке, с помощью блока Periodic boundary conditions (приложения HyperChem 8.0) в броуновской динамике выполнено моделирование технологического процесса термической обработки лецитина в водных растворах.

Компьютерное моделирование осуществляли до стабильного состояния потенциальной энергии системы. Стабильность молекулярной системы контролировали по величине потенциальной энергии, которая остается постоянной в течении заданного промежутка времени.

На рис. 3 представлены результаты геометрической оптимизации лецитина при 720С в ячейке периодичности. Полученные в ланжевенской динамике данные сведены в табл. 2.

Моделирование тепловой обработки лецитина в броуновской динамике (табл. 2) показало, что энергия активации молекулы лецитина (432 ккал/моль) выше показателя энергетического состояния в процессе тепловой обработки (425 ккал/моль), что свидетельствует об устойчивости молекулярной структуры к воздействию температуры.

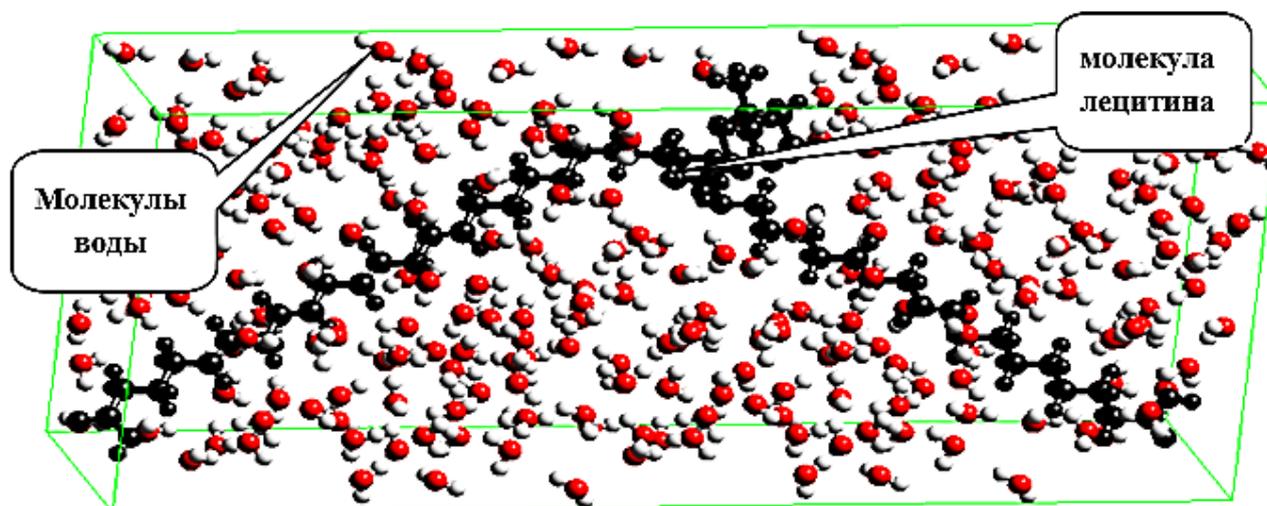


Рисунок 3. Ячейка периодичности моделирования термической обработки лецитина
Figure 3. Cell of the periodicity of modeling the heat treatment of lecithin

Химический состав мясопродуктов разнообразен и включает различные соединения (белки, жиры, минеральные вещества, углеводы и др.), поэтому представляется целесообразным изучить изменение содержания этих биологически активных добавок в процессе технологической обработки.

Таблица 2. Изменение энергетических характеристик лецитина при тепловой обработке
Table 2. Changes in the energy characteristics of lecithin during heat treatment

Молекулярные структуры	Показатели, ккал/моль	
	Энергия активации	Энергетическое состояние молекул во время тепловой обработки
Лецитин		425

С целью подтверждения результатов квантово-химических расчетов изготовлены опытные образцы колбасы вареной «Диабетической» высшего сорта, в рецептуру которой были внесена биологически активная добавка лецитин. Контроль содержания лецитина вели в фарше и в готовом продукте. Содержание лецитина в фарше (при $q \leq 0,05$) составляло 2,5%, в готовом продукте – 2,6%. Незначительное увеличение количества лецитина в готовом продукте очевидно обусловлено потерей массы изделия в процессе термической обработки.

Закключение. Теоретически и практически обосновано использование эссенциальной добавки лецитина в профилактических рецептурах пищевых продуктов с антидиабетическими свойствами, подвергающихся термической обработки.

1. Для теоретического обоснования использования в питании лецитина исследованы молекулярные свойства инсулинового рецептора, инсулина, лецитина и глюкозы, и их комплексных соединений, методом молекулярного докинга подтверждена значимая роль лецитина для активации инсулинового рецептора, поскольку потенциальная энергия системы увеличивается на 387.3 ккал.

2. С целью обоснования возможности сохранения целостности лецитина при термообработке выполнен анализ молекулярных свойств с помощью броуновской динамики и изучены изменения количественного содержания исследуемой добавки на модельном образце колбасы вареной «Диетической». Установлено, что содержание лецитина в колбасном изделии было сопоставимо с исходным сырьем (в фарше).

ЛИТЕРАТУРА

1. Показатели заболеваемости диабетом по странам в 2022 году (2022). URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a3f27edf-63a3f893-7bcd4ac4-74722d776562/https/worldpopulationreview.com/country-rankings/diabetes-rates-by-country (дата обращения: 21.09.2022).
2. Хайрутдинов Т. Сколько россиян болеет диабетом. URL: <https://journal.tinkoff.ru/statistic-diabetes/> (дата обращения: 19.05.2023).
3. PDBe-KB: collaboratively defining the biological context of structural data. 2022. URL: <https://europepmc.org/article/MED/34755867> (дата обращения: 15.01.2023).
4. Ших Е. В., Петунина Н. А. Роль микронутриентов в терапии и профилактике осложнений сахарного диабета // РМЖ (Русский медицинский журнал). 2012. Т. 13. С. 646–650.
5. Varkonyi T, Kempler P. Diabetic neuropathy: new strategies for treatment. Diabetes, Obesity and Metabolism. 2008;10:99–108.
6. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Melentyeva VV, Drizhd NA. The development of technology of food additives with preventive properties. Modern Science and Innovations. 2020;2(30):93-97.

7. Алиев А. С., Гусейнов А. К., Струговщик Ю. С., Алиева М. У., Врубель М. Е. Клиническая фармакология лецитина // Успехи современного естествознания. 2014. Т. 11–3. С. 129–130.
8. Садовой В. В., Щедрина Т. В., Киянова А. С. Использование биологически активных добавок в рецептурах пищевых продуктов // Современная наука и инновации. 2016. № 3 (15). С. 88–93.
9. Оробинская В. Н., Лимарева Н. С., Шалтумаев Т. Ш., Щедрина Т. В. Использование нанотехнологий (наноингредиентов) в производстве пищевых продуктов нового поколения. Их безопасность и возможные риски // Сборник тезисов докладов участников пула научно-практических конференций. Керчь: КГМТУ, 2020. С. 113–115.
10. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Melentyeva VV, Khamitsaeva AS. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018;9(4):1620–1625.
11. Sadovoy VV, Selimov MA, Shchedrina TV, Nagdalian AA. Usage of biological active supplements in technology of prophylactic meat products. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018;7:1861.
12. Садовой В. В., Щедрина Т. В., Селимов М. А. Биологически активная композиция для регулирования процесса липолиза в организме при ожирении // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 6. С. 74–83. PMID: 30592856, DOI: 10.24411/0042-8833-2017-00008
13. Диетология. 4-е изд. / под. ред. А. Барановского. СПб: Пмтер. 2012, 1024 с.

REFERENCES

1. Diabetes incidence rates by country in 2022 (2022). URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a3f27edf-63a3f893-7bcd4ac4-74722d776562/https/worldpopulationreview.com/country-rankings/diabetes-rates-by-country (accessed: 21.09.2022).
2. Khairutdinov T. How many Russians have diabetes. URL: <https://journal.tinkoff.ru/statistic-diabetes/> (accessed: 19.05.2022).
3. PDBe-KB: collaboratively defining the biological context of structural data. 2022. URL: <https://europepmc.org/article/MED/34755867> (accessed: 15.01.1999).
4. Shikh EV, Petunina NA. The role of micronutrients in the treatment and prevention of complications of diabetes. RMJ (Russian Medical Journal). 2012;13:646-650.
5. Varkonyi T, Kempler P. Diabetic neuropathy: new strategies for treatment. Diabetes, Obesity and Metabolism. 2008;10:99–108..
6. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Melentyeva VV, Drizhd NA. The development of technology of food additives with preventive properties. Modern Science and Innovations. 2020;2(30):93-97.
7. Aliyev AS, Huseynov AK, Strugovshchik YuS, Alieva MU, Vrubel ME. Clinical pharmacology of lecithin. Successes of modern natural science. 2014;11-3:129-130.
8. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Kiyanova AS. The use of biologically active additives in food formulations. Modern Science and Innovations. 2016;3(15):88-93.
9. Orobinskaya VN, Limareva NS, Shaltumaev TSh, Shchedrina TV. The use of nanotechnologies (nanoingredients) in the production of new generation food products, their safety and possible risks. Collection of abstracts of reports of participants in the pool of scientific and practical conferences. Kerch: KGMTU; 2020. P. 113-115.
10. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Melentyeva VV, Khamitsaeva AS. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018;9(4):1620–1625.

11. Sadovoy VV, Selimov MA, Shchedrina TV, Nagdalian AA. Usage of biological active supplements in technology of prophylactic meat products. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018;7:1861.

12. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Selimov MA. Biologically active composition for regulating the process of lipolysis in the body in obesity. Nutrition issues. 2017;86(6):74-83. PMID: 30592856 DOI: 10.24411/0042-8833-2017-00008

13. Dietetics. 4th ed. / under. ed. A. Baranovsky. St. Petersburg: Pmter. 2012, 1024 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир Всеволодович Садовый – доктор технических наук, профессор кафедры товароведения и технологии общественного питания, Ставропольский институт кооперации (филиал), Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Голенева, 36, г. Ставрополь, 355008, Россия, +79188639013

Татьяна Викторовна Щедрина – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения, Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет, пр. 40 лет Октября, 56, г. Пятигорск, 357500, Россия, +79283730813, tany1812@yandex.ru

Алла Смалиевна Хамицаева – доктор технических наук, профессор кафедры технологии продуктов питания, Горский государственный аграрный университет, г., ул. Кирова, д. 37, г. Владикавказ, 362040, Россия, +79034833663, allahamicaeva@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir V. Sadovoy – Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Commodity Science and Catering Technology, Stavropol Institute of Cooperation (branch), Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 36, Goleneva st., Stavropol, 355008, Russia, +79188639013

Tatiana V. Shchedrina –Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Food Technology and Commodity Science, Pyatigorsk Institute (branch), North-Caucasus Federal University, 56, 40 let Oktyabrya Ave., Pyatigorsk, 357500, Russia, +79283730813, tany1812@yandex.ru

Alla S. Khamitsaeva – Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Food Technology, Gorsky State Agrarian University, 37, Kirova st., Vladikavkaz, 362040, Russia, +79034833663, allahamicaeva@mail.ru

Вклад авторов: все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию: 12.07.2023;
одобрена после рецензирования: 15.08.2023;
принята к публикации: 06.09.2023.*

*The article was submitted: 12.07.2023;
approved after reviewing: 15.08.2023;
accepted for publication: 06.09.2023.*