

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В КОМПЕНСАЦИИ ПРОЯВЛЕНИЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ

Л.А. Цирульниченко

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Метаболические расстройства, такие как гипергликемия и гиперхолестеринемия стали большой угрозой для здоровья и жизни современного человека. Такие факторы, как старение, ожирение, снижение физической активности, рост населения и урбанизация могут постепенно привести к устойчивому увеличению числа больных сахарным диабетом. По данным IDF Diabetes Atlas ожидается, что распространенность сахарного диабета вырастет к 2035 году с 382 до 471 миллионов человек. Кроме таких угрожающих жизни состояний, как диабетический кетоацидоз, гипер- и гипогликемическая кома, сахарный диабет является фактором риска развития инфаркта миокарда, ишемического инсульта и других сосудистых нарушений. Поэтому поиск новых путей решения этих проблем является одной из главных задач здравоохранения во всем мире. В этих условиях исследователи обращают свое внимание на выявление природных веществ, позволяющих справиться с данными метаболическими нарушениями. Применение различных экстрактов и настоев на основе растительного сырья для компенсации и профилактики сахарного диабета известно с древних времен. На сегодняшний день фармацевтическая и пищевая индустрия разрабатывает широкий ассортимент биологически активных пищевых добавок и функциональных продуктов питания для поддержания высокого качества жизни и адаптации людей, имеющих различные проявления гипергликемии. Действие компонентов пряных растений основано на механизмах защиты и восстановления панкреатических β -клеток в островках Лангерганса, что позволяет увеличивать секрецию инсулина и в то же время защищать β -клетку от разрушения. Обзору основных пряных растений и содержащихся в них биологически активных компонентов, позволяющих компенсировать гипергликемические проявления, посвящена данная статья.

Ключевые слова: диабет, биологически активные вещества, пряные растения, функциональные продукты питания, адаптогены.

Диабет является хроническим заболеванием, характеризующимся гипергликемией, и подразделяется на два типа: сахарный диабет I типа (СД1) и сахарный диабет II типа (СД2). При СД1 β -клетки поджелудочной железы повреждены, что приводит к снижению поступления инсулина в кровь. Пациенты будут полностью зависеть от экзогенного инсулина. СД2 наблюдается у большинства больных диабетом (85 %) и приводит к периферической инсулинорезистентности, т.е. снижению чувствительности к инсулину скелетных мышц, жировых тканей и печени [1, 2, 5, 7, 10].

Такие факторы, как старение, ожирение, снижение физической активности, рост населения и урбанизация могут постепенно привести к устойчивому увеличению числа больных сахарным диабетом. По данным IDF Diabetes Atlas ожидается, что распространенность СД вырастет к 2035 году с 382 до 471 миллионов человек. Кроме таких угрожаю-

щих жизни состояний, как диабетический кетоацидоз, гипер- и гипогликемическая кома, сахарный диабет является фактором риска развития инфаркта миокарда, ишемического инсульта и других сосудистых нарушений [6, 8, 9, 15].

Различные категории противодиабетических препаратов лечебного действия давно существуют на рынке, включая аналоги инсулина, сульфонилмочевины, бигуаниды, ингибиторы дипептидилпептидазы-4, тиазолидионы, ингибиторы α -глюкозидазы и др. Однако известны множественные побочные эффекты при длительном лечении данными препаратами [3, 4, 19]. Именно поэтому поиск новых медикаментозных и немедикаментозных средств для лечения и профилактики сахарного диабета является одной из актуальных задач современной медицины.

Особое место в компенсации сахарного диабета занимают пряные растения и экстрак-

Питание и здоровье

ты на их основе. Их положительное влияние на здоровье частично объясняется сложной композицией фенольных соединений.

Фенолы относятся к большой группе соединений, имеющих одно или несколько ароматических колец с одной или несколькими присоединенными гидроксильными группами. В табл. 1 приведены некоторые примеры фенольных соединений, в том числе полифенолов, терпенов, ваниллоидов и сераорганических соединений, встречающихся в большинстве пряных растений и трав [17].

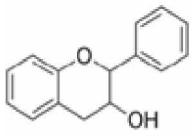
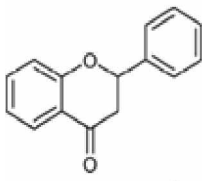
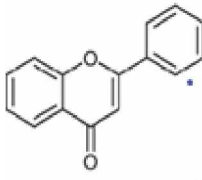
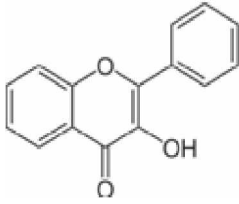
Важно разобраться в факторах, определяющих гипергликемическое состояние, и механизмах компенсации данных состояний за счет биологически активных соединений (БАС), содержащихся в пряных растениях (рис. 1) [6].

Таким образом, пряные растения играют особую роль в улучшении диабетического состояния посредством защиты и восстановления панкреатических β -клеток в островках Лангерганса, увеличивая секрецию инсулина и в то же время защищая β -клетку от разрушения [11–14].

Несмотря на благотворное влияние пряных растений на снижение уровня глюкозы до и после приема пищи, интерпретация дейст-

Таблица 1

Наиболее распространенные фенольных соединений пряных растений и трав

Группа	Класс	Подкласс	Структурная формула/примеры соединений	Пряные растения, в которых идентифицированы данные соединения
Полифенолы	Флавоноиды	Флаванолы (катехин)		Мускатный орех, фенхель, корица
		Флаваноны (гесперетин, эриодиктиол)		Мята, фенхель, лук
		Флавоны (апигенин, лютеолин)		Анис, мята перечная, лук, орегано, хрен
		Флавонолы (кверцетин, кемпферол, изорамнетин)		Душистый перец, анис, кориандр, тмин, фенхель, лук, черный перец, красный перец, орегано
	Фенольные кислоты	Производные гидроксибензойной кислоты	Галловая кислота, салициловая кислота	Душистый перец, гвоздика, шафран
		Производные гидроксициннамовой кислоты	Кофеиновая кислота, р-кумаровая кислота	Кориандр, тмин, мускатный орех, фенхель, лук, мята перечная, орегано, шафран

Окончание табл. 1

Группа	Класс	Подкласс	Структурная формула/примеры соединений	Пряные растения, в которых идентифицированы данные соединения
Терпены	Лимонены, сесквитерпены, дитерпены, три-терпены, тетратерпены	–	–	Кориандр, тмин, фенхель, пажитник, горчица, куркума, мята
Ваниллоиды	–	–	Капсаицин, Куркумин, Гингерол	Куркума, имбирь, горчица, красный перец
Сераорганические соединения	–	Дисульфиды, тиосульфиды	–	Чеснок, лук

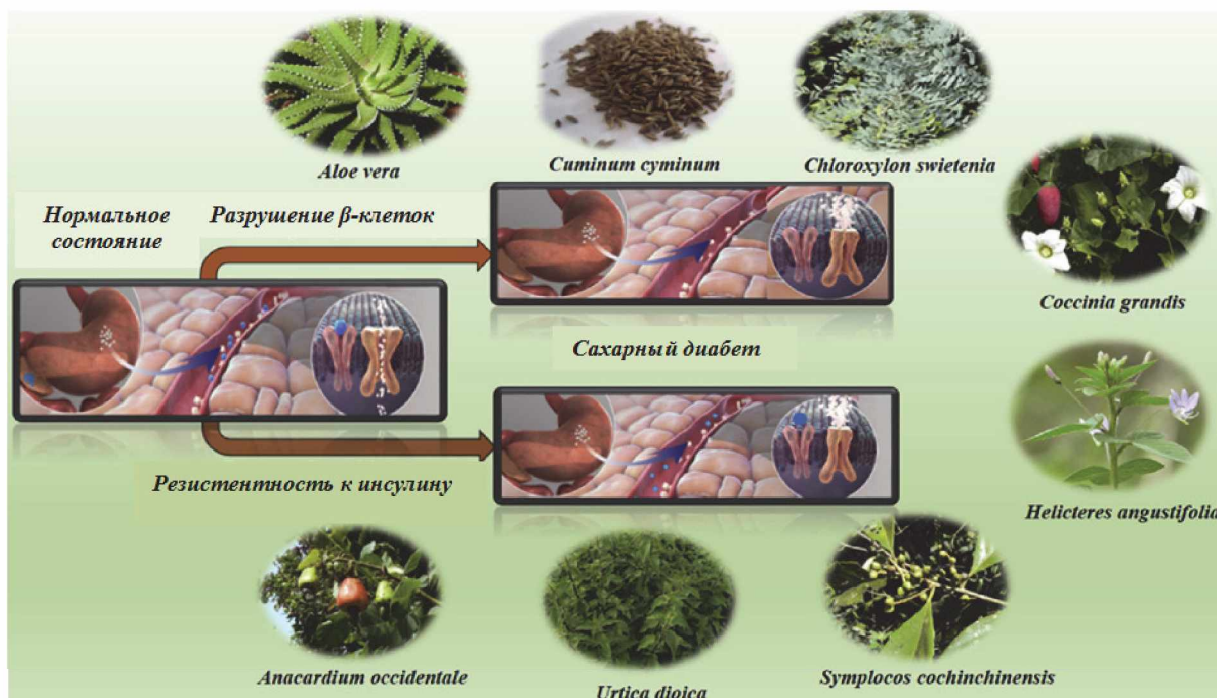


Рис. 1. Факторы, определяющие гипергликемическое состояние, и механизмы их компенсации на основе БАВ пряных растений [6]

вия биологически активных соединений все еще остается сложной задачей. Это связано с тем, что каждая пряность содержит широкий спектр фенольных соединений, и может оказывать синергетический эффект. Кроме того, суточная доза отдельных специй различается между регионами, а на биодоступность фенольных соединений в специях влияют различные химические и биологические факто-

ры. Следовательно, лучшее понимание антидиабетического потенциала биологически активных соединений в распространенных специях должно помочь в профилактике диабета, а также связанных с ним осложнений и метаболических нарушений.

В ряде исследований сообщалось, что флавоноиды обладают антиоксидантными, противораковыми, противоаллергическими,

противовоспалительными свойствами. Новые исследования также показали, что терпены, ваниллоиды и сероорганические соединения обладают антиоксидантными свойствами и защищают от хронических заболеваний, таких как СД [16–18, 20–28].

Полифенолы специй могут влиять на метаболизм глюкозы с помощью нескольких механизмов, таких как абсорбция глюкозы в кишечнике, стимуляция секреции инсулина из β -клеток поджелудочной железы, модуляция выделения глюкозы из печени, активация рецепторов инсулина и усвоение глюкозы, повышение чувствительности ткани и модуляция печеночной глюкозы (рис. 2).

Несмотря на то, что существуют различные пряные растения, которые используются в пищу, только для некоторых из них были проведены исследования на животных и людях для снижения гликемического ответа. В изученные специи включали корицу, имбирь, куркуму, тмин, кориандр, анис, пажитник, чеснок, лук, гвоздику, горчицу, листья черного перца и карри. Далее мы представим характеристику некоторых из них (табл. 2). Таким образом, было показано, что многие пряные

травы обладают противодиабетической активностью посредством защиты и восстановления панкреатических β -клеток и повышения резистентности к инсулину. Кроме того, БАС, содержащиеся в пряных травах, обладают противовоспалительным, антиоксидантным свойствами и гиполипидемической активностью, что позволяет предотвратить осложнения гипергликемии. Применение различных экстрактов и настоев на основе растительного сырья позволяет поддерживать высокое качество жизни и оказывать содействие адаптации людей, имеющих различные проявления гипергликемии. Понимание оптимального количества при ежедневном употреблении и уровня биодоступности БАС является необходимым условием для достижения хорошего результата в коррекции гипергликемического состояния. Поэтому по-прежнему существует необходимость проведения исследований по изучению метаболизма БАС в организме человека с целью разработки рекомендаций по коррекции пищевых рационов и эффективной дозировке при создании функциональных продуктов питания.



Рис. 2. Влияние полифенолов пряных растений на компенсацию гипергликемических состояний

Таблица 2

Основные биологически активные соединения (БАС) специй с потенциальным положительным эффектом для лечения СД

Наименование специи	Основные БАС	Лечебный эффект	Механизм	Ссылки
Корица	Процианидин антиоксидантного типа, коричный альдегид	Гипогликемический, гиполипидемический	Повысить активность инсулина Повышающая регуляция экспрессии GLUT4	Subash Babu et al. (2007), Lu et al. (2011)
Имбирь	Процианидин В-типа Гингерол Шогаол Зерумбон	Снижение уровня глюкозы в крови Антидиабетический Противовоспалительный, антиоксидантный	Повышение чувствительности к инсулину Увеличение поглощения глюкозы через стимулирование транслокации GLUT4 Защита β -клетки поджелудочной железы a, b-ненасыщенный кетонный фрагмент для восстановления свободных радикалов Ослабление активных форм кислорода	Rahman et al. (2014)
Куркума	Ккуркумин	Антидиабетический	Улучшение функции β -клетки	Chuengsamarn et al. (2012)
Тмин	Куминальдегид, Куминол	Инсулинотропный	Инсулинотропное действие было связано с закрытием АТФ-чувствительного К-канал и увеличение внутриклеточной концентрации Ca^{2+}	Patil, Takalikar, Joglekar, Haldavnekar, and Arvindekar (2013)
Кориандр	Фенолы Флавоноиды	Антиоксидантный	Уменьшает образование свободных радикалов	Wangenstein, Samuelsen, and Malterud (2004)
Анис	Транс-анетол	Гипогликемический, гиполипидемический	Уменьшает уровень холестерина и снижает скорость перекисное окисление липидов	Shojaii and Fard (2012)
Чеснок	Аллицин	Антиоксидантный	Обратная протеинурия; снизить уровень сахара в крови, холестерина и триглицеридов	Thomson, Al-Amin, Al-Qattan, Shaban, and Ali (2007)
Фенугрек	Галактоманнан – растворимое волокно	Гипогликемический	Увеличение секреции инсулина и утилизации глюкозы	Lu et al. (2008)

Литература/References

1. Al-Suhaimi E.A., Al-Riziza N.A., & Al-Essa R.A. (2011). Physiological and therapeutical roles of ginger and turmeric on endocrine functions. *The American Journal of Chinese Medicine*, 39, 215–231. DOI: 10.1142/S0192415X11008762
2. Ali Z., Ferreira D., Carvalho P., Avery M.A., Khan I.A. Nigellidine-4-O-sulfite, the first sulfated indazole-type alkaloid from the seeds of *Nigella sativa*. *J Nat Prod* 2008; 71(6): 1111-1112. DOI: 10.1021/np800172x
3. Amr A.R., & Maysa M.E. (2010). Anti-ulcer effect of cinnamon and chamomile aqueous extracts in rat models. *The Journal of American Science*, 6, 209–216.
4. Bamasa A.O., Kaatabi H., Lebda F.M., Elq A.M., & Al-Sultanb A. (2010). Effect of *Nigella Sativa* seeds on the glycemic control of patients with type 2 diabetes mellitus. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 54, 344–354.
5. Burits M., Bucar F. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytother Res* 2000; 14(5): 323–328. DOI: 10.1002/1099-1573(200008)14:5<323::AID-PTR621>3.0.CO;2-Q
6. Choudhury H., Pandey M., Hua Ch., Cheah Shi Mun, Jing J.K., Kong L., Ern L.Y., Ashraf N.A. i Kit S.W. (2018) An update on natural compounds in the remedy of diabetes mellitus: A systematic review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 8, 361–376. DOI: 10.1016/j.jtcme.2017.08.012
7. El-Ghorab A.H., El-Massry K.F., Marx F., Fadel H.M. Antioxidant activity of Egyptian *Eucalyptus camaldulensis* var. *brevirostris* leaf extracts. *Food* 2003; 47(1): 41–45. DOI: 10.1002/food.200390009
8. Elostá A., Ghous T., & Ahmed N. (2012). Natural products as anti-glycation agents: Possible therapeutic potential for diabetic complications. *Current Diabetes Review*, 8, 92–108. DOI: 10.2174/157339912799424528
9. Faqih A.M., & Al-Nawaiseh F.Y. (2006). The immediate glycemic response to four herbal teas in healthy adults. *Jordan Medical Journal*, 40, 266–275.
10. Gali-Muhtasib H., El-Najjar N., Schneider-Stock R. The medicinal potential of black seed (*Nigella sativa*) and its components. *Adv Phytomed* 2006; 2: 133–153. DOI: 10.1016/S1572-557X(05)02008-8
11. Gray A.M., & Flatt P.R. (1999). Insulin releasing and insulin-like activity of the traditional antidiabetic plant *Coriandrum sativum* (coriander). *British Journal of Nutrition*, 81, 203–209. DOI: 10.1017/S0007114599000392
12. Hameed I., Dastagir G., Hussain F. Nutritional and elemental analyses of some selected medicinal plants of the family Polygonaceae. *Pak J Bot* 2008; 40(6): 2493–2502.
13. Hussein M.R., Abu-Dief E.E., Abd El-Reheem M.H., Abd-Elrahman A. Ultrastructural evaluation of the radioprotective effects of melatonin 237 against X-ray-induced skin damage in Albino rats. *Int J Clin Exp Pathol* 2005; 86(1): 45–55. DOI: 10.1111/j.0959-9673.2005.00412.x
14. Imparl-Radosevich J., Deas S., Polansky M.M., Baedke D.A., Ingebritsen T.S., Anderson R.A., & Graves D.J. (1998). Regulation of PTP-1 and insulin receptor kinase by fractions from cinnamon: Implications for cinnamon regulations of insulin signalling. *Hormone Research*, 50, 177–182. DOI: 10.1159/000023270
15. Jagtap A G., & Patil P.B. (2010). Antihyperglycemic activity and inhibition of advanced glycation end product formation by *Cuminum cyminum* in streptozotocin induced diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2030–2036. DOI: 10.1016/j.fct.2010.04.048
16. Jayaprakasha G.K., Ohnishi-Kameyama M., Ono H., Yoshida M., & Jaganmohan R.L. (2006). Phenolic constituents in the fruits of *Cinnamomum zeylanicum* and their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1672–1679. DOI: 10.1021/jf052736r
17. Kaefer C.M., & Milner J.A. (2008). The role of herbs and spices in cancer prevention. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 19, 347–361. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2007.11.003
18. Kooti W., Noohi Z.H., Sharafi-Ahvazi N., Asadi-Samani M., Ashtary- Larkye D. Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (*Nigella sativa*). *Chin J Nat Med* 2016; 14(10): 732–745. DOI: 10.1016/S1875-5364(16)30088-7

19. Kurokawa M., Kumeda C.A., Yamamura J., Kamiyama T., & Shiraki K. (1998). Antipyretic activity of cinnamyl derivatives and related compounds in influenza virus-infected mice. *European Journal of Pharmacology*, 348, 45–51. DOI: 10.1016/S0014-2999(98)00121-6
20. Lee H. (2005). Cuminaldehyde: Aldose reductase and α -glucosidase inhibitor derived from *Cuminum cyminum* L. seeds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53, 2446–2450. DOI: 10.1021/jf048451g
21. Li Y., Tran V.H., Duke C.C., & Roufogalis B.D. (2012b). Preventive and protective properties of *Zingiber officinale* (Ginger) in diabetes mellitus, diabetic complications, and associated lipid and other metabolic disorders: A brief review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 516870. DOI: 10.1155/2012/516870
22. Neelakantan N., Narayanan M., Souza R.J., & Dam R.M. (2014). Effect of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) intake on glycemia: A meta-analysis of clinical trials. *Nutrition Journal*, 13, 7. DOI: 10.1186/1475-2891-13-7
23. Neeraja A., & Rajyalakshmi P. (1996). Hypoglycemic effect of processed fenugreek seeds in humans. *Journal of Food Science and Technology*, 33, 427–430.
24. Sharma R.D. (1986). Effect of fenugreek seeds and leaves on blood glucose and serum insulin responses in human subjects. *Nutrition Research*, 6, 1353–1364. DOI: 10.1016/S0271-5317(86)80020-3
25. Singh G., Maurya S., DeLampasona M.P., & Catalan C.A. (2007). A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 1650–1661. DOI: 10.1016/j.fct.2007.02.031
26. Srichamroen A., Thomson A.B.R., Field C.J., & Basu T.K. (2009). In vitro intestinal glucose uptake is inhibited by galactomannan from Canadian fenugreek seed (*Trigonella foenum-graecum* L.) in genetically lean and obese rats. *Nutrition Research*, 29, 49–54. DOI: 10.1016/j.nutres.2008.11.002
27. Rajeshwari C.U., Abirami M., & Andallu B. (2011). In vitro and in vivo antioxidant potential of aniseeds (*Pimpinella anisum*). *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*, 2, 80–89.
28. Tung Y.T., Chua M.T., Wang S.Y., & Chang S.T. (2008). Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs. *Bioresource Technology*, 99, 3908–3913. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.07.050

Цирульниченко Лина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tcirulnichenkola@susu.ru

Поступила в редакцию 23 декабря 2018 г.

DOI: 10.14529/food190111

BIOLOGICAL ACTIVE SUBSTANCES IN COMPENSATION OF HYPERGLYCEMIA MANIFESTATIONS

L.A. Tcirulnichenko

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Metabolic disorders such as hyperglycemia and hypercholesterolemia became a big threat to the health and life of a modern person. Such factors as aging, obesity, reduced physical activity, population growth, and urbanization can gradually lead to a steady increase in the number of people with diabetes. According to IDF Diabetes Atlas, the prevalence of diabetes is expected to increase by 2035 from 382 to 471 million people. In addition to life-threatening conditions such as diabetic ketoacidosis, hyper- and hypoglycemic coma, diabetes mellitus is a risk factor for

myocardial infarction, ischemic stroke, and other vascular disorders. Therefore, the search for new solutions to these problems is one of the main tasks of health care worldwide. In these conditions, researchers turn their attention to identifying natural substances that can cope with these metabolic disorders. The use of various extracts and infusions based on plant materials to compensate and prevent diabetes mellitus has been known since ancient times. Today, the pharmaceutical and food industries are developing a wide range of dietary supplements and functional foods to maintain a high quality of life and to adapt people with different manifestations of hyperglycemia. The action of the components of spice plants is based on the mechanisms of protection and restoration of pancreatic β -cells in the Langerhans islets, which allows to increase the secretion of insulin and at the same time protect the β -cell from destruction. This article is devoted to the review of the basics of spice plants and the biologically active components contained in them, allowing to compensate for hyperglycemic manifestations.

Keywords: diabetes, biologically active substances, spice plants, functional foods, adaptogens.

Lina A. Tcirulnichenko, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk), tcirulnichenkola@susu.ru

Received December 23, 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Цирульниченко, Л.А. Биологически активные вещества в компенсации проявлений гипергликемии / Л.А. Цирульниченко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 97–104. DOI: 10.14529/food190111

FOR CITATION

Tcirulnichenko L.A. Biological Active Substances in Compensation of Hyperglycemia Manifestations. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 97–104. (in Russ.) DOI: 10.14529/food190111