

УДК 577.15:663.12(045)

DOI: 10.46548/21vek-2021-1054-0020

**ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОВ  $\beta$ -ГЛЮКАНОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ В КАЧЕСТВЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК. ОБЗОР**

© 2021

**Школьникова Марина Николаевна**, доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры технологий питания**Пonomarev Аркадий Сергеевич**, аспирант

Уральский государственный экономический университет

(620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62,

e-mails: shkolnikova.m.n@mail.ru, arkadiy.ponomarev.69@mail.ru)

**Аннотация.** Профилактическая направленность и технологические свойства  $\beta$ -глюкан определяются многими факторами, объединяет которые источник его получения, в частности природный: зерно овса посевного (*Avéna satíva*) и ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare*), а также отруби, грибы вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) и шиитак (*Lentinus edodes*), дрожжевые клетки хлебопекарных (*Saccharomyces cerevisiae*) и пивных (*Saccharomyces pastorianus*) дрожжей, в том числе отработанных. Пищеварительная система человека не может эффективно и полноценно усваивать  $\beta$ -глюканы непосредственно из сырья, поэтому практически обоснованно и коммерчески выгодно получать пищевые добавки в виде концентратов  $\beta$ -глюкана. Систематизированы сведения по технологическим свойствам и применению концентратов  $\beta$ -глюканов из различных сырьевых источников в технологии продуктов питания. Установлено, что перечень продуктов питания ежедневного рациона, содержащих концентраты  $\beta$ -глюкана, довольно разнообразен и представлен хлебом, молочными и мясными изделиями, эмульсионными соусами, безалкогольными напитками и др. Наиболее часто применяется концентрат  $\beta$ -глюкана из зерновых культур. Показано, что  $\beta$ -глюкансодержащие концентраты обладают способностью удерживать влагу, стабилизировать консистенцию, проявляют антиоксидантные и консервирующие свойства, способствуют удержанию аромата и сохранению цвета продукта, что обуславливает их применение в качестве пищевых добавок в составе продуктов питания ежедневного рациона.

**Ключевые слова:**  $\beta$ -глюкан, источники получения, технологические свойства, физиологическая активность, концентрат  $\beta$ -глюкана, пищевая добавка, продукты питания.

**APPLICATION OF  $\beta$ -GLUCAN CONCENTRATES FROM VARIOUS RAW SOURCES AS FOOD ADDITIVES. REVIEW**

© 2021

**Shkolnikova Marina Nikolaevna**, doctor of Technical Sciences, associate professor,  
professor Department of «Food Technologies»**Ponomarev Arkady Sergeevich**, postgraduate student

Ural State University of Economics

(620144, Russia, g. Ekaterinburg, March 8/ Narodnaya Volya st., 62/45,

e-mails: shkolnikova.m.n@mail.ru, arkadiy.ponomarev.69@mail.ru)

**Abstract.** The prophylactic orientation and technological properties of  $\beta$ -glucan are determined by many factors, which unite the source of its production, in particular the natural one: grain of sowing oats (*Avéna satíva*) and common barley (*Hordeum vulgare*), as well as bran, common oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) and shiitake (*Lentinus edodes*), yeast cells of baker's (*Saccharomyces cerevisiae*) and brewer's (*Saccharomyces pastorianus*) yeast, including waste. The human digestive system cannot efficiently and fully assimilate  $\beta$ -glucans directly from raw materials; therefore, it is practically justified and commercially profitable to obtain food supplements in the form of  $\beta$ -glucan concentrates. Information on the technological properties and application of  $\beta$ -glucan concentrates from various raw material sources in food technology is systematized. It has been established that the list of food products of the daily diet containing  $\beta$ -glucan concentrates is quite diverse and is represented by bread, dairy and meat products, emulsion sauces, soft drinks, etc. The most commonly used  $\beta$ -glucan concentrate from cereals. It has been shown that  $\beta$ -glucan-containing concentrates have the ability to retain moisture, stabilize consistency, exhibit antioxidant and preservative properties, contribute to the retention of aroma and preservation of the color of the product, which determines their use as food additives in the composition of food products of the daily diet.

**Keywords:**  $\beta$ -glucan, sources of production, technological properties, physiological activity,  $\beta$ -glucan concentrate, food additive, food.

**Введение.** Многочисленными исследованиями доказано, что регулярное употребление продуктов питания, содержащих в своем составе  $\beta$ -глюкан, обеспечивает поддержание нормальной концентрации холестерина в крови в составе липопротеинов низкой

плотности, способствуя тем самым снижению риска заболеваний сердечно-сосудистой системы; способствует снижению уровня глюкозы в крови после еды, уменьшая риск развития сахарного диабета II типа; способствует синтезу низкомолекулярных жирных

кис-лот, снижая риск возникновения рака толстой кишки; способствует развитию полезной микрофлоры кишечника (пребиотический эффект); улучшает иммунные функции организма [1–4].

Биологическое действие  $\beta$ -глюканов определяется многими факторами, основные из которых: тип и конфигурация связей между остатками моносахаридов, разветвленность и конформация макромолекулы, степень ее полимеризации, растворимость в воде и др. [2]. Так, макромолекулы  $\beta$ -глюканов зерновых культур имеют линейное строение и содержат блоки из остатков  $\beta$ -D-глюкопираноз, связанных  $\beta$ -(1→4)-гликозидными связями. Молекулы  $\beta$ -глюканов дрожжей и грибов имеют разветвленное строение и состоят из остатков  $\beta$ -D-глюкопираноз, соединенных  $\beta$ -(1→3) гликозидными связями, а боковые ответвления соединены с основной цепью в положениях О-6 [5].

На сегодняшний день, в России  $\beta$ -глюкан входит в состав БАД к пище («Атероклефит Кисель», овсяный кисель «Царевicino», «Синхровитал III» и др.), основное назначение которых – снижение риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы и холестерина в крови человека. Кроме того, на российском рынке имеются продукты, в составе которых присутствует  $\beta$ -глюкан, – отруби, крупа, хлопья, что указано в маркировке потребительской тары. Например, производство ООО «ЮниФлэйкс» (г. Тольятти) создало линейку продукции под торговой маркой «Фермер Гуд», которая включает в себя овсяные хлопья из нешлифованной крупы с минимальной механической и термической обработкой овса, что, по словам изготовителей, обеспечивает целостность  $\beta$ -глюкана и делает хлопья более полезными. Компания CLARUS, занимающаяся производством отрубей, хлопьев и муки из овса, выращенного в Алтайском крае, тоже упоминает о том, что их продукты обязаны своей пользой  $\beta$ -глюкану и в их продуктах он сохранился в наибольшем количестве. На ООО ПФ «Радуга» внедрена технология «Концентрат овсяной из отрубей с повышенным содержанием Бета-глюкана 22%», присутствующий на потребительском рынке.

Известно, что концентратам  $\beta$ -глюкана свойственны и определенные технологические свойства – загуститель и стабилизатор консистенции, влагоудерживающий агент, антиоксидант и др. что позволяет рассматривать использование  $\beta$ -глюкансодержащих концентратов в различных пищевых системах. Исследование наличия концентратов  $\beta$ -глюкана из различных видов сырья в составе продуктов питания и определение их основных технологических свойств для обоснования использования в качестве пищевых добавок, обладающих функциональной направленностью, является целью данной статьи.

**Материалы и результаты исследований.** Объектами исследования явились современные научные статьи крупнейших мировых баз данных *ISI Web of Knowledge*, *Science Direct* и *Google Scholar* по использованию концентратов  $\beta$ -глюкана из различных сырьевых источников в составе продуктов питания.

Исследование выполнено аналитическими методами – тематический поиск и анализ источников, что позволило систематизировать полученные сведения по технологическим свойствам и применению концентратов  $\beta$ -глюканов из различных сырьевых источников в технологии продуктов питания.

В настоящее время известна  $\beta$ -глюкансодержащая пищевая добавка Е 411 овсяная камедь (*Oat Gum*), используемая как стабилизатор и/или загуститель консистенции продуктов. К настоящему моменту отмечается тенденция на производство не изолированных биологически активных веществ, а их комплексов, – концентрата, который обеспечит организм человека сразу несколькими биологически важными для человека компонентами.

На рынке присутствует несколько изготовителей концентрата  $\beta$ -глюкана из зернового сырья для производства продуктов питания: овсяных: *PromOat*<sup>TM</sup> (Швеция), содержащий до 36%  $\beta$ -глюкана, *Nature*<sup>®</sup> 1500 с содержанием  $\beta$ -глюкана 15% и *Natureal*<sup>®</sup> – 20% (США), овсяно-ячменные: *Viscofiber*<sup>®</sup> (Канада), ячменные: *Glucagel*<sup>®</sup> (Новая Зеландия) и др. [6–8]. Приведенные примеры –  $\beta$ -глюкансодержащие гидроколлоиды, используемые в основном в качестве текстурирующего агента в пищевых продуктах, где он полностью или частично заменяют жир, произведенные за рубежом из зернового сырья. Наряду с зерном овса посевного (*Avéna satíva*) и ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare*), природными источниками  $\beta$ -глюкана являются:

- овсяные отруби, в которых  $\beta$ -глюкана больше – 5–20%, тогда как в зерне овса – 2–6% [9];
- грибы, в частности вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) и шиитаке (*Lentinus edodes*) [2];
- дрожжевые клетки хлебопекарных (*Saccharomyces cerevisiae*) и пивных (*Saccharomyces pastorianus*) дрожжей, в том числе отработанных [10].

В виду того, что  $\beta$ -глюкан обладают доказанной физиологической активностью и технологическими свойствами и, согласно МР 2.3.1.1915-04 «Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ», суточная потребность в них составляет 1 мг,  $\beta$ -глюкан рекомендовано включать в ежедневный рацион, примеры продуктов которого систематизированы и приведены на рисунке 1.

Из приведенных на схеме рисунка 1 примеров видно, что перечень продуктов питания ежедневного рациона довольно разнообразен, и в их составе содержатся концентраты  $\beta$ -глюкана не только из зерновых культур, но и из биомассы пивных дрожжей и грибов вешенки обыкновенной.

Надо сказать, что в качестве источника  $\beta$ -глюкана многие авторы рассматривают частичную замену традиционного сырья овсяной мукой. Так, в рецептуре дрожжевого хлеба замена пшеничной муки в количестве 5–30% концентратом  $\beta$ -глюкана из зерна овса и ячменя замедлило процесс черствения опытного образца, однако с повышением содержания концентрата

уменьшается размер буханки и ухудшается состояние мякиша.

В работе *F. Temelli* и др. показано, что хлеб с  $\beta$ -глюканом давал дегустаторам более длительное ощущение сытости и уменьшение содержания глюкозы в крови при содержании  $\beta$ -глюкана не менее 6,7% [15]. При получении кускуса – часть манной крупы заме-

нена на обогащенную  $\beta$ -глюканом ячменную муку с содержанием крупной (40%) и мелкой фракций (60%) (контроль: кускус из манной крупы), что обусловило более высокое содержание в опытных образцах пищевых волокон 7,4–9,8% и  $\beta$ -глюкана 2,79–4,09% по сравнению с контролем – 3,61% и 0,18% соответственно [18].



Рисунок 1 – Продукты ежедневного рациона, содержащие концентраты  $\beta$ -глюкана

Однако, концентрат  $\beta$ -глюкана из зерновых культур, в частности овса, применяется наиболее часто. Так, в рецептуре безалкогольного напитка со вкусом апельсина используемая в качестве загустителя овсяная камедь с содержанием  $\beta$ -глюкана 85,63% в количестве 0,3%, 0,5% и 0,7% (контроль: напитки с пектином в количестве 0,3%, 0,5% и 0,7%) не только повысила густоту опытных образцов, показавших стабильность в хранении в течение более 12 недель без помутнения (по сравнению с контролем), но и снизило интенсивность кислотности опытных образцов [16].

В составе нежирного белого рассольного сыра из коровьего молока вносимая в количестве 0,7% и 1,4%  $\beta$ -глюкановая камедь с содержанием основного компонента 22,2% позволила снизить содержания жира на 70% (контроль: аналогичный сыр без добавления камеди  $\beta$ -глюкана). Кроме того, выход опытных образцов сыра с более высоким содержанием молочной и масляной кислот был выше и с улучшенной текстурой по сравнению с контролем. По совокупности восприятия органолептических характеристик оптимальное значение  $\beta$ -глюкановой камеди 0,7% [11].

В технологии сухого молочного напитка  $\beta$ -глюкановый концентрат выступил как консервант, способствующий сохранению внешнего вида и цвета сухого напитка в течение 180 сут. при  $T=10-25^{\circ}\text{C}$  [11]. В исследовании [14] установлено, что добавление

$\beta$ -глюкановой камеди из зерна ячменя с содержанием основного компонента 76,2% в количестве 0,3–0,8% в колбаски для завтрака с пониженным содержанием жира (12%) улучшило связывание воды, не влияя на структуру белка, на консистенцию и другие органолептические характеристики; опытные образцы аналогичны по твердости контрольным образцам с содержанием жира 22%.

В работе [19] установлено, что при внесении концентрата из овсяных отрубей с содержанием  $\beta$ -глюкана 10% *Nutrim-OB №170* (США) в эмульсии майонезов 25, 15, 10 и 5%-ной жирности в количествах 1, 3, 4%, были получены густые, однородные эмульсионные системы, аналогичные традиционным майонезам.

Из отработанных пивных дрожжей получен концентрат  $\beta$ -глюкана в виде пасты светло-коричневого цвета с содержанием, %: влаги 93,37, жира 0,07, золы общей 0,04, белка 0,38, углеводов 6,13, используемый в рецептуре майонеза как стабилизатор эмульсии, заменитель жировой составляющей. Показано, что  $\beta$ -глюкан увеличивает стабильность и плотность консистенции опытного образца майонеза за счет повышения вязкости непрерывной фазы и стабилизации эмульсии. Содержание жира в опытном образце 40,0%, в контрольном 60,0% [18].

Полученный из пивных дрожжей экстракт с содержанием  $\beta$ -глюкана 59,15% обладал хорошими техно-



логическими свойствами, в частности: способностью связывать воду и жир – 13,34 г воды/1 г концентрата, 6,86 г жира/1 г концентрата, и антиоксидантное действие: перекисное окисление липидов в образцах линолевой кислоты снижалось в присутствии концентрата  $\beta$ -глюкана. По мнению авторов [17], полученные результаты и хорошие органолептические свойства – чистый цвет, приятные вкус и запах, открывают определенные перспективы использования концентрата  $\beta$ -глюкана, полученного из пивных дрожжей, в продуктах питания как общего, так и функционального назначения.

Надо сказать, что применение полученных из грибов вешенки обыкновенной концентратов  $\beta$ -глюкана ограничено. Известен дрожжевой хлеб из пшеничной муки, содержащий  $\beta$ -1,3/1,6-глюкан (из грибов вешенки обыкновенной) в количестве 2%, 1,4%, 1,0% и 0,6%. Анализ характеристик испеченного хлеба показал, что добавление к рецептуре теста грибного экстракта, содержащего бета-глюканы в концентрации 1 %, лишь менял цвет хлеба, делая его более коричневатым, увеличивал пористость мякиша и придавал ему несколько более кислый привкус, при этом вкус оставался приятным [12].

В работе [20] показано, что  $\beta$ -глюкан овса снижает секрецию желудочного сока, контролирует жировой обмен, способствует нормализации массы тела и оказывает тонизирующее воздействие, что делает возможным его использование в рецептурах кондитерских изделий для снижения их калорийности.

**Заключение.** Таким образом,  $\beta$ -глюкансодержащие концентраты обладают широким перечнем технологических свойств, удерживая влагу, стабилизируя консистенцию, проявляют антиоксидантные и консервирующие свойства, способствуют удержанию аромата и сохранению цвета продукта, подавляют аппетит за счет чувства насыщения и проявляют сорбционные свойства. В виду доказанной физиологической активности  $\beta$ -глюкана и перечню технологических свойств целесообразно применение содержащих его концентратов в составе продуктов питания ежедневного рациона как общего, так и специализированного/функционального назначения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лоскутов, И.Г. Селекция на содержание  $\beta$ -глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража (обзор) / И.Г. Лоскутов, В.И. Полонский // Сельскохозяйственная биология. – Т. 52. – 2017. – С. 646–657.
2. Zhu, F. Beta-glucans from edible and medicinal mushrooms: Characteristics, physicochemical and biological activities / Fengmei Zhu, Bin Du, Zhaoxiang Bian, Baojun Xu // Journal of Food Composition and Analysis. – 2015. – V. 41. – P. 165–173. doi:10.1016/j.jfca.2015.01.019.
3. Lam, K-L. Non-digestible long chain beta-glucans as novel prebiotics / Ka-Lung Lam, Peter Chi-Keung Cheung // Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. – 2013. – V. 2(1). – P. 45–64. doi:10.1016/j.bcdf.2013.09.001.
4. Naumann, E.  $\beta$ -Glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations / E. Naumann, A.-B. van Rees; G. Önnings, R. Öste, M. Wydra, R.-P. Mensink // The American Journal of Clinical Nutrition. – 2006. – V. 83(3). – P. 601–605. doi:10.1093/ajcn.83.3.601.
5. Syed Haris, A. The world of  $\beta$ -glucans – a review of biological roles, applications and potential areas of research. Thesis for the requirement of master of Science / H.A. Syed // Medical Biology. – 2009. – P.13-18. https://hdl.handle.net/10037/2133.
6. Sanghoon, K. Content and Molecular Weight Distribution of Oat  $\beta$ -Glucan in Oatrim, Nutrim, and C-Trim / K. Sanghoon, E. George, S.X. Inglett, S.X. Liu // Products. – 2008. – Vol. 85(5). – P. 701-705.
7. Rodriguez, R. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients / R. Rodriguez, A. Jimenez, J. F. Bolanos, R. Guillen, A. Heredia // Trends in Food Science & Technology. – 2006. – Vol. 17. – P. 3–15.
8. Fengmei, Z.A. Critical review on production and industrial applications of beta-glucans / Z. Fengmei, D. Bin, X. Baojun // Food Hydrocolloids. – 2016. – Vol. 52. – P. 275-288.
9. Asif, A. Extraction and characterization of  $\beta$ -D-glucan from oat for industrial utilization / A. Asif, M.-A. Faqir, Z. Tahir, N. Haq, A. Zaher // International Journal of Biological Macromolecules. – 2010. – № 46. – P. 304–309. doi:10.1016/j.ijbiomac.2010.01.002.
10. Santipanichwong, R. Carotenoids as colorants in reduced-fat mayonnaise containing spent brewer's yeast  $\beta$ -glucan as a fat replacer / R. Santipanichwong, M. Suphantharika // Food Hydrocolloids. – 2007. – V. 21(4). – P. 565–574. doi:10.1016/j.foodhyd.2006.07.003.
11. Lazaridou, A. Molecular aspects of cereal  $\beta$ -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects / A. Lazaridou, C.G. Biliaderis // Journal of Cereal Science. – 2007. – V. 46. – P. 101–118. doi:10.1016/j.jcs.2007.05.003.
12. Фриуи, М. Влияние грибного экстракта, содержащего бета-глюканы, на реологические характеристики хлебного теста / М. Фриуи, Л. Гачеу, О. Опря, М.М. Шамцян // Вестник Международной академии холода. – 2018. – № 3. – С. 53–61. DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-3-53-61.
13. Elke, N.  $\beta$ -Glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations / N. Elke, A. B. van Rees, G. Önnings, R. Öste, N. Wydra, R. Mensink (2006). The American Journal of Clinical Nutrition. – 2006. – V. 83(3). – P. 601–605. doi:10.1093/ajcn.83.3.601/.
14. Moriarty, S. E. Barley  $\beta$ -glucan in bread: the journey from production to consumption: A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Food Science and Technology Department of Agricultural, Food and Nutritional Science. – Edmonton (Canada), 2009. – 228 p.
15. Temelli, F. Development of an Orange-Flavored Barley  $\beta$ -Glucan Beverage / F. Temelli, C. Bansema, K. Stobbe // Cereal Chemistry. – 2004. – V. 81(4). – P. 499–503. doi:10.1094/CCHEM.2004.81.4.499.
16. Singh, S. Change in color & appearance of  $\beta$ -Glucan fortified instantized RTS milk beverage powder / S. Singh and R.-K. Pandey // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2018. – V.7(4). – P. 1427-1428.
17. Kováčová, M. Preparation and characteristics of beta-glucan concentrate from brewer's yeast as the additive substance in foods / M. Kováčová, L. Dodok, L. Zofajová, E. Mikuš // POTRAVINARSTVO. – 2013. – V. 7, №. 1. – P. 144–149. DOI: https://doi.org/10.5219/258.
18. Messina, M. C. Development of functional couscous enriched in barley  $\beta$ -glucans / M.-C. Messina, M. Oriente, M. Angelicola, E. De Arcangelis, E. Marconi // Journal of Cereal Science. – 2019. – V. 85. – P.137–142. doi:10.1016/j.jcs.2018.12.007.
19. Елисеева, Н.Е. Разработка технологий функциональных жировых продуктов эмульсионной природы с пищевыми волокнами и биологически активными веществами: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.06. – Москва, 2008. – 24 с.
20. Шатнюк, Л.Н. Инновационные ингредиенты для снижения калорийности кондитерских изделий / Л.Н. Шатнюк, О.В. Антипова // Пищевые ингредиенты, сырьё и добавки. – 2012. – №1. – С.45-47.

Статья поступила в редакцию 23.03.2021  
Статья принята к публикации 16.06.2021