

Пак Виолетта Игоревна, аспирант кафедры прикладной биотехнологии факультета пищевых биотехнологий и инженерии Университета ИТМО; e-mail: waveball@mail.ru;

Сучкова Елена Павловна, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной биотехнологии факультета пищевых биотехнологий и инженерии Университета ИТМО; e-mail: silena07@bk.ru

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ НАПИТКА НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ,
СОДЕРЖАЩЕГО ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА**
(рецензирована)

В настоящее время наблюдается недостаточное поступление белка и пищевых волокон в организм человека с пищей. В статье рассматривается разработка напитка с функциональными свойствами на основе молочной сыворотки с использованием злаковой добавки. Представлено обоснование использования молочной сыворотки в качестве основы напитка и ячменя как растительного компонента, рецептура, расчет биологической ценности белковой составляющей и обеспеченности пищевыми волокнами при употреблении рекомендуемой порции продукта.

Ключевые слова: *молочная сыворотка, ячмень, пищевые волокна, биологическая ценность, профилактика заболеваний ЖКТ.*

Pak Violetta Igorevna, a post-graduate student of Applied Biotechnology Department, Faculty of Food Biotechnology and Engineering, ITMO University; e-mail: waveball@mail.ru;

Suchkova Elena Pavlovna, Candidate of Technical Sciences, an assistant professor of Applied Biotechnology Department, Faculty of Food Biotechnology and Engineering, ITMO University; e-mail: silena07@bk.ru

**ASSESSMENT OF MILK BEVERAGE FUNCTIONALITY CONTAINING FOOD
FIBERS**
(reviewed)

Currently, there is an insufficient supply of protein and dietary fiber to the human body with food. The article considers the development of whey beverage with functional properties with the use of a cereal additive.

The substantiation of the use of whey as the basis of the beverage and barley as a plant component, the formulation, the calculation of the biological value of the protein component and the supply of dietary fiber when using the recommended portion of the product is presented.

Key words: *whey, barley, dietary fiber, biological value, prevention of gastrointestinal diseases.*

Состав и свойства углеводных компонентов пищи очень важны для поддержания здоровья. Основная функция углеводов – обеспечение энергетических затрат организма. При недостатке углеводов в организме появляются слабость, головокружение, сонливость, чувство голода. Однако излишнее потребление легкоусвояемых углеводов более 20 % от общего их количества может привести к нежелательным последствиям: увеличению массы

тела, разрушению зубов. В свою очередь сложные углеводы расщепляются и перевариваются в тонкой кишке медленнее и это не вызывает резкого повышения в крови уровня глюкозы. Резистентные (устойчивые) крахмалы не расщепляются в тонком кишечнике и доходят до толстой кишки, проявляя пробиотические свойства. Неусваиваемые углеводы, пищевые волокна также не восполняют энергетические затраты, но их роль в процессе пищеварения очень существенна, в том числе способствовать продвижению пищи, улучшая перистальтику кишечника и очищать организм от токсических веществ. Помимо этого, важной характеристикой является гликемический индекс, с помощью которого можно оценить способность углеводов повышать уровень глюкозы в крови.

Продукты растительного происхождения значительно разнятся по качественному и количественному составу содержащихся в них углеводов, в том числе пищевых волокон. Организм получает требуемое количество углеводов, а также волокон с различным механизмом действия при наличии нескольких видов растительной пищи в рационе.

В среднем, углеводы обеспечивают 50-60 % калорийности рациона в сутки, среднее потребление углеводов в сутки составляет 350-500 г. Средняя норма потребления простых углеводов (моно-, ди- и олигосахаридов) установлена в количестве 50-70 г в сутки [1]. Рекомендуемая суточная доза пищевых волокон в соответствии с нормами физиологических потребностей составляет 20 г, остальное приходится, в основном, на крахмал [2].

Недостаточность пищевых волокон в рационе питания человека довольно широко распространена. Их нехватка приводит к ряду недугов и риску развития заболеваний, среди которых чаще отмечаются: гипомоторная дискинезия толстого кишечника, дивертикулез кишечника, атеросклероз, желчнокаменная болезнь, воспаления и расстройства различного характера [3]. Медико-биологическое значение этого компонента для организма человека давно доказано. Создание продуктов питания, обогащенных пищевыми волокнами и крахмалом, особенно резистентными формами, может служить профилактикой заболеваний ЖКТ, такие продукты могут быть рекомендованы людям, имеющим избыточную массу тела и больным сахарным диабетом. Важной функцией резистентных крахмалов является сохранение и улучшение микрофлоры толстого кишечника [4].

В связи с этим разработка напитка на молочной основе, обогащенного пищевыми волокнами и компонентами зерновых культур, представляет определенный интерес.

В таблице 1 представлены некоторые растительные продукты, содержание пищевых волокон в 100 г которых превышает 20 % от суточной потребности и их гликемический индекс (ГИ).

Таблица 1 - Содержание пищевых волокон и ГИ в продуктах

Название продукта	Содержание, г в 100 г		Название продукта	Содержание, г в 100 г	
	Пищевые волокна	ГИ		Пищевые волокна	ГИ
Отруби пшеничные	43,6	15	Пшеница (твердые сорта)	11,3 г	60
Ячмень (зерно)	17,6	45	Мука гречневая	10,0	40
Рожь (зерно)	16,4	45	Рис (зерно)	9,7	70
Отруби овсяные	15,4	15	Мука пшеничная	9,3	85

			обойная		
Соя	13,5	20	Крупа ячневая	8,1	25
Мука ржаная обдирная	12,4	45	Крупа овсяная	8,0	40

Всеобщее признание проблемы дефицита пищевых волокон обосновывает необходимость создания функциональных продуктов питания, обогащенных комплексом неперевариваемых полисахаридов. Учитывая тот факт, что физиологическая функциональность резистентных крахмалов подобна функциональности пищевых волокон, можно предположить, что введение в состав разрабатываемого напитка растительных компонентов, имеющих в своем составе пищевые волокна и резистентные крахмалы, обеспечит обогащение его пребиотиками и, при расчете и оценке функциональности продукта, можно будет учитывать их совместное действие.

Исходя из анализа состава и свойств разных видов зерновых, наибольший интерес в качестве растительного компонента для разрабатываемого напитка представляет ячмень.

Наряду с этим, при создании продукта учитывалась и ценность белковой составляющей. Поэтому в качестве основы напитка была выбрана молочная сыворотка, которая является ценным сырьем для выработки полуфабрикатов и пищевых продуктов с повышенной пищевой и биологической ценностью и лечебными свойствами.

На кафедре прикладной биотехнологии Университета ИТМО разработан состав кисломолочного напитка на основе молочной сыворотки с использованием злаковых культур (очищенного зерна ячменя).

Пищевая ценность молочной сыворотки на 100 г продукта: содержание жира – 0,1 г, белка – 0,8 г, углеводов – 4,7 г. Энергетическая ценность 100 г продукта – 20 ккал. В среднем в молочную сыворотку переходит около 50 % сухих веществ молока, в том числе: около 95 % сывороточных белков, 94 % лактозы, 74 % минеральных веществ. Сывороточные белки представлены, в основном, β -лактоглобулином и α -лактальбумином и содержат ценные незаменимые и серосодержащие аминокислоты. Однако, сыворотка не содержит пищевых волокон, что может быть откорректировано включением в рецептуру перспективного растительного ингредиента. Функциональный ингредиент, предлагаемый в состав разрабатываемого напитка – зерновой компонент (очищенный ячмень) – был выбран в связи с его химическим составом и пищевой ценностью. В ячменном зерне 75 % сухих веществ составляют углеводы. Крахмал, содержащийся в перловой крупе, содержит в своем составе 12 % резистентного и 43 % медленно перевариваемого. Ячмень обладает способностью очищать организм от токсинов и шлаков, благодаря наличию пищевых волокон в своем составе. В зернах ячменя также содержатся природные антибактериальные вещества, в частности лизин, незаменимая аминокислота для образования белка, оказывающая противовирусное действие.

В зависимости от района произрастания ячменя, климатических и почвенных условий, сорта, а также переработки зерна наблюдают разный химический состав. Вылущенный (очищенный) ячмень в среднем содержит 12,5 % белков, 2,3 % жиров и 74,5 % углеводов [5]. В виде очищенного зерна или муки ячмень можно применять в различных рецептурах. Нами при разработке напитка в качестве наполнителя был выбран очищенный (вылущенный) ячмень, зерна которого в процессе подготовки были размолоты в виде муки. Средний химический состав очищенного (вылущенного) зерна ячменя представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Химический и аминокислотный состав очищенного ячменя,
в 100 г продукта

Показатель	Массовая доля	Аминокислота, г	Массовая доля
Вода, г	10,10	Изолейцин	0,41
Углеводы, г	74,50	Лейцин	0,74
Белки, г	12,50	Лизин	0,37
Фосфор, мг	221,00	Метионин+Цистеин	0,41
Магний, мг	79,00	Триптофан	0,16
Железо, мг	2,60	Фенилаланин+Тирозин	0,83
Цинк, мг	2,13	Треонин	0,34
Марганец, мг	1,32	Валин	0,57
Медь, мг	0,42	Гистидин	0,24
Селен, мкг	37,70		

На основании результатов исследований с учетом органолептических и специфических вкусовых характеристик молочной сыворотки разработана рецептура напитка, представленная в таблице 3.

Напиток вырабатывался по следующей схеме. Молочная сыворотка пастеризуется при температуре $(76 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, с выдержкой 20 с, охлаждается до $(40 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3 - Рецептура напитка на основе молочной сыворотки

Компонент	Норма расхода, кг на 1000 кг
Молочная сыворотка ГОСТ 53438-09	839,6
Зерновой компонент ГОСТ 5784-60	112,3
Закваска ГОСТ ISO 27205-13	21,2
Сахар ГОСТ 33222-15	26,4
Ксантановая камедь (стабилизатор) ГОСТ 33333-15	0,5

В охлажденную сыворотку вносится закваска на чистых культурах термофильного молочнокислого стрептококка и ацидофильной палочки в соотношении 4:1, подготовленный зерновой компонент в виде смеси ячменной муки, сахара и стабилизатора (ксантановая камедь). Сыворотка с наполнителем тщательно перемешивается и термостатируется при $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов. Далее продукт охлаждается до температуры $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ и подается на фасовку. Хранение при $(4 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Разрабатываемый напиток имеет выраженный кисломолочный вкус, кислотность составляет $65-68^{\circ}\text{T}$, содержание сухих веществ 17,6 %. Характеризуется в меру густой, но сохраняющей текучесть, консистенцией.

Биологическая ценность разрабатываемого продукта определялась по аминокислотному составу белковой составляющей.

Аминокислотный состав белка молочной сыворотки и ячменя представлен в таблице 4 [5, 6].

Таблица 4 - Аминокислотный состав белков молочной сыворотки и ячменя

Аминокислота	Молочная сыворотка		Ячмень	
	Массовая доля, г в 100 г белка	Аминокислотный скор, %	Массовая доля, г в 100 г белка	Аминокислотный скор, %
Изолейцин	4,75	158	3,28	109
Лейцин	9,00	152	5,92	100
Лизин	8,13	181	2,96	66*
Метионин+ Цистеин	3,50	159	3,28	149
Триптофан	2,00	333	1,28	213
Фенилаланин + Тирозин	5,50	145	6,64	175
Треонин	4,75	207	2,72	118
Валин	4,75	122	4,56	117
Гистидин	1,88	125	1,92	128

На основании представленных данных можно предположить, что лимитирующая аминокислота ячменя, лизин, может быть восполнена в напитке за счет белков молочной сыворотки. Расчет аминокислотного скор и биологической ценности белковой составляющей напитка проводился в соответствии с методикой [7]. Результаты расчета представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Биологическая ценность белковой составляющей напитка

Незаменимые аминокислоты	Массовая доля, г в 100 г белка		Аминокислотный скор, %
	Белок FAO ВОЗ 2007 г	исследуемый	
Изолейцин	3,0	4,57	153
Лейцин	5,9	8,63	146
Лизин	4,5	7,51	167
Метионин + цистеин	2,2	3,47	158
Триптофан	0,6	1,91	319
Фенилаланин + тирозин	3,8	5,64	148
Треонин	2,3	4,51	196
Валин	3,9	4,73	121
Гистидин	1,5	1,88	125
Биологическая ценность	51 %		

Расчет показал отсутствие лимитирующих аминокислот, что позволяет говорить о полноценности белковой составляющей разрабатываемого напитка.

Молочная сыворотка также отличается повышенным содержанием витаминов группы В, по сравнению с молоком. Молочная сыворотка по витаминному составу является биологически полноценным продуктом.

В очищенном зерне ячменя отмечается высокое содержание пищевых волокон – 17,6 г в 100 г. В разрабатываемом продукте в соответствии с рецептурой содержание зернового компонента в сухом веществе составило 12 %, сыворотки 88 %. В таблице 6 представлен расчет удовлетворения суточной потребности в витаминах группы В и пищевых волокнах при употреблении продукта. Уровень обеспеченности потребности

организма в пищевых волокнах оценивался при употреблении порции напитка в количестве 250 г.

Таблица 6 - Содержание витаминов группы В и пищевых волокон в продукте

Показатель	Норма потребления	Массовая доля, в 100 г напитка	Восполнение суточной потребности, %	Массовая доля, в 250 г напитка	Восполнение суточной потребности, %
В1, мг	1,50	0,08	5,37	0,20	13
В2, мг	1,80	0,11	6,04	0,27	15
В3, мг	19,00	0,84	4,44	2,11	11
В6, мг	2,00	0,16	8,12	0,41	20
В9, мкг	400,00	2,63	0,66	6,58	2
В12, мкг	3,00	0,26	8,51	0,64	21
Пищевые волокна, г	20,00	2,11	10,56	5,28	26

При внесении зернового компонента в состав продукта, согласно рецептуре, обеспечивается 2,1 г в 100 г продукта. Если количество резистентного крахмала принять 12 % от общего крахмала в ячмене (55 %), то при расчете количество резистентного крахмала в напитке составит 0,79 г. Исходя из предпосылки о совместном действии и функциональности пищевых волокон и резистентного крахмала, общее количество пребиотиков составит 2,9 г и увеличится на 27 %, а в порции 250 г соответственно 7,25 г, что обеспечит 36 % от суточной потребности организма.

Разрабатываемый продукт может быть рекомендован для питания людей, страдающих желудочно-кишечными заболеваниями, дивертикулезом кишечника, сахарным диабетом, имеющих излишнюю массу тела, а также для широких масс населения в профилактических целях.

Ячмень и лактоза, входящая в состав молочной сыворотки имеют средний гликемический индекс, 45 и 40 соответственно. Это позволяет также рекомендовать продукт людям, страдающим сахарным диабетом, в диетическом и спортивном питании. Некоторые ограничения могут касаться людей, страдающих лактазной недостаточностью. Однако при выработке продукта часть лактозы сбрасывается и ее количество значительно понижается.

Литература:

1. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А.В. Скальный [и др.]. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. 117 с.
2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08.
3. A prospective study of dietary fiber and symptomatic diverticular disease in men / Aldoori W.H. [etc]. J. Nutr, 1998. 128 p.
4. Габдукаева Л.З., Никитина Е.В., Решетник О.А. Резистентные крахмалы как функциональный ингредиент при производстве продуктов питания // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, №23. С. 253-255.
5. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. Москва: ДеЛи принт, 2007. 276 с.

6. Коновалова Е.Ю. Ячмень (перловая крупа) [Электронный ресурс] URL: <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/yachmen>

7. Забодалова Л.А., Надточий Л.А. Проектирование состава многокомпонентных пищевых продуктов. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. 23 с. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2080.pdf>

Literature:

1. *Fundamentals of healthy nutrition: a handbook on General Nutritionology* / A.V. Skalny [and others]. Orenburg: SEI OSU, 2005. 117 p.

2. *Norms of physiological needs in energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation: methodical recommendations* MR 2.3.1.2432-08.

3. *A prospective study of dietary fiber and symptomatic diverticular disease in men* / Aldoori W.H. [etc]. *J. Nutr*, 1998. 128 p.

4. Gabdukaeva L.Z., Nikitina E.V., Reshetnik O.A. Resistant starches as a functional ingredient in the production of food products // *Bulletin of the Kazan Technological University*. 2014. V. 17, No. 23. P. 253-255.

5. Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. *Tables of the chemical composition and caloric content of Russian food: a reference book*. Moscow: DeLi print, 2007. 276 p.

6. Konovalova E.Yu. Barley (pearl barley) [Electronic resource] URL: <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/yachmen>

7. Zabodalova L.A., Nadtochiy L.A. *Designing the composition of multi-component food products. Part 1* [Electronic resource]: educational-methodical manual. St. Petersburg: NIIT ITMO; IHBT, 2012. 23 p. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2080.pdf>