

И.А. Супрунова, О.Г. Чижикова, О.Н. Самченко

МУКА ЛЬНЯНАЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

Определен химический состав льняной муки, исследована возможность применения льняной муки при производстве хлеба пшеничного. Установлены оптимальные дозировки льняной муки, которые повышают содержание пищевых волокон в хлебе до статуса функционального ингредиента.

Льняная мука, пищевые волокна, хлеб пшеничный, функциональный ингредиент, минеральные вещества.

Введение

Пищевые волокна – это компоненты пищи, не перевариваемые пищеварительными ферментами организма человека, но перерабатываемые полезной микрофлорой кишечника. Пищевые волокна в настоящее время признаны необходимым компонентом питания. Другими словами, питание человека нельзя признать полноценным, если оно не сбалансировано по количеству и составу пищевых волокон.

Пищевые волокна – это съедобные части растений (основа клеточных стенок) или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике. Пищевые волокна включают полисахариды, олигосахариды, лигнин и ассоциированные растительные вещества [1].

Важными физико-химическими характеристиками пищевых волокон являются растворимость в воде, водоудерживающая способность, вязкость образующих ими растворов, способность к гелеобразованию, сорбционные и ионообменные свойства.

Среди физиологических эффектов, проявляемых пищевыми волокнами, наиболее выраженным является улучшение моторной функции кишечника. Пищевые волокна оказывают разнообразное влияние на обменные процессы человека. Здоровье человека и возникновение таких заболеваний, как рак толстой кишки, геморрой, запоры, полипы кишечника, язвенный колит, аппендицит, ожирение, диабет, сосудистые заболевания сердца, тромбозы сосудов, дивертикулез, в значительной степени коррелируют с количеством присутствующих в пище человека растительных волокон [2–5].

Жители европейских стран, в диете которых присутствует небольшое количество пищевых волокон, в несколько раз чаще страдают указанными выше заболеваниями, чем, например, жители Японии, Индии, Южной Америки, пища которых содержит значительное количество пищевых волокон.

Источниками пищевых волокон являются плоды, овощи, злаковые культуры, а также продукты их переработки, в том числе льняная мука.

Объекты и методы исследований

Льняная мука – продукт помола семян льна после отделения от него масла [6].

Пищевые волокна в льняной муке представляют собой оболочки клеток семян, состоят из полисахаридов, крахмалов и лигнинов. Соотношение растворимых и нерастворимых волокон варьируется в пре-

делах 1:4...2:3, что соответствует потребностям человека. Нерастворимая фракция волокон состоит из клетчатки и сложных полимерных соединений (лигнины). Водорастворимой фракцией волокон являются слизистые вещества [2].

Лигнины, так же как и пектиновые вещества, являются природными полимерами. Выполняют роль инкрустирующего вещества, связывающего волокна целлюлозы и гемицеллюлоз. Обладают связывающими свойствами, что позволяет удерживать на своей поверхности токсины, болезнетворные бактерии, ионы металлов и выводить их из организма человека.

Растительные лигнаны в льняной муке относятся к классу фитоэстрогенов, веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме человека.

Льняная мука – ценнейший пищевой продукт, источник белка, жира, витаминов и минеральных веществ.

Содержащийся в льняной муке жир является хорошим источником полиненасыщенных жирных кислот – α -линоленовой кислоты (C18:3, ω -3), линолевой кислоты (C18:2, ω -6). Эти жирные кислоты необходимы для правильного роста и функционирования организма человека, они входят в состав всех клеточных оболочек и мембран, их дефицит приводит к обширным патологическим изменениям в различных органах, задержке роста и нарушению репродуктивной функции [6].

Цель настоящего исследования – разработка хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием льняной муки.

Работы проводились на кафедре «Товароведение и экспертиза продовольственных товаров» и в производственном комплексе Инновационного технологического центра института пищевых технологий и товароведения Тихоокеанского государственного экономического университета.

Для эксперимента использовали льняную муку, выработанную ООО Научно-производственным объединением «Сибирская масляная компания». Все исследования были проведены по стандартным методикам, принятым в хлебопекарной и зерновой промышленности.

Исследовали химический состав льняной муки, в том числе наличие пищевых волокон (ПВ).

Результаты и их обсуждение

В связи с тем, что льняную муку использовали для обогащения хлеба, провели сравнительный анализ с химическим составом пшеничной муки высшего и первого сортов (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав муки

| Пищевые вещества | Массовая доля в 100 г | | |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Вид муки | | |
| | льняная | пшеничная высшего сорта | пшеничная первого сорта |
| Белки, г | 40,5 | 12,0 | 12,3 |
| Жиры, г | 10,2 | 1,3 | 1,5 |
| Сахара, г | 2,1 | 1,9 | 2,1 |
| Крахмал, г | 7,8 | 79,7 | 77,6 |
| Пищевые волокна, г | 33,7 | 4,1 | 5,1 |
| Зола, г | 5,79 | 0,58 | 0,81 |
| Ca, мг | 317 | 21 | 28 |
| Mg, мг | 437 | 19 | 51 |

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, в льняной муке по сравнению с пшеничной мукой высшего и первого сортов значительно более высокое содержание белка, жира, минеральных веществ, в том числе кальция и магния. Содержание пищевых волокон в льняной муке составило 33,7 %, что в 6...8 раз превышает содержание данного компонента в муке пшеничной первого и высшего сортов.

Содержание аминокислот в льняной муке определяли на аминокислотном анализаторе ААА 339.9 (табл. 2).

Таблица 2

Содержание незаменимых аминокислот в муке

| Аминокислота | Массовая доля, мг на 100 г продукта | | |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Мука льняная | Мука пшеничная высшего сорта | Мука пшеничная первого сорта |
| Общее количество | 10 513 | 3021 | 3296 |
| Валин | 1592 | 471 | 510 |
| Изолейцин | 970 | 430 | 530 |
| Лейцин | 2663 | 806 | 813 |
| Лизин | 1318 | 250 | 265 |
| Метионин+цистин | 348 | 353 | 400 |
| Треонин | 1492 | 311 | 318 |
| Триптофан | 950* | 100 | 120 |
| Фенилаланин + тирозин | 2205 | 750 | 880 |

*Содержание триптофана [7].

Как показал анализ (см. табл. 2), в муке льняной общее количество незаменимых аминокислот составило 10 513 мг/100 г, что в 3,5...3,2 раза больше, чем в пшеничной муке. В муке льняной преобладающей аминокислотой является лейцин, кроме того, отмечено более высокое содержание аминокис-

лоты лизина, дефицитной для всех сортов пшеничной муки.

Экспериментальными исследованиями установлены максимально возможные дозировки льняной муки: для хлеба из муки пшеничной в/с – 15 %, для хлеба из муки пшеничной 1/с – 10 %, которые повышают содержание пищевых волокон в хлебе до статуса функционального ингредиента. При этом данные дозировки льняной муки не оказывают отрицательного влияния на потребительские свойства пшеничного хлеба.

Содержание пищевых волокон в хлебе с добавлением льняной муки составило 4,50 и 4,43 % в зависимости от сорта пшеничной муки (табл. 3). А в соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ продукт, содержащий пищевые волокна в количестве 3 г/100 г продукта, рассматривается как источник этого функционального ингредиента [1].

Таблица 3

Химический состав пшеничного хлеба с добавлением льняной муки и контрольных образцов

| Пищевые вещества | Массовая доля, г на 100 г* | | | |
|--------------------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|
| | Хлеб из муки пшеничной высшего сорта | | Хлеб из муки пшеничной первого сорта | |
| | контроль | образец | контроль | образец |
| Белок | 6,70 | 8,86 | 6,85 | 8,37 |
| Липиды | 0,72 | 1,41 | 0,85 | 1,31 |
| Моно- и дисахариды | 2,67 | 2,48 | 1,14 | 1,15 |
| Крахмал | 43,6 | 38,49 | 42,33 | 38,86 |
| Пищевые волокна | 2,24 | 4,50 | 2,81 | 4,43 |
| Зола | 1,29 | 1,57 | 1,42 | 1,60 |

* Влажность мякиша хлеба (%) – 42,0...43,0.

Показано, что использование льняной муки в пшеничном хлебе приводит к повышению содержания белка, липидов и минеральных веществ.

Биологическая ценность белков обусловлена сбалансированностью аминокислотного состава, в связи с этим был сделан расчет аминокислотной сбалансированности белков хлеба с добавлением льняной муки (табл. 4).

Показано, что использование льняной муки в хлебе из пшеничной муки повышает коэффициент рациональности аминокислотного состава, Rс составляет для хлеба из пшеничной муки: высшего сорта – 0,53, первого сорта – 0,49, в контрольных образцах – 0,44 и 0,42 соответственно.

Согласно теории сбалансированного питания организм человека нуждается в определенном количестве пищевых веществ. В связи с этим было рассчитано содержание незаменимых аминокислот, кальция, магния, пищевых волокон в 100 г хлеба и степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека (табл. 5 и 6).

Таблица 4

Аминокислотная сбалансированность белков хлеба из пшеничной муки с добавлением льняной муки и контрольных образцов

| Показатель | Эталон (ФАО/ВОЗ) | Хлеб из муки пшеничной высшего сорта | | Хлеб из муки пшеничной первого сорта | |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | контроль | с льняной мукой | контроль | с льняной мукой |
| Содержание, мг/г белка | | | | | |
| Валин | 50 | 46 | 45 | 48,2 | 46,9 |
| Изолейцин | 40 | 42 | 36,6 | 50,1 | 44,0 |
| Лейцин | 70 | 78 | 76 | 76,6 | 75,3 |
| Лизин | 55 | 25,0* | 28,7* | 25,8* | 28,3* |
| Метионин + цистин | 35 | 34 | 27 | 37,5 | 30,3 |
| Треонин | 40 | 31 | 34 | 30,4 | 32,9 |
| Триптофан | 10 | 9,8 | 15,3 | 11,3 | 14,9 |
| Фенилаланин + тирозин | 60 | 73 | 66,3 | 83,2 | 77,2 |
| Содержание, мг/г белка | | | | | |
| НАК | 360 | 338 | 329 | 363 | 350 |
| % | | | | | |
| C _{min} | 100 | 45,4 | 52,2 | 46,9 | 51,5 |
| Единицы | | | | | |
| Rc | 1,00 | 0,44 | 0,53 | 0,42 | 0,49 |

*Лимитирующая аминокислота; НАК – незаменимые аминокислоты; C_{min} – скор лимитирующей аминокислоты; Rc – коэффициент рациональности аминокислотного состава.

Как видно из данных, приведенных в табл. 5 и 6, при потреблении 100 г хлеба из пшеничной муки с добавлением льняной муки повышается степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека практически по всем незаменимым аминокислотам, а также в кальции и магнии.

Таблица 5

Степень удовлетворения суточной потребности в незаменимых аминокислотах, минеральных веществах и пищевых волокнах при потреблении 100 г хлеба из муки в/с с добавлением льняной муки

| Пищевые вещества | Суточная потребность [8] | Хлеб из муки в/с | | | |
|-----------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| | | контроль | | с добавлением льняной муки | |
| | | содержание | % от суг. нормы | содержание | % от суг. нормы |
| Незаменимые аминокислоты, г | | | | | |
| Валин | 4,0 | 0,3 | 8,6 | 0,40 | 11,4 |
| Изолейцин | 4,0 | 0,28 | 8,0 | 0,32 | 9,1 |
| Лейцин | 5,0 | 0,52 | 10,4 | 0,67 | 13,4 |
| Лизин | 4,0 | 0,17 | 4,3 | 0,25 | 6,3 |
| Метионин + цистин | 5,0 | 0,23 | 4,6 | 0,24 | 4,8 |
| Треонин | 3,0 | 0,20 | 8,0 | 0,30 | 12,0 |
| Триптофан | 1,0 | 0,07 | 7,0 | 0,16 | 16 |
| Фенилаланин + тирозин | 6,0 | 0,49 | 8,2 | 0,59 | 9,8 |
| Минеральные вещества, мг | | | | | |
| Кальций | 800 | 15 | 1,9 | 37 | 4,6 |
| Магний | 400 | 11 | 2,8 | 43 | 10,8 |
| Пищевые волокна, г | | | | | |
| ПВ | 25–30 | 2,24 | 7,4 | 4,5 | 15 |

Таблица 6

Степень удовлетворения суточной потребности в незаменимых аминокислотах, минеральных веществах и пищевых волокнах при потреблении 100 г хлеба из муки 1/с с добавлением льняной муки

| Пищевые вещества | Суточная потребность [8] | Хлеб из муки 1/с | | | |
|-----------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| | | контроль | | с добавлением льняной муки | |
| | | содержание | % от суг. нормы | содержание | % от суг. нормы |
| Незаменимые аминокислоты, г | | | | | |
| Валин | 4,0 | 0,33 | 9,4 | 0,39 | 11,1 |
| Изолейцин | 4,0 | 0,34 | 9,7 | 0,37 | 10,6 |
| Лейцин | 5,0 | 0,52 | 10,4 | 0,63 | 12,6 |
| Лизин | 4,0 | 0,18 | 4,5 | 0,24 | 6,0 |
| Метионин + цистин | 5,0 | 0,26 | 5,2 | 0,25 | 5,0 |
| Треонин | 3,0 | 0,21 | 8,4 | 0,28 | 11,2 |
| Триптофан | 1,0 | 0,08 | 8 | 0,14 | 14 |
| Фенилаланин + тирозин | 6,0 | 0,57 | 9,5 | 0,65 | 10,8 |
| Минеральные вещества, мг | | | | | |
| Кальций | 800 | 16 | 2,0 | 31 | 3,9 |
| Магний | 400 | 28 | 7,0 | 49 | 12,2 |
| Пищевые волокна, г | | | | | |
| ПВ | 25–30 | 2,81 | 9,4 | 4,33 | 14,4 |

При потреблении 450 г (физиологическая норма потребления) вышеуказанного хлеба значительно увеличивается степень удовлетворения суточной потребности в аминокислотах (%): триптофане – 63,0...59,0, лейцине – 60,3...56,7, треонине – 54,0...50,4. Степень удовлетворения суточной потребности в пищевых волокнах составляет 67,7...65,0 %, что позволяет считать данный вид хлеба обогащенным.

Список литературы

1. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатов и др.; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
2. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: ГРАНТЬ, 2002. – 296 с.
3. Роль пищевых волокон в питании человека / В.А. Тутельян, А.В. Погожева и др.; под ред. В.Г. Высоцкого. – М.: Новое тысячелетие, 2008. – 320 с.
4. Складковский, Л.Я. Целебные свойства пищевых растений / Л.Я. Складковский. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 220 с.
5. Турова, А.Д. Лекарственные растения СССР и их применение / А.Д. Турова, Э.Н. Сапожникова. – М.: Медицина, 1982. – 280 с.
6. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: учеб. для вузов / В.Г. Щербаков. – М.: Издательство «КолосС», 2003. – 360 с.
7. Пашенко, Л.П. Характеристика семян льна и их применение в производстве продуктов питания / Л.П. Пашенко, А.С. Прохорова, Я.Ю. Кобцева, И.А. Никитин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 7. – С. 56–57.
8. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика: справ. издание / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.

Филиал Тихоокеанского государственного
экономического университета в г. Уссурийске,
692500, Россия, Приморский край,
г. Уссурийск, ул. Тимирязева, 56.
Тел.: (4234) 32-47-64
Факс: (4234) 32-47-64
e-mail: ussuriisktu@mail.ru

ГОУ ВПО «Тихоокеанский государственный
экономический университет»,
690091, Россия, ГСП, г. Владивосток,
Океанский проспект, 19.
Тел.: (4232) 26-50-89
e-mail: office@psue.ru

SUMMARY

I.A. Suprunova, O.G. Chizhikova, O.N. Samchenko

Linseed Flour as a Promising Source of Dietary Fiber for the Development of Functional Foods

The possibility of using of linseed flour in the production of white bread has been investigated. The optimal dosages of linseed flour that increase the dietary fiber content in bread to the status of a functional ingredient has been established.

Dietary fiber, linseed flour, white bread, functional ingredients, minerals.

Branch of Pacific State Economic University in Ussuriysk
56, st. Timiryazeva, Ussuriysk, Primorsky Krai, 692500, Russia
Tel.: (4234) 32-47-64
Fax: (4234) 32-47-64
e-mail: ussuriisktu@mail.ru

Pacific State University of Economics
19, Okeansky prospect, Vladivostok, 690950, Russia
Tel.: (4232) 26-50-89
e-mail: office@psue.ru

