

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЬНЯНОЙ МУКИ В ХЛЕБОПЕКАРНОМ И КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин, Н.В. Науменко

В статье рассматривается вопрос теоретической возможности и практической целесообразности использования льняной муки в производстве хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Авторами рассматриваются вопросы пищевой ценности льняной муки как побочного продукта производства льняного масла. Актуальность поставленных задач определяется перечнем приоритетных направлений развития пищевых производств, обозначенных Стратегией развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, а именно внедрением принципов ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Показано, что льняная мука, являясь побочным продуктом производства льняного масла, вместе с тем обладает высокой пищевой ценностью, которая определяется комплексом макро- и микронутриентов, что в свою очередь, позволяет рассматривать возможность использования ее в качестве добавки в кондитерском и хлебопекарном производстве для обогащения готовых изделий и придания им профилактических свойств, что в целом укладывается в актуальное направление развития пищевой промышленности на основе принципов ресурсоэффективности.

В статье приведены результаты собственных исследований качества образца льняной муки по комплексу органолептических и физико-химических показателей, подтверждающие возможность ее использования в хлебопекарном и кондитерском производстве. Также представлены результаты исследования влияния добавок льняной муки на ряд технологических свойств пшеничной муки. Полученные результаты позволили выдвинуть предположение о целесообразности использования льняной муки в качестве обогащающей добавки при производстве хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, а также указать направления наиболее рационального ее использования.

Ключевые слова: льняная мука, хлебобулочные изделия, кондитерское производство, пищевая ценность, ресурсоэффективность.

Одним из приоритетных направлений развития пищевых производств согласно «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» является реализация принципов ресурсосбережения и ресурсоэффективности. В связи с чем особую актуальность приобретает комплексная переработка сырьевых ресурсов с максимальным использованием ценных свойств природного сырья.

Комплексная переработка семян льна позволяет получить в качестве вторичного продукта, после льняного масла, льняную муку, богатую полноценными белками, пищевыми волокнами, минеральными элементами и витаминами. Использование льняной муки в пищевых производствах позволяет расширить ассортимент продуктов функционального назначения [6].

Известно, что льняная мука богата клетчаткой (до 30 %), полиненасыщенными жирными кислотами (ω -3 и ω -6), растительным

белком (до 50 %), витаминами В1, В2, В6, фолиевой кислотой, антиоксидантами (лигнаны), а также микроэлементами (калий, магний, цинк) [1, 5, 10].

Биологическая ценность белка льняной муки по литературным данным составляет 74 % [5]. Таким образом, 74 % азота задерживается в организме относительно всего потребленного азота [2].

По показателю НАК, характеризующему общее содержание незаменимых аминокислот, белки льняной муки обладают высокой биологической ценностью (НАК = 41,1). А значение скорректированного аминокислотного коэффициента усвояемости белков (PDCAAS = 0,95) позволяет говорить о полноценности аминокислотного состава с точки зрения обеспечения определенного процента суточной нормы потребления белков [2, 8, 12].

Льняная мука характеризуется содержанием эссенциальных ПНЖК: α -линоленовая, линолевая кислоты, которые являются пред-

шественниками длинноцепочечных ПНЖК человеческого организма и входят в состав практически всех клеточных мембран [5].

Пищевые волокна в льняной муке представлены в виде оболочек клеток растения и состоят из полисахаридов. На клетчатку приходится примерно 28 % сухой массы льняной муки. Содержание растворимых и нерастворимых волокон варьируется обычно в пределах 20:80 – 40:60. Нерастворимая фракция клетчатки состоит из углеводов, таких как целлюлоза, часть гемицеллюлозы и сложных полимерных соединений, таких как лигнины. Такая фракция набухает в воде и помогает удалить из организма холестерин и желчные кислоты, которые находятся в пищеварительном тракте. Водорастворимой фракцией клетчатки льняной муки являются некоторые фракции гемицеллюлозы и слизи (сложные смеси гетерополисахаридов). Растворимые пищевые волокна впитывают воду и формируют гель, понижают уровень холестерина и сахара в крови [4, 5, 7].

Химически связаны с материалом клетчатки фенольные кислоты. Среди сложных фенольных кислот, входящих в состав льняной муки, присутствуют феруловая, транс-синаповая, транс-гумариновая и транс-кофеиновая. Общее содержание фенольных кислот в льняном семени составляет от 7,9 до 10,3 мг/г. Своеобразный горьковатый вкус льняной муке придает гликозид линамарин, расщепляемый глюкозидазой на синильную кислоту, глюкозу и ацетон [5, 7].

Льняная мука содержит большое количество лигнанов, относящихся к классу фитоэстрогенов, то есть веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме человека. Опыты на животных показали, что лигнаны оказывают выраженное действие на различных стадиях канцерогенеза, ингибируя некоторые ферменты. Кроме того, они обладают мощным антиоксидантным действием [5].

Льняная мука богата калием, которого в ней содержится примерно в семь раз больше, чем в бананах в пересчете на сухую массу, магнием и цинком. Ценится и витаминный состав льняной муки: витамины В1, В2, В6, фолиевая кислота. Витамин Е представлен в льняном семени преимущественно γ -токоферолом, являющимся сильным природным биоантиоксидантом.

Полноценный аминокислотный состав белков льняной муки позволяет говорить о высокой биологической ценности данного продукта. Наличие большого числа пищевых волокон, содержание полиненасыщенных жирных кислот и минеральных веществ способствует оптимальным условиям роста и развития организма человека, так как положительно влияет на регуляцию обменных процессов, улучшает деятельность желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы [2, 5, 6, 13].

Таким образом, льняная мука имеет высокую пищевую ценность и может быть использована в качестве дополнительного сырьевого компонента в производстве ряда пищевых продуктов, в том числе мучных кондитерских изделий, хлеба и хлебобулочных изделий.

В качестве приоритетной задачи наших исследований было определено исследование влияния льняной муки на технологические свойства пшеничной муки как основного сырья в хлебопекарном и кондитерском производстве.

В рамках работы была исследована льняная мука, производимая ООО Научно-производственное объединение «Сибирская масляная компания».

На первом этапе было проведено исследование качества льняной муки по комплексу органолептических и физико-химических показателей качества (табл. 1) [3, 8, 9].

Льняная мука представляет собой сыпучий порошок коричневого цвета с темными вкраплениями неразрушенных оболочек семени, сладковатая на вкус, с легкой горчинкой, имеет легкий свойственный травянистый запах. Органолептические показатели льняной муки позволяют рассматривать возможность ее использования в качестве добавки в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий из пшеничной муки.

Кислотность льняной муки составляет по результатам оценки 4,08 град, что соответствует значению кислотности пшеничной муки второго сорта (рис. 1).

По данным рисунка можно сделать вывод, что льняная мука наряду с пшеничной второго сорта содержит значительное количество белков.

Массовая доля белка льняной муки по фактическим данным составляет 20,29 %, что соответствует литературным данным

Показатели качества льняной муки

Наименование показателя качества	Характеристика показателя качества
Органолептические показатели качества	
Цвет	Коричневый с темными с вкраплениями
Вкус и запах	Сладковатый вкус с легкой горчинкой, легкий свойственный травянистый запах
Физико-химические показатели качества	
Кислотность, град	4,08
Массовая доля влаги, %	2,58
Массовая доля клетчатки, в пересчете на сухое вещество, %	25,7
Массовая доля общего сахара, в пересчете на сухое вещество, %	5,43
Массовая доля редуцирующих веществ, в пересчете на сухое вещество, %	1,49
Массовая доля белка, %	20,29

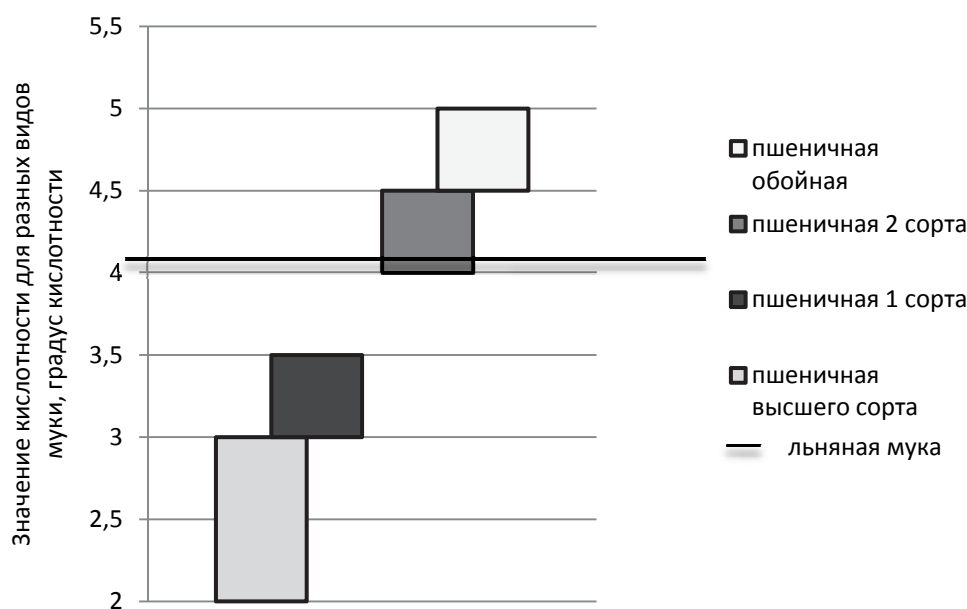


Рис. 1. Кислотность льняной и пшеничной муки, град

Значительное количество белка, содержащегося в льняной муке, позволяет использовать данный продукт в качестве добавки в изделия с низкой пищевой ценностью. Белки льняной муки обладают высокой биологической ценностью, так как обладают достаточно сбалансированным аминокислотным составом. Полноценность аминокислотного состава характеризуется адекватным содержанием незаменимых аминокислот, достаточным для поддержания роста организма [10, 12, 13].

Массовая доля влаги льняной муки составляет 2,58 %, что не превышает установленного для пшеничной муки 15 %-ного зна-

чения. Следовательно, в данной муке по влажности не создаются условия для ее прокисания, самосогревания и прогоркания, что подтверждается органолептическими показателями.

Массовая доля клетчатки льняной муки по результатам эксперимента составила 25,7 %, что соответствует литературным данным [5, 10]. Оно достаточно велико, так как лен относится к волокнистым растениям, в стенках клеток которого и содержится данный полисахарид. Таким образом, использование льняной муки в качестве добавки в хлебобулочные и мучные кондитерские изделия по-

зволит увеличить их физиологическую ценность благодаря способности клетчатки стимулировать перистальтику кишечника и регулировать его моторную функцию, а также благодаря радиопротекторным свойствам данного полисахарида.

Массовая доля общего сахара льняной муки составляет 5,43 %, что соответствует литературным данным и придает льняной муке легкий сладковатый вкус.

Льняная мука характеризуется низким содержанием простых сахаров, их фактическое значение составляет 1,49 % (рис. 2).

Таким образом, качественные характеристики печенья определяются, в первую очередь, количеством и физическими свойствами клейковины, ее упругостью, растяжимостью, пластичностью.

Для изучения вопроса влияния льняной муки на технологические свойства пшеничной муки был проведен анализ выхода сырой клейковины и ее качества.

В качестве образцов для исследования была выбрана пшеничная мука высшего сорта «Царь», имеющая клейковину хорошего качества – ИДК 56 ед. прибора.

■ Массовая доля редуцирующих веществ, %
■ Общий сахар по сахарозе в пересчете на сухое вещество, %
5,43

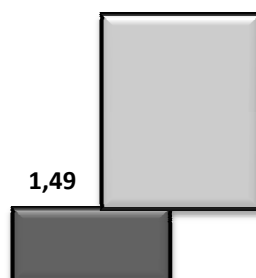


Рис. 2. Содержание редуцирующих веществ и общего сахара в льняной муке, %

Из рисунка видно, что содержание моносахаров имеет малую долю в количестве общего сахара. Данный факт позволяет говорить о том, что внесение в рецептуру льняной муки позволит снизить содержание моносахаров и, таким образом, понизить гликемический индекс продукта.

Анализ результатов проведенных исследований качества образцов льняной муки указывает на возможность ее использования в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в качестве функциональной добавки, повышающей пищевую ценность продукта.

При использовании льняной муки в качестве добавки необходимо оценить ее влияние на технологические свойства пшеничной муки, от которых в значительной мере зависят физические свойства теста.

Основным фактором, характеризующим технологические свойства пшеничной муки, является количество и качество клейковины, которая сочетает в себе структурно-механические свойства глиадиновой и глютеиновой фракций [5].

Для установления влияния льняной муки на технологические свойства пшеничной, льняную муку вносили в исследуемый объект в количестве 5; 10 и 15 % путем замены соответствующего количества пшеничной муки. После чего определяли выход сырой клейковины стандартным методом. Параллельно устанавливали качество клейковины по ее упругим свойствам, для чего использовали прибор ИДК-3 М [8, 9, 11].

Результаты исследования представлены в табл. 2.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что внесение льняной муки приводит к снижению общего количества сырой клейковины. В среднем на 1 % вносимой льняной муки выход клейковины снижается на 0,23 %, что вероятно связано с особенностями фракционного состава белков льняной муки, а именно с высоким содержанием водорастворимых белков.

Влияние льняной муки на упругие свойства клейковины исследуемых образцов пшеничной муки наглядно отражает рис. 3.

Таблица 2
Результаты исследования клейковинного комплекса образцов пшеничной муки

Образец пшеничной муки	Содержание добавки, %	Выход сырой клейковины, %	ИДК, ед. прибора
Мука пшеничная высшего сорта «Царь»	контроль	30,0	56,0
	5	28,7	61,0
	10	27,4	64,3
	15	26,5	68,4

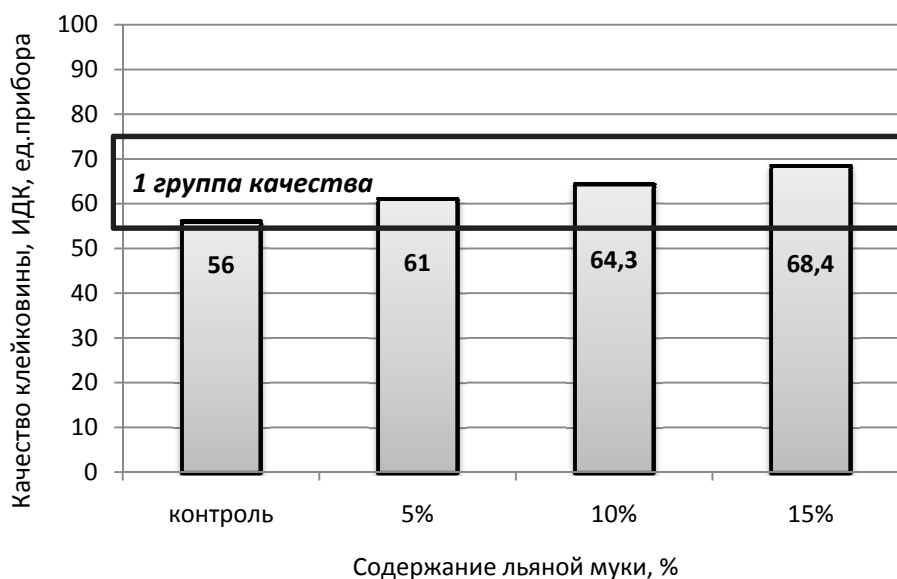


Рис. 3. Влияние льняной муки на качество клейковины пшеничной муки, ед. ИДК

Полученные результаты указывают на способность льняной муки оказывать незначительное расслабляющее действие на клейковину пшеничной муки. Данное явление носит положительный характер для производства мучных кондитерских изделий, поскольку для них используется мука со слабой и средней клейковиной, содержание которой в муке должно быть примерно 25–28 %, что соответствует полученным в ходе анализа фактическим значениям. Среднее увеличение значений ИДК составляет 0,8 % на 1 % добавки льняной муки. При этом увеличение содержания льняной муки положительно влияет на качество клейковины муки «Царь», так как значения ИДК приближаются к средним для I группы качества [8].

Таким образом, результаты исследования качества льняной муки и ее влияния на технологические свойства пшеничной муки указывают на возможность и целесообразность использования льняной муки в качестве добавки в хлебопекарном и кондитерском производстве для повышения пищевой ценности готовых

изделий и возможного придания им профилактических свойств.

Литература

1. Вайнштейн, С.Г. Пищевые волокна и усвояемость нутриентов / С.Г. Вайнштейн, А.М. Масик. – М.: Пищевая промышленность, 1984.
2. Владимирова, Е.Г. Биохимия зерна, биохимия хлебопечения; биохимия бродильных производств: методические указания к лабораторному практикуму / Е.Г. Владимирова, Г.И. Ушакова, О.П. Кушнарёва. – Оренбург: ОГУ, 2004. – 61 с.
3. Драгилев, А.И. Основы кондитерского производства / А.И. Драгилев, Г.А. Маршалкин. – М.: Колос, 1999.
4. Дудкин, М.С. Пищевые волокна / М.С. Дудкин, Н.К. Черно. – Киев: Урожай, 1988.
5. Зубцов, В.А. Льняное семя, его состав и свойства / В.А. Зубцова, Л.Л. Осипова, Т.И. Лебедева // Журнал российского научного общества им. Д.И. Менделеева. – 2002. – № 2. – С. 14–16.

6. Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г.

7. Миневич, И.Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / И.Э. Миневич. – М., 2009. – 27 с.

8. Назаров, Н.Г. Современные методы и алгоритмы обработки измерений и контроля качества продукции / Н.Г. Назаров. – М., 1998.

9. Скуратовская, О.Д. Контроль качества продукции физико-химическими методами: Мучные кондитерские изделия / О.Д. Скура-

товская. – М.: ДеЛи принт. – 2001.

10. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов / И.М. Скурихин. – М.: ДеЛиПринт, – 2002.

11. Фомичева, Ю.Ю. Совершенствование технологии мелкоштучных хлебобулочных изделий / Ю.Ю. Фомичева // *Материалы II Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания»*. – Саратов, 2008. – С. 146–149.

12. Ratnayake W.M.N. // *J. Nutr. Biochem.* – 1992. – V. 3. – P. 753–759.

13. Cunnane C. *Flaxseed in Human Nutrition*. – Hardhound, 1995.

Калинина Ирина Валерьевна. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Товароведение и экспертиза потребительских товаров», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), i_kalinina79@inbox.ru.

Фаткуллин Ринат Ильгидарович. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Товароведение и экспертиза потребительских товаров», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), 5792687@mail.ru.

Науменко Наталья Владимировна. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Товароведение и экспертиза потребительских товаров», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), Naumenko_natalya@mail.ru

Поступила в редакцию 5 ноября 2014 г.

**Bulletin of the South Ural State University
Series “Food and Biotechnology”
2014, vol. 2, no. 4, pp. 50–56**

ON THE USE OF FLAX MEAL IN BREAD AND PASTRY PRODUCTION

I.V. Kalinina, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

R.I. Fatkullin, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

N.V. Naumenko, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article deals with the problem of a theoretical possibility and practical utility of the use of flax meal in the production of bread, bakery and pastry. The authors consider the problems of nutrition value of flax meal as a by-product of flax oil production. The importance of the problems is determined by the list of focal areas of food production development, stated by the Strategy of food and process industry development in the Russian Federation for the period up to 2020 and implementation of the principles of resource efficiency and resource conservation in particular. It is shown that flax meal being a by-product of flax oil production has a high nutrition value which is determined by the system of micro and macronutrients which in one's turn makes it possible to consider the possibility of its use as an additive to pastry and bakery production to enrich final products and preventive properties, which is a current prospect of food industry development on the basis of resource efficiency principles.

The article gives the results of in-house analysis of the quality of flax meal samples in terms of organoleptic and physical and chemical parameters proving the possibility of its use in bakery and pastry production. The results of analysis of the effect of flax meal on the number of processing characteristics of wheat flour are highlighted. The results obtained contribute to the idea of the necessity to use flax meal as an enriching additive to bread, bakery and pastry production as well as to show the best ways of its use.

Keywords: flax meal, bakery goods, pastry production, nutrition value, resource efficiency.

References

1. Vaynshteyn S.G., Masik A.M. *Pishchevye volokna i usvoyaemost' nutrientov* [Food Fiber and Nutrient Availability]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1984.
2. Vladimirova E.G., Ushakova G.I., Kushnareva O.P. *Biokhimiya zerna, biokhimiya khlebopecheniya; biokhimiya brodil'nykh proizvodstv* [Biochemistry. Guidelines for Laboratory Practical Work]. Orenburg, 2004. 61 p.
3. Dragilev A.I., Marshalkin G.A. *Osnovy konditerskogo proizvodstva* [Basis of Pastry Production]. Moscow, Kolos Publ., 1999.
4. Dudkin M.S., Chernov N.K. *Pishchevye volokna* [Food Fiber]. Kiev, Urozhay Publ., 1988.
5. Zubtsov V.A., Osipova L.L., Lebedeva T.I. [Flax Seed, its Composition and Characteristics]. *Zhurnal rossiyskogo nauchnogo obshchestva im. D.I. Mendeleeva* [Periodicals of the Russian Scientific Society named after D.I. Mendeleev]. 2002, no. 2, pp. 14–16. (in Russ.)
6. *Kontseptsiya razvitiya sistemy zdavookhraneniya v Rossiyskoy Federatsii do 2020 g.* [Concept of Development of Health Care System in the Russian Federation up to 2020].
7. Minevich I.E. *Razrabotka tekhnologicheskikh resheniy pererabotki semyan l'na dlya sozdaniya funktsional'nykh pishchevykh produktov* [Development of Process Solutions for Flax Seeds to Produce Functional Food Products]. Author's Abstract, Thesis of Cand.Sc. (Engineering). Moscow, 2009. 27 p.
8. Nazarov N.G. *Sovremennye metody i algoritmy obrabotki izmereniy i kontrolya kachestva produktsii* [Modern methods and Algorithms of Processing of Measurements and Quality Control]. Moscow, 1998.
9. Skuratovskaya O.D. *Kontrol' kachestva produktsii fiziko-khimicheskimi metodami: Muchnye konditerskie izdeliya* [Quality Control of the Products by Physical and Chemical Methods: Pastry]. Moscow, DeLi print Publ., 2001.
10. Skurikhin I.M. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov* [Chemical Composition of the Russian Food Products]. Moscow, DeLiPrint Publ., 2002.
11. Fomicheva Yu.Yu. [Modernization of the Technology for Small Bakery Goods]. *Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Tekhnologiya i produkty zdorovogo pitaniya"* [Proceedings of II International Science and Practical Conference "Healthy Nutrition Products and Technology"]. Saratov, 2008, pp. 146–149. (in Russ.)
12. Ratnayake W.M.N. *J. Nutr. Biochem*, 1992, vol. 3, pp. 753–759.
13. Cunanne C. *Flaxseed in Human Nutrition*. Hardhound, 1995.

Kalinina Irina Valerievna, Candidate of Science (Engineering), associate professor, Department of Merchandising and Examination of Consumer Goods, South Ural State University, Chelyabinsk, i_kalinina79@inbox.ru

Fatkullin Rinat Ilgidarovich, Candidate of Science (Engineering), associate professor, Department of Merchandising and Examination of Consumer Goods, South Ural State University, Chelyabinsk, 5792687@mail.ru.

Naumenko Natalia Vladimirovna, Candidate of Science (Engineering), associate professor, Department of Merchandising and Examination of Consumer Goods, South Ural State University, Chelyabinsk, Naumenko_natalya@mail.ru

Received 5 November 2014