

## Реологические показатели масла сливочного пониженной жирности с добавлением клетчатки

Людмила Захарова, Денис Доня, Любовь Абушахманова\*

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

### Информация о статье

Поступила в редакцию:

05.07.2018

Принята

к опубликованию:

17.12.2018

УДК 637.2

JEL R12, L11, L16

### Ключевые слова:

функциональный продукт,  
низкокалорийный продукт,  
свекловичная клетчатка,  
реологические характеристики,  
сливочное масло

### Keywords:

functional product, low-calorie  
product, beet fiber, rheological  
characteristics, butter

### Аннотация

Представлены результаты исследования образцов масла сливочного пониженной жирности с добавлением свекловичной клетчатки в целях создания функционального продукта. Изучено влияние исследуемых препаратов клетчатки на коэффициент термостойкости масла сливочного. Установлено влияние клетчатки на способность продукта удерживать жидкую фазу молочного жира. Определены структурно-механические свойства образцов сливочного масла пониженной жирности с добавлением свекловичной клетчатки.

### Rheological Indicators of Butter of the Lowered Fat Content with Beetroot Fiber

Ljudmila Zakharova, Denis Donya, Ljubov' Abushahmanova

### Abstract

Butter is a valuable source of animal fats. It includes saturated and unsaturated fatty acids. The product is rich in minerals, fat-soluble vitamins, phospholipids. For all its usefulness, butter is a high-calorie food product. Nowadays a modern consumer gives great consideration to low-calorie food products enriched with functional ingredients. The survey results of the reduced fat content butter samples with beetroot fibers are presented. The influence of the fiber preparations under study on butter thermostability coefficient is investigated. The fiber influence on the product capacity to maintain the addition into the reduced fat content butter facilitates the formation of den milk fat liquid phase is determined. The structural-mechanical properties of the beetroot fiber samples of the reduced fat content butter with fiber addition are discovered. The flow curves in coordinates of sheer rate - sheer stress are constructed and described. It is determined that beetroot fiber user product structure, improves its rheological characteristics.

---

\* Автор для связи: [kroxaleva90@mail.ru](mailto:kroxaleva90@mail.ru)

DOI: <https://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2019-1/174-180>

## **Введение**

На сегодняшний день одним из перспективных направлений формирования здорового питания считается потребление продуктов функционального назначения. Они являются источником витаминов, антиоксидантов, минеральных веществ и других необходимых нутриентов. Создание продуктов функционального назначения невозможно без добавления функционального ингредиента.

К физиологически функциональным пищевым ингредиентам относят биологически активные и/или физиологически ценные, безопасные для здоровья, имеющие точные физико-химические характеристики ингредиенты, для которых выявлены и научно обоснованы свойства, установлены нормы ежедневного потребления в составе пищевых продуктов, полезные для сохранения и улучшения здоровья: пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики и синбиотики [1]. Ассортимент вводимых функциональных пищевых ингредиентов постоянно увеличивается. Особое место отводится пищевым волокнам.

Основными физико-химическими свойствами пищевых волокон являются водоудерживающая способность, растворимость в воде, вязкость образуемых ими растворов, гелеобразование, сорбционные и ионообменные свойства.

Профилактическая роль пищевой клетчатки определяется ее влиянием на ускорение транзита кишечного содержимого, активацией процессов выведения из организма токсичных веществ и биотрансформацией ксенобиотиков вследствие из сорбции [2].

Целью исследования является изучение влияния свекловичной клетчатки на реологические показатели масла сливочного пониженной жирности.

## **Объекты и методы исследования**

Объектами исследований являлись образцы сливочного масла с массовой долей жира 61,5% с добавлением различных доз клетчатки, в качестве которой использовались препараты свекловичной клетчатки «Bio-fi Pro WR 100» и «Bio-fi Pro WR 400» компании «Новая территория», страна-производитель Россия.

Препараты свекловичной клетчатки «Bio-fi Pro WR 100» и «Bio-fi Pro WR 400» на 70 % состоят из пищевых волокон, из которых 21% – целлюлоза и 20 % - пектин. Характеризуются высокой влагоудерживающей и жороудерживающей способностями. По органолептическим показателям имеют нейтральный вкус и аромат, цвет – светло-кремовый.

Препараты «Bio-fi Pro WR 100» и «Bio-fi Pro WR 400» являются пищевым сырьем, не обозначены индексом «Е», соответствуют требованиям технической документации и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Препараты свекловичной клетчатки вносили в количестве 1,5 – 3,5% от массы образца сливочного масла с шагом 0,5.

Контролем являлось сливочное масло пониженной жирности без добавления клетчатки.

Термостойчивость определяли по ГОСТ Р 52253-2004 «Масло и паста масляная из коровьего молока. Общие технические условия (с Изменением N 1)».

Количество вытекшего свободного жира определяли по методу В. Моора в модификации Э. Ставровой [3, 4].

Структурно-механические характеристики образцов сливочного масла пониженной жирности определяли на ротационном вискозиметре «Rheotest – 2». Константы цилиндров составляли: I диапазон – 3,07 Па на ед. шкалы, II диапазон – 29,29 Па на ед. шкалы.

### Результаты и их обсуждения

Сливочное масло и другие молочные жировые продукты являются ценными продуктами для молочной промышленности из-за уникального вкуса, их текстурных характеристик и пищевой ценности. Однако, увеличение потребительского спроса на низкожировые продукты, создает необходимость понимания действия факторов, регулирующих структуру молочно-жировых продуктов [5].

На сегодняшний день сливочное масло из источника энергии превращается в функциональный продукт с низким содержанием жира. Данное преобразование невозможно без внесения стабилизаторов структуры.

Термоустойчивость – основной показатель качества сливочного масла. Изучали влияние препаратов клетчатки на показатели термоустойчивости образцов сливочного масла (рис. 1, 2).

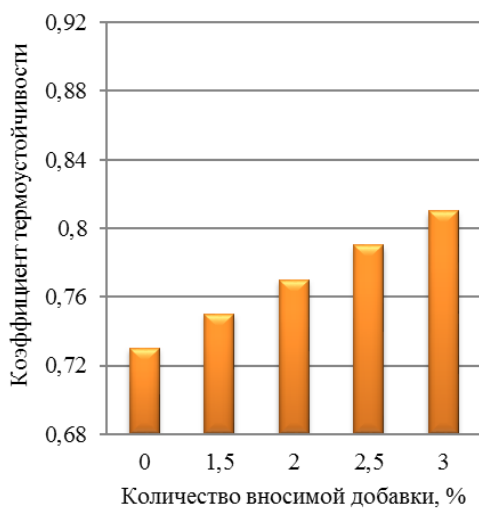


Рис. 1. Термоустойчивость образцов при внесении клетчатки «Bio-fi Pro WR 100»

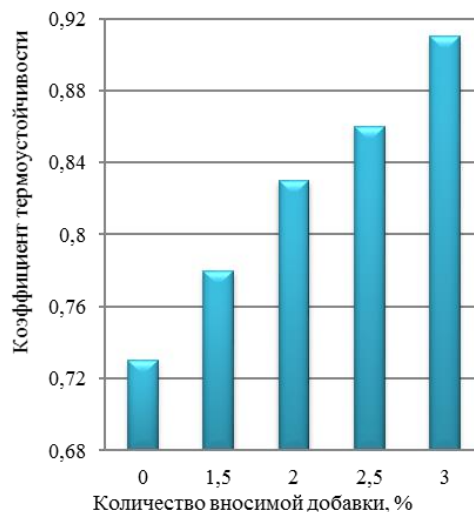


Рис. 2. Термоустойчивость образцов при внесении клетчатки «Bio-fi Pro WR 400»

У контрольного образца коэффициент термоустойчивости составлял 0,73 – удовлетворительная оценка консистенции сливочного масла. При внесении 3 % препарата клетчатки «Bio-fi Pro WR 100» коэффициент термоустойчивости сливочного масла пониженной жирности составил 0,81. Оценка консистенции образца характеризовалась как удовлетворительная. Образец сливочного масла с внесением 3% свекловичной клетчатки «Bio-fi Pro WR 400» получил хорошую оценку консистенции. При этом коэффициент термоустойчивости данного образца составил 0,91. Внесение препаратов свекловичной клетчатки положительно влияет на показатель термоустойчивости сливочного масла пониженной жирности, увеличивая его.

Еще одним показателем качества структуры сливочного масла является вытекание свободного жира. Данный показатель характеризует способность структуры масла удерживать жидкий жир. Изучали способность сливочного масла с добавлением препаратов свекловичной клетчатки удерживать жидкую фазу жира (рис. 3, 4).

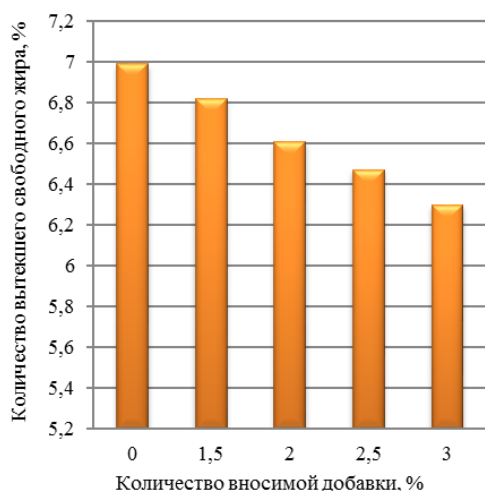


Рис. 3. Способность продукта с добавлением клетчатки «Bio-fi Pro WR 100» удерживать жидкую фазу жира

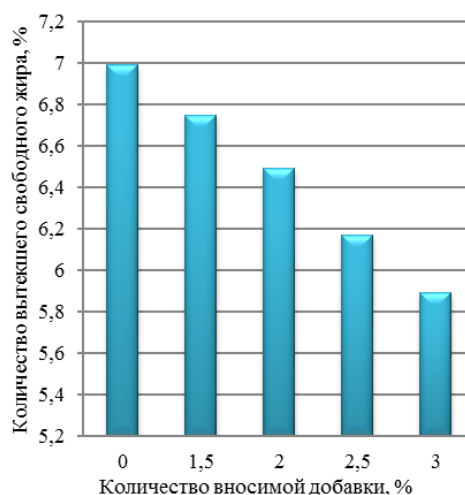


Рис. 4. Способность продукта с добавлением клетчатки «Bio-fi Pro WR 400» удерживать жидкую фазу жира

Количество вытекшего свободного жира у контрольного образца сливочного масла пониженной жирности составляло 6,99%. Внесение клетчатки «Bio-fi Pro WR 100» в количестве 1,5% уменьшает данный показатель на 0,17%, а «Bio-fi Pro WR 400» в количестве 1,5 на 0,24 %. Дальнейшее увеличение количества вносимой свекловичной клетчатки делает структуру образцов сливочного масла пониженной жирности более плотной, уменьшая при этом количество вытекшего свободного жира. При внесении препарата «Bio-fi Pro WR 100» в количестве 3% количество вытекшего свободного жира у образца сливочного масла составило 6,3. При внесении клетчатки «Bio-fi Pro WR 400» в количестве 3% – составило 5,89.

Деформационное поведение реальных дисперсных систем, к которым относятся пищевые массы, можно охарактеризовать так называемой кривой течения. Эта кривая строится по экспериментальным данным в координатах: напряжение сдвига – скорость сдвига [6].

По экспериментальным данным, полученным на ротационном вискозиметре «Rheotest – 2» были построены кривые течения (рис. 5, 6).

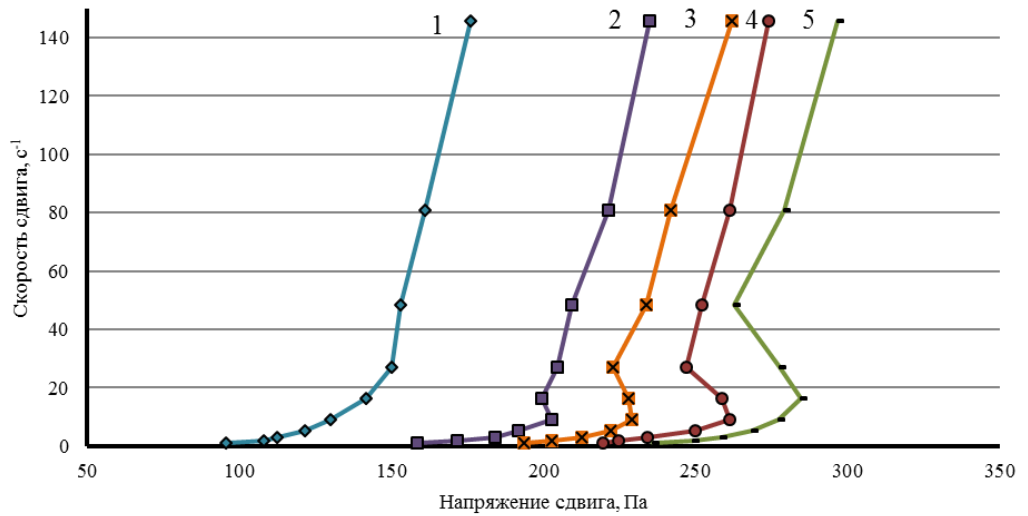


Рис. 5. Кривые течения образцов сливочного масла пониженной жирности с добавлением клетчатки «Bio-fi Pro WR 100»

Примечание: 1 – без добавления клетчатки; 2 – с добавлением 1,5% клетчатки; 3 – с добавлением 2% клетчатки; 4 – с добавлением 2,5% клетчатки; 5 – с добавлением 3% клетчатки

Источник: составлено авторами

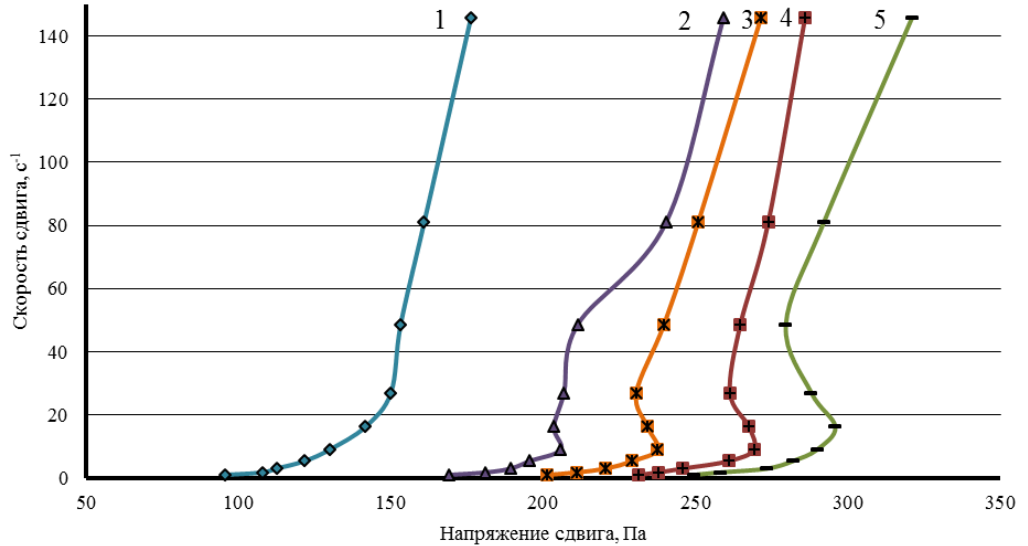


Рис. 6. Кривые течения образцов сливочного масла пониженной жирности с добавлением клетчатки «Bio-fi Pro WR 400»

Примечание: 1 – без добавления клетчатки; 2 – с добавлением 1,5% клетчатки; 3 – с добавлением 2% клетчатки; 4 – с добавлением 2,5% клетчатки; 5 – с добавлением 3% клетчатки

Источник: составлено авторами

По полученным кривым течения определили, что образцы типичны для вязкопластичных жидкостей и описываются уравнением Гершеля-Балки. Кроме того, контрольный образец имел область лавинообразного разрушения структуры при малых скоростях сдвига. При добавлении свекловичной клетчатки область лавинообразного разрушения структуры образуется при более высоких скоростях сдвига. Причем, чем больше добавлено клетчатки, тем больше скорость сдвига нужна для разрушения структуры образцов. Следовательно, внесение в продукт клетчатки положительным образом сказывается на структуре готового продукта.

### **Выводы**

С повышением уровня жизни все больше возникает «болезней цивилизации». Международные эксперты Всемирной организации здравоохранения считают «ожирение» глобальной эпидемией современного общества. Одной из причин болезни является нарушение баланса между поступающей и потребляемой организмом энергией. Поэтому исследования, направленные на разработку и создание низкокалорийных продуктов, на сегодняшний день являются актуальными.

Создание продуктов пониженной жирности, а именно сливочного масла, невозможно без использования стабилизаторов структуры.

Целью нашего исследования являлось изучение влияния свекловичной клетчатки на реологические характеристики сливочного масла пониженной жирности. Выбор в качестве стабилизатора структуры клетчатки обоснован тем, что помимо позитивного действия на организм человека клетчатка обладает функционально-технологическими свойствами. А именно влагоудерживающей и жирудерживающей способностями.

В результате проведенных экспериментов было выявлено, что внесение свекловичной клетчатки «Bio-fi Pro WR 100» и «Bio-fi Pro WR 400» увеличивает коэффициент термоустойчивости сливочного масла пониженной жирности. Определенно, что добавление свекловичной клетчатки способствует уменьшению количества вытекшего свободного жира. По совокупности полученных результатов на приборе «Rheotest – 2» мы установили, что добавление пищевой клетчатки упрочняет структуру сливочного масла пониженной жирности.

Таким образом, результаты исследования образцов сливочного масла пониженной жирности с добавлением клетчатки свидетельствуют о том, что внесение клетчатки делает структуру сливочного масла более плотной по сравнению с контрольным образцом. Улучшая при этом его реологические характеристики.

### ***Список источников / References***

1. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. М., 2006. 3 с. [GOST R 52349-2005 Produkty pischevye funktsional'nye. Terminy i opredelenija [Foodstuffs. Functional foods. Terms and definitions] М., 2006. 3 p.]
2. Самылина В.А. «Протоцель» - новый перспективный препарат пищевых волокон / В.А. Самылина // Все о мясе. 2013. №3. С. 36-38. [Samylina V.A. «Pro-

- tocel'» - novyj perspektivnyj preparat pishchevyh volokon / V.A. Samylina ["Protozel" - a new promising preparation of dietary fiber], 2013. no. 3. pp. 36-38].
3. Ставрова Э.Р. Метод определения вытекания жидкого жира из масла // Молочная промышленность. 1970. № 12. С. 14-16. [Stavrova `E.R. Metod opredelenija vytekanija zhidkogo zhira iz masla [Method for determining the leakage of liquid fat from butter], 1970. no.12. pp. 14-15.].
  4. Mohr W., Crigull V. Zur Bestimmung des fetifreien Milchtrockenmasse haites und des Fetthalten in Butter. Milchwissenschaft, 1958, no. 13, pp. 500-513.
  5. Stine Rønholt, Kell Mortensen, Jes C. Knudsen. The Effective Factors on the Structure of Butter and Other Milk Fat-Based Products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2013, no. 12, pp. 468-482.
  6. Доня Д.В., Леонов А.А. Инженерная реология. Кемерово, 2009, 124 с. [Donya D.V., Leonov A.A. Inzhenernaya reologiya [Engineering rheology]. Kemerovo, 2009. 124 p.].

#### Сведения об авторе / About author

**Захарова Людмила Михайловна**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов, Кемеровский государственный университет. 650056 Россия, г. Кемерово. *E-mail: zaharova\_lm@mail.ru*  
Ljudmila M. Zakharova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo State University. Kemerovo, Russia 650056.  
*E-mail: zaharova\_lm@mail.ru*

**Доня Денис Викторович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной механики, Кемеровский государственный университет. 650056 Россия, г. Кемерово.  
*E-mail: doniadv@rambler.ru*  
Denis V. Donya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Mechanics, Kemerovo State University. Kemerovo, Russia 650056.  
*E-mail: doniadv@rambler.ru*

**Абушахманова Любовь Владимировна**, аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов, Кемеровский государственный университет. 650056 Россия, г. Кемерово.  
*E-mail: kroxaleva90@mail.ru*  
Ljubov' V. Abushahmanova, Graduate Student of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo State University. Kemerovo, Russia 650056. *E-mail: kroxaleva90@mail.ru*