

УДК 664.8.03

UDC 664.8.03

05.00.00 Технические науки

Engineering

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ ВАФЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**RESEARCH OF THE INFLUENCE OF FOOD SUPPLEMENTS ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WAFFLE SEMI PRODUCTS**

Тамазова Сусанна Юнусовна  
РИНЦ AuthorID: 733496  
7999997@inbox.ru

Tamazova Sysanna Unysovna  
RSCI AuthorID: 733496  
7999997@inbox.ru

Першакова Татьяна Викторовна  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 4342-6560, 7999997@inbox.ru

Pershakova Tatiana Viktorovna  
Dr.Sci.Tech., associate professor,  
RSCI SPIN-code 4342-6560, 7999997@inbox.ru

Купин Григорий Анатольевич  
к.т.н.  
РИНЦ SPIN-код: 2676-2856, kisp@kubannet.ru

Kupin GrigoriyAnatolievich  
Cand.Tech.Sci  
RSCI SPIN-code: 1946-6756, kisp@kubannet.ru

Викторова Елена Павловна  
д.т.н., профессор,  
РИНЦ SPIN-код: 9599-4760, kisp@kubannet.ru  
*ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д.2*

Victorova Elena Pavlovna  
Dr.Sci.Tech., professor,  
RSCI SPIN-code: 9599-4760, kisp@kubannet.ru  
*FSBSI Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing, Russia, 350072, Krasnodar, st. Topolinaya alleya, 2*

Обоснован выбор пищевых добавок для обогащения вафельных изделий. Пищевую добавку «Порошок из клубней топинамбура» отличает высокое содержание инулина – 46,21%. Обезжиренный подсолнечный лецитин содержит значительное количество фосфолипидов (98,29%). Исследовано влияние совместного внесения пищевых добавок «Порошок из клубней топинамбура» и обезжиренного подсолнечного лецитина на технологические свойства вафельного теста. Установлено, что введение пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» совместно с обезжиренным подсолнечным лецитином, взамен традиционного соевого, позволяет снизить вязкость вафельного теста. При внесении в вафельное тесто дозировка обезжиренного подсолнечного лецитина может быть снижена, по сравнению с соевым, с 0,4 до 0,2 % к массе муки

A selection of food additives for the enrichment of waffle products was made. Food additive "Powder from tubers of Jerusalem artichoke" is distinguished by a high content of inulin - 46.21%. Low-fat sunflower lecithin contains a significant amount of phospholipids (98.29%). The influence of the joint application of food additives "Powder from the tubers of Jerusalem artichoke" and nonfat sunflower lecithin on the technological properties of the wafer test was studied. It is established that the introduction of the food additive "Powder from the tubers of Jerusalem artichoke" together with defatted sunflower lecithin, instead of the traditional soybean, allows to reduce the viscosity of the wafer test. When introduced into wafer dough, the dosage of defatted sunflower lecithin can be reduced, compared to soybean, from 0.4 to 0.2% by weight of flour

Ключевые слова: ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ, ВАФЕЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ВАФЕЛЬНОЕ ТЕСТО, ЛЕЦИТИНЫ

Keywords: FOOD ADDITIVES, WAFERS, RHEOLOGICAL PROPERTIES, FATTY FILLINGS, BATTER, LECITHIN

**Doi: 10.21515/1990-4665-128-004**

Основным направлением развития пищевой промышленности является обеспечение населения высококачественными пищевыми

продуктами, обогащенными функциональными ингредиентами, способствующими сохранению и улучшению здоровья.

Кондитерские изделия - популярные пищевые продукты, пользующиеся постоянно растущим спросом. Учитывая дефицит макро- и микронутриентов в пищевом статусе населения России, актуальна разработка рецептур и технологий кондитерских изделий повышенной пищевой ценности, обогащенных витаминами, пищевыми волокнами и минеральными веществами [1,2].

Использование региональных ресурсов растительного сырья позволяет повысить экономическую эффективность пищевых производств, обогатить рацион населения необходимыми макро- и микронутриентами.

Цель исследования – изучить влияние пищевых добавок, используемых для обогащения вафельных изделий, на технологические свойства вафельного теста. Основные задачи исследования: обосновать выбор пищевых добавок в качестве рецептурных компонентов для обогащения вафельного теста, выявить влияние дозировок пищевых добавок на технологические свойства вафельного теста и определить эффективные дозировки внесения пищевых добавок в тесто.

В качестве объектов исследования были выбраны пищевые добавки «Порошок из клубней топинамбура», обезжиренный подсолнечный лецитин и вафельное тесто. При проведении исследований использовали общепринятые и специальные методы анализа [3-6].

В Краснодарском крае за период 2011-2015 гг. заболеваемость населения болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ выросла более, чем на 50 % [7].

Одной из существенных причин такой ситуации является несбалансированное по нутриентному составу питание, вытеснение из ежедневного рациона населения фруктов, мяса, рыбы более дешевыми продуктами, содержащими значительное количество углеводов:

хлебобулочными, макаронными, мучными кондитерскими изделиями. Потребление кондитерских изделий россиянами постоянно растет и в 2015 году превысило 3,7 млн. тонн. В структуре ассортимента кондитерских изделий значительную долю составляют мучные кондитерские изделия.

Динамика объемов производства мучных кондитерских изделий длительного хранения (печенье, пряники, вафли) в России за период с 2011 по 2015 годы представлена на рисунке 1.

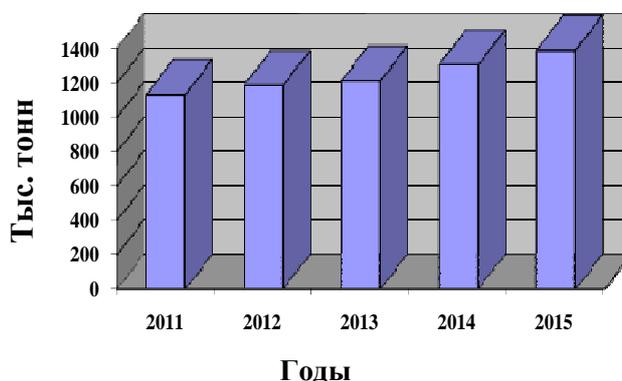


Рисунок 1 – Объем производства мучных кондитерских изделий длительного хранения в России за период 2011–2015 годы

В среднем на жителя России в год приходится более 9 кг мучных кондитерских изделий, характеризующихся высокой энергетической ценностью и не сбалансированностью по составу микронутриентов. Так, например потребление 100 г вафель позволяет удовлетворить среднесуточную потребность организма взрослого человека в витаминах, макро- и микроэлементах не более, чем на 4%, при этом энергетическая ценность вафельных изделий составляет 18-20% от среднесуточной потребности [8,9].

В настоящее время ассортимент мучных кондитерских изделий длительного хранения составляет более 450 наименований. На территории Краснодарского края кондитерские изделия производят более 100 предприятий. Следует отметить, что производство мучных

кондитерских изделий, обогащенных пищевыми волокнами, в т.ч. пектином, фосфолипидами, минеральными веществами и витаминами составляет не более 3% от общего объема.

Для нормализации пищевого статуса населения необходима существенная коррекция рецептурного состава мучных кондитерских изделий с целью повышения их пищевой ценности за счет использования пищевых добавок.

Выбор рецептурных компонентов для производства вафельных изделий осуществляли на основании наличия в их составе функциональных ингредиентов, а также обеспечения максимальной физиологической и снижения энергетической ценности. При выборе пищевых добавок руководствовались следующим: обеспечение требований, предъявляемых к показателям качества и безопасности, необходимостью сохранения или улучшения традиционных органолептических показателей готовой продукции; составом в пищевой добавке функциональных ингредиентов; влиянием добавок на технологические свойства полуфабрикатов и экономической целесообразностью.

Учитывая это, нами были выбраны пищевые добавки «Порошок из клубней топинамбура» и обезжиренный подсолнечный лецитин торговой марки «Наш лецитин».

Состав и содержание основных макро- и микронутриентов пищевых добавок приведен в таблице 1. В составе исследуемых пищевых добавок в значительных количествах содержатся различные функциональные ингредиенты. Пищевую добавку «Порошок из клубней топинамбура» отличает высокое содержание инулина – 46,21 %. Обезжиренный подсолнечный лецитин содержит значительное количество фосфолипидов (98,29%).

Высокое содержание функциональных ингредиентов позволяет обосновать целесообразность использования указанных пищевых добавок

при производстве вафельных изделий.

Таблица 1 – Состав и содержание основных макро- и микронутриентов в пищевых добавках

| Наименование показателя       | Значение показателя              |                                   |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                               | «Порошок из клубней топинамбура» | Обезжиренный подсолнечный лецитин |
| Массовая доля, %:             |                                  |                                   |
| белки                         | 10,55                            | отсутствие                        |
| жиры                          | отсутствие                       | 1,71                              |
| углеводы, в т.ч.:             | 80,11                            | отсутствие                        |
| инулин                        | 46,21                            | отсутствие                        |
| пищевые волокна               | 8,48                             | отсутствие                        |
| фосфолипиды                   | отсутствие                       | 98,29                             |
| влага                         | 4,2                              | 0,42                              |
| органические кислоты          | 3,54                             | отсутствие                        |
| Макроэлементы, мг/100г:       |                                  |                                   |
| кальций                       | 50,00                            | 1,49                              |
| фосфор                        | 510,00                           | 3550,22                           |
| магний                        | 37,00                            | 19,57                             |
| калий                         | 1930,00                          | 13,58                             |
| натрий                        | 436,00                           | 18,32                             |
| Микроэлементы, мг/кг:         |                                  |                                   |
| железо                        | 18,00                            | 2,66                              |
| цинк                          | 11,00                            | 0,47                              |
| медь                          | 2,10                             | 0,48                              |
| марганец                      | 5,60                             | отсутствие                        |
| Витамины, мг/100г:            |                                  |                                   |
| В <sub>1</sub>                | 1,92                             | отсутствие                        |
| В <sub>2</sub>                | 8,65                             | отсутствие                        |
| В <sub>3</sub>                | 8,80                             | отсутствие                        |
| В <sub>6</sub>                | 0,75                             | отсутствие                        |
| С                             | 117,20                           | отсутствие                        |
| Энергетическая ценность, ккал | 350                              | 880                               |

Известно, что внесение добавок, содержащих значительное количество пищевых волокон, приводит к изменению технологических свойств жидкого теста [10,11].

К основным взаимосвязанным технологическим свойствам

вафельного теста относятся растекаемость и вязкость. Повышение вязкости теста приводит к ухудшению его растекаемости, в связи с чем, затрудняется формирование вафельного листа в формах.

Для определения оптимальной дозировки пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» исследовали вязкость образцов вафельного теста: контроль (без пищевой добавки) и образцы вафельного теста с пищевой добавкой «Порошок из клубней топинамбура» с дозировкой 6, 8, 10, 12% к массе муки. Добавку вносили в сухом виде, заменяя в рецептуре соответствующее количество сахара.

В качестве контрольной рецептуры была взята рецептура, приведенная в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептура вафельного теста

| Наименование рецептурного компонента | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья (на 1 тонну фазы), кг «Березка» (№215) |                   |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|-------------------|
|                                      |                                | в натуре  | в сухих веществах |
| Мука пшеничная в/с                   | 85,50                          | 1089,79   | 931,77            |
| Сахарный песок                       | 99,85                          | 71,93   | 71,82             |
| Масло растительное                   | 100,0                          | 68,66   | 68,66             |
| Лецитин жидкий соевый                | 98,5                           | 5,45  | 5,37              |
| Желтки                               | 46,0                           | 76,26   | 35,08             |
| Соль                                 | 96,5                           | 5,45  | 5,26              |
| Сода                                 | 50,0                           | 5,45  | 2,78              |
| Итого                                | -                              | 1322,99   | 1120,69           |
| Выход                                | 97,50                          | 1000,00   | 975,00            |

На рисунке 1 приведены данные, характеризующие влияние дозировки пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» на вязкость вафельного теста.

Анализ данных, приведенных на рисунке 2, позволяет сделать вывод о том, что внесение пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» увеличивает вязкость вафельного теста, что, вероятно, связано с

увеличением количества пищевых волокон, обладающих высокой водосвязывающей способностью.

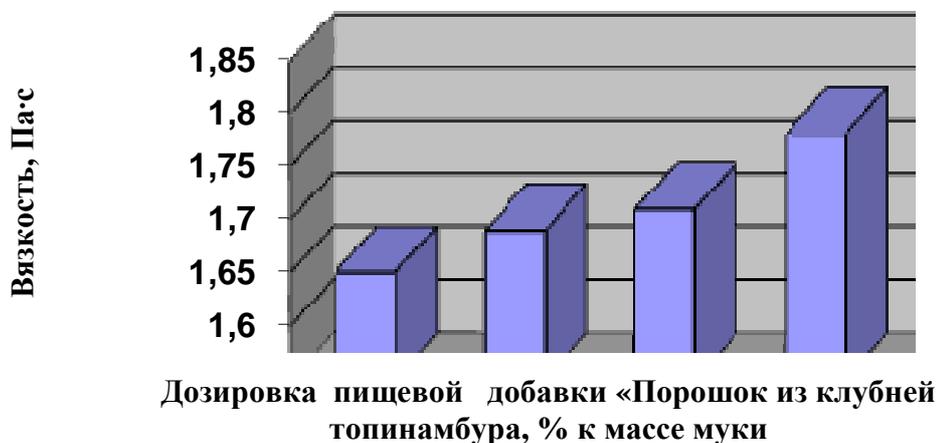


Рисунок 2 – Влияние дозировки пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» на вязкость вафельного теста

Так, при внесении пищевой добавки в сухом виде с дозировкой 6; 8; 10; 12% к массе муки вязкость вафельного теста, по сравнению с контрольным образцом, увеличивается в 1,02; 1,03; 1,08; 1,1 раза соответственно. Образцы вафельного теста с дозировкой пищевой добавки 10 и 12%, вследствие повышенной вязкости, плохо дозируются, заполнение вафельных форм этими образцами теста затруднено.

Известно, что обезжиренные лецитины, по сравнению с традиционно используемыми жидкими, более эффективны [12]. В связи с этим, представляло интерес исследовать влияние дозировок обезжиренного подсолнечного лецитина взамен жидкого соевого на вязкость вафельного теста.

Для этого определяли вязкость образцов вафельного теста: контроль - тесто, приготовленное по традиционной рецептуре (табл.1) с жидким соевым лецитином в количестве 0,4% к массе муки и тесто с обезжиренным подсолнечным лецитином в количестве 0,1-0,4 % к массе муки. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

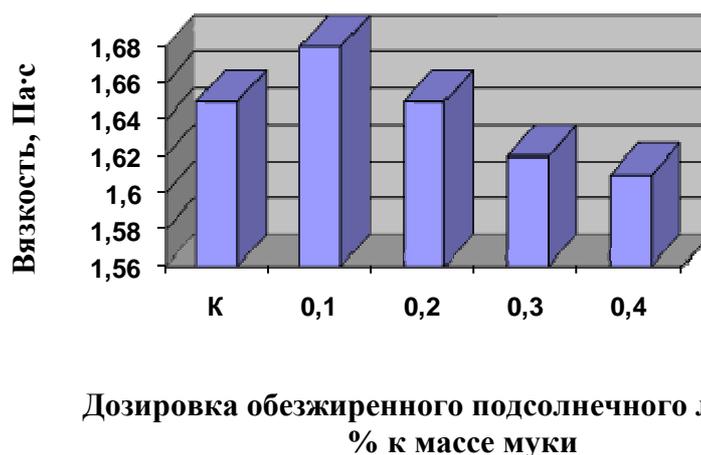
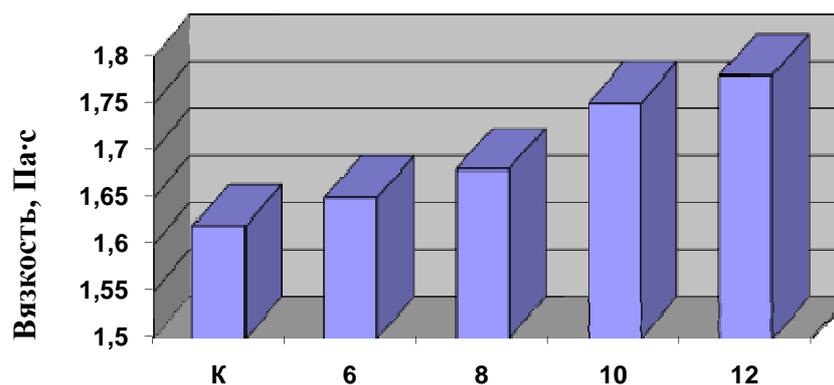


Рисунок 3 – Влияние дозировки обезжиренного подсолнечного лецитина на вязкость вафельного теста

Данные, приведенные на рисунке 3, позволяют сделать вывод о том, что при внесении обезжиренного подсолнечного лецитина вязкость вафельного теста снижается в большей степени, чем при использовании жидкого соевого, в связи с чем, дозировка лецитина может быть снижена. Внесение обезжиренного подсолнечного лецитина в количестве 0,2% к массе муки позволяет обеспечить вязкость вафельного теста не выше, чем у контрольного образца.

В связи с этим, для дальнейших исследований влияния пищевых добавок на технологические свойства теста использовали обезжиренный подсолнечный лецитин в количестве 0,2% к массе муки.

На рисунке 4 приведены данные, характеризующие влияние дозировки пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» на вязкость вафельного теста, приготовленного с заменой жидкого соевого лецитина на обезжиренный подсолнечный лецитин. Контрольные образцы готовили по рецептуре, приведенной в таблице 1, с заменой жидких соевых лецитинов обезжиренными подсолнечными в количестве 0,2% к массе муки. Пищевую добавку вносили в сухом виде в количестве 6,8, 10,12% к массе муки, заменяя соответствующее количество сахара.



**Дозировка пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура, % к массе муки**

Рисунок 4 – Влияние дозировки пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» на вязкость вафельного теста, приготовленного с обезжиренным подсолнечным лецитином

При внесении пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» с дозировкой 6; 8; 10; 12 % и обезжиренного подсолнечного лецитина в количестве 0,2 % к массе муки вязкость вафельного теста по сравнению с контрольным образцом увеличивается в 1,02; 1,03; 1,08; 1,09 раз соответственно. Дозирование и распределение по вафельным формам образцов с дозировкой пищевой добавки более 8% была затруднена.

При сравнении вязкости образцов вафельного теста, приготовленного с внесением жидкого соевого лецитина с дозировкой 0,4% и пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура» с дозировкой 6; 8; 10; 12 % к массе муки и образцов с внесением обезжиренного подсолнечного лецитина с дозировкой 0,2% и аналогичных количеств пищевой добавки (рисунок 2 и 4), установлено, что вязкость теста с использованием обезжиренного подсолнечного лецитина, ниже, по сравнению с образцами теста, приготовленного с использованием жидкого соевого лецитина. Это связано с более высокой поверхностной активностью обезжиренного подсолнечного лецитина по сравнению с жидким соевым лецитином.

На основании результатов проведенных исследований можно

сделать вывод о том, что при разработке рецептур обогащенных вафельных изделий оптимальной дозировкой пищевой добавки «Порошок из клубней топинамбура», не приводящей к существенному изменению вязкости вафельного теста, и, соответственно, технологических свойств теста, является 8% к массе муки. При этом традиционно используемые жидкие соевые лецитины могут быть заменены на обезжиренные подсолнечные лецитины с дозировкой 0,2% к массе муки.

### **Используемая литература**

1. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662- (ред. от 08.08.2009) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года») //СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс].- режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base>

2.Першакова, Т.В. Государственная политика в области обеспечения населения России полноценным, сбалансированным питанием [Текст] /Т.В. Першакова, В. И. Криштафович, Л.Н. Шубина // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики.. – 2015. – №5. – С. 77-86.

3.Лурье, И.С. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник / И.С. Лурье, Л.Е. Скокан, А.П. Цитович. - М.: Колос, 2003.

4.Попов, В.С. Методика экспериментального определения величины хрупкости фигурных вафельных изделий. [Текст] / В.С. Попов, Б.Г. Семилетенко, Ю.А. Тимошенко // Теория и практика разработки ресурсосберегающего пищевого оборудования. Межвузовский сборник научных трудов. - СПб.: СПГУНПТ. - 2006 - С. 27-31.

5.Реет, В.А. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции: Учебное пособие [Текст] / В.А. Реет, Б.Л. Николаев, Л.К. Николаев. - СПб.: ГИОРД. - 2009.- 484 с.

6.Государственные стандарты. Изделия кондитерские. Методы анализа. Сборник. М.: Издательство стандартов. 2004.- 102с

7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/).

8.Химический состав российских пищевых продуктов. Под редакцией член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - Москва, 2002;

9 Методические рекомендации МР2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской федерации»//[Электронный ресурс] – Режим доступа:[http://infofoodsupperlements.ru/topic/19-metodicheskie-rekomrndacii\\_232432-08ot-18122008/](http://infofoodsupperlements.ru/topic/19-metodicheskie-rekomrndacii_232432-08ot-18122008/).

10.Реология сырья, полуфабрикатов и заготовок изделий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства. Шубина Л.Н., Першакова Т.В. учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 260100.62 Продукты питания из

растительного сырья, 260800.62 Технология продукции и организация общественного питания / Л. Н. Шубина, Т. В. Першакова ; «Российский ун-т кооп.», Краснодарский кооп. институт. Краснодар, 2011.

11. Филиппова Е.В. Исследование влияния порошка топинамбура на свойства вафельного теста и готовых вафельных листов/ Е.В. Филиппова, И.Б. Красина, Н.А. Тарасенко, Д.П. Навицкая// Наука Кубани, – 2012. – №2. – С. 42-47.

12. Андреев А.Н. Влияние фосфолипидов и ферментных препаратов на реологические свойства теста и качество вафель функционального назначения / А.Н.Андреева, О.О.Иванова.// Электронный научный журнал. Процессы и аппараты пищевых производств.- 2013.-№1. [Электронный ресурс] <http://processes.open-mechanics.com/articles/670.pdf> (дата обращения 22.02.17).

## References

1. Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 17.11.2008 № 1662- (red. ot 08.08.2009) «O Konceptcii dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda» (vmeste s «Konceptiej dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda») //SPS Konsul'tant Pljus [Jelektronnyj resurs].- rezhim dostupa: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base>

2. Pershakova, T.V. Gosudarstvennaja politika v oblasti obespechenija naselenija Rossii polnocennym, sbalansirovannym pitaniem [Tekst] /T.V. Pershakova, V. I. Krishtafovich, L.N. Shubina // Fundamental'nye i prikladnye issledovanija kooperativnogo sektora jekonomiki.. – 2015. – №5. – S. 77-86.

3. Lur'e, I.S. Tehnohimicheskij i mikrobiologicheskij kontrol' v konditerskom proizvodstve: Spravochnik / I.S. Lur'e, L.E. Skokan, A.P. Citovich. - M.: Kolos, 2003.- 416s.

4. Popov, V.S. Metodika jeksperimental'nogo opredelenija velichiny hrupkosti figurnyh vafel'nyh izdelij. [Tekst] / V.S. Popov, B.G. Semiletenko, Ju.A. Timoshenko // Teorija i praktika razrabotki resursosberegajushhego pishheвого oborudovanija. Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. - SPb.: SPGUNPT. - 2006 - S. 27-31.

5. Reet, V.A. Fiziko-mehaničeskie svojstva syr'ja i gotovoj produkcii: Učebnoe posobie [Tekst] / V.A. Reet, B.L. Nikolaev, L.K. Nikolaev. - SPb.: GIORD. - 2009.- 484 s.

6. Gosudarstvennye standarty. Izdelija konditerskie. Metody analiza. Sbornik. M.: Izdatel'stvo standartov. 2004.- 102s

7. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs] [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/) (data obrashhenija 22.12.15).

8. Himicheskij sostav rossijskih pishhevyh produktov. Pod redakciej chlen-korr. MAI, prof. I. M. Skurihina i akademika RAMN, prof. V. A. Tutel'jana. - Moskva, 2002;

9. Metodicheskie rekomendacii MR2.3.1.2432-08 «Normy fiziologičeskikh potrebnostej v jenergii i pishhevyh veshhestvah dlja razlichnyh grupp naselenija Rossijskoj federacii»/[Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa:<http://infofoodsupperlements.ru/topic/19-metodicheskie-rekomndacii-232432-08ot-18122008/>.

10. Reologija syr'ja, polufabrikatov i zagotovok izdelij hlebopekarnogo, konditerskogo i makaronnogo proizvodstva. Shubina L.N., Pershakova T.V. učebnoe posobie dlja studentov, obučajushhijhsja po napravleniju 260100.62 Produkty pitanija iz rastitel'nogo syr'ja, 260800.62 Tehnologija produkcii i organizacija obshhestvennogo pitanija / L. N. Shubina, T. V. Pershakova ; «Rossijskij un-t koop.», Krasnodarskij koop. institut. Krasnodar, 2011.

11. Filippova E.V. Issledovanie vlijanija poroshka topinambura na svojstva vafel'nogo testa i gotovyh vafel'nyh listov/ E.V. Filippova, I.B. Krasina, N.A. Tarasenko, D.P. Navickaja// Nauka Kubani, – 2012. – №2. – S. 42-47.

12. Andreev A.N. Vlijanie fosfolipidov i fermentnyh preparatov na reologičeskie

svoystva testa i kachestvo vafel' funkcional'nogo naznachenija / A.N.Andreeva, O.O.Ivanova.// Jelektronnyj nauchnyj zhurnal. Processy i apparaty pishhevyyh proizvodstv.-2013.-№1. [Jelektronnyj resurs] <http://processes.open-mechanics.com/articles/670.pdf> (data obrashhenija 22.02.17).