

ВЛИЯНИЕ ОВСЯНЫХ ХЛОПЬЕВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И КАЧЕСТВО ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОГО ЗЕРНА СПЕЛЬТЫ

Дробот В. И., Семенова А. Б., Михоник Л. А.
Национальный университет пищевых технологий

THE EFFECT OF OAT FLAKES ON DOUGH AND BREAD QUALITY MADE FROM WHOLE SPELT FLOUR.

Vera Drobot, Anastasiya Semenova, Larisa Myhonik
National University for Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Abstract

The purpose of this research was to determine the effect of adding oat flakes on properties of dough and bread quality from whole spelt flour. The paper presents the technological characteristics of oat flakes and Spelt flour. Samples of mixtures composed of whole spelt flour with 10, 15, 20% substitution of oat flakes were studied. It was found that oat flakes positively affect on gas-production and gas-retention capacity of dough and improve specific loaf volume, shape stability index and porosity structure.

Keywords: oat flakes, whole spelt flour, *Triticum spelta* L., dough, bread

Введение

Спельта (*Triticum spelta* L.) – древний полудикий сорт пшеницы. Она содержит все основные компоненты, необходимые для человека. Но особенно ценится за высокое содержание белков, липидов и пищевых волокон [10, 14]. Также она отличается по распределению питательных веществ в зерне. В современных сортах пшеницы все полезные компоненты сосредоточены в основном в оболочке и зародыше, в отличие от спельты, где все ценные нутриенты равномерно распределены в зерне, поэтому при помоле не теряются и переходят в муку [8].

По содержанию углеводов спельта существенно не отличается от современной пшеницы. Но следует отметить, что она содержит особый тип растворимых углеводов – мукополисахариды (mucopolysaccharides), которые способны укреплять иммунную систему, снижают уровень холестерина, регулируют процессы свертывания крови [2]. Спельта содержит меньше редуцирующих сахаров и имеет низкую сахарообразующую способность по сравнению с традиционными видами пшеницы [16].

Содержания белка в спельте доходит до 19,5 %. Ее белки содержат около 20% альбуминов и глобулинов [14, 15]. Также мука отличается

высоким содержанием клейковины – в среднем 40 %, но по качеству она может быть оценена, как слабая [5]. В спельте, по сравнению с традиционной пшеницей, больше глиадины и меньше глютенина. Поэтому клейковина, которую они образуют, мягкая и менее упругая, но благодаря этому лучше переваривается человеком. По содержанию проламинов спельта также уступает пшенице. [18, 20]. Усвояемость ее белков - 80,1 %, пшеницы - 78,9 % [14].

Согласно исследованиям ученых [1, 12] формула глиадины полбы зерна в целом типична для твердой пшеницы, но во фракции γ -глиадины отсутствует пятый компонент. В α -фракции слабо представлен $\alpha\beta$ -компонент. Это делает данный сорт перспективным для использования в диетическом питании, так как именно этот компонент ограничивает использование зерновых больными целиакией. В 1991 г. Международной ассоциацией пищевой аллергии США были проведены клинические исследования и доказано, что клейковина спельты в половине случаев не вызывает аллергии у людей, чувствительных к этому компоненту в зерне [21].

Содержание незаменимых аминокислот в белке зерна составляет 34,42 - 38,2 %. Белки зерна спельты, также как и пшеницы, дефицитны по лизину и треонину, их скоры, соответственно, 0,53 и 0,66, но, по сравнению с пшеницей, она



имеет более высокие количественные показатели АК (кроме изолейцина, лейцина и глицина). Содержит много глютаминовой кислоты и пролина, которые являются основными функциональными АК в процессах тестообразования [14].

Липидов в муке содержится около 3 %. Они наиболее сконцентрированы в зародыше (28,5 %) и в алейроновом слое (8%). Из них доля неполярных липидов составляет 70 %, гликолипидов - 20 %, фосфолипидов - 10 % (в т.ч. небольшой процент стероидов, токоферолов и других жирорастворимых витаминов). Основные жирные кислоты спельты – пальмитиновая, олеиновая, линолевая и линоленовая [19].

По сравнению с пшеницей, спельта имеет в среднем на 30 - 60 % более высокое содержание Fe, Cu, Mg, P, K, Zn, Se. Имеет в своем составе витамины группы B, E, ниацин [14].

По данным ряда исследований [14, 11] спельта превосходит обычную пшеницу по содержанию пищевых волокон, однако имеет меньшее количество клетчатки и больше растворимых пищевых волокон по сравнению с пшеничной мукой. Пищевые волокна спельты способны снизить общий уровень холестерина, в т.ч. уровень липопротеидов низкой плотности, а также обладают высокими пребиотическими свойствами [17].

Мука из спельты применяется в производстве хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий. Изделия из этой муки отличаются хрустящей корочкой и особым ореховым привкусом и ароматом. Тесто поднимается почти в 2 раза быстрее, чем пшеничное, что следует учитывать при приготовлении опары и теста [3].

Зарубежные ученые пришли к выводу, что тесто из спельты характеризуется меньшей стабильностью и эластичностью. После замешивания тесто мягкое и липкое. Обработка теста спельты сложнее, а объем хлеба обычно меньше по сравнению с пшеничным [15].

Таким образом, несмотря на более богатый химический состав, хлеб из спельты также как и из пшеницы будет лимитирован по лизину и треонину, что требует дополнительной коррекции путем введения в рецептуру хлеба нетрадиционных видов сырья.

Для повышения пищевой ценности используют продукты переработки зерновых культур. Эти продукты позволяют целенаправленно изменять химический состав изделий, повышать их пищевую ценность.

При производстве хлебобулочных изделий хорошо зарекомендовали себя овсяные хлопья.

Технология их приготовления предусматривает гидротермическую обработку, что способствует лучшему усвоению питательных веществ овса. Овсяные хлопья являются хорошим источником более полноценного по аминокислотному составу белка (аминокислотный скор по лизину – 71 %, треонину – 88 %). Фракционный состав белков овса на 80% представлен альбуминами и глобулинами, остальные 20% приходятся на проламины и глютеины. Усвояемость его белков – 86 % [14].

Алейроновый слой зерна овса и его оболочки содержат много клетчатки, гемицеллюлозы (около 55 %) и лигнина, которые образуют комплекс с высокими сорбционными свойствами в отношении ксенобиотиков и патогенных микроорганизмов, обеспечивает функциональные свойства овса и продуктов из него. Гемицеллюлозы овса представлены водорастворимыми β – D – глюкозами (2,3 - 8,5 г / 100 г).

Овес выделяется среди других злаковых культур высоким содержанием липидов (5,3 - 7,2 %), 80 – 85 % которых представлены полиненасыщенными жирными кислотами [7, 13].

Общее содержание минеральных веществ составляет 2,6 - 3,3 %. Преимущественно содержит фосфор, кальций, магний, калий, натрий. Но также является хорошим источником железа, цинка, меди, кобальта и особенно селена [4].

Проанализировав химический состав овсяных хлопьев и спельты мы пришли к выводу, что введение хлопьев в рецептуру обогатит спельтовый хлеб ценными жирными кислотами и пищевыми волокнами, а также разнообразит его витаминный и минеральный комплекс. Известно, что добавление нетрадиционного сырья ухудшает показатели качества готовых хлебобулочных изделий. Целью наших исследований является изучение показателей технологического процесса и качество хлеба из спельтовой муки с добавлением овсяных хлопьев.

Материалы и методы

В исследовании была использована цельнозерновая мука спельты (влажность – 11,2 %, количество сырой клейковины – 31,9), полученная путем размолла целого зерна с помощью лабораторной мельницы и овсяные хлопья промышленного производства (влажность – 10,6 %) Исследовали смеси из муки и овсяных хлопьев в соотношении, соответственно 90:10,



85:15 и 80:20. В качестве контроля был взят образец из муки спельты без добавления хлопьев.

Водопоглатительную способность муки определяли с помощью фаринографа по ДСТУ 4111.2 – 2002, число падения – на приборе ПЧП, сахаробразующую способность по методике [6]. Набухаемость и водопоглатительную способность хлопьев определяли методом разработанным в Белорусском филиале ВНИМИ.

Массовую долю клейковины и ее качество в муке и смесях определяли согласно ДСТУ ISO 21415-1: 2009.

Газообразование образцов теста определяли волюмометрическим методом на приборе АГ – 1М. Газоудерживающую способность – наблюдая за изменением объема образцов теста в мерных цилиндрах, при температуре 30°C, относительной влажности воздуха в термостате 75 %, от начала брожения и до момента опадения теста.

Изменение структурно-механических свойства теста определяли методом расплывания шарика теста, наблюдая за изменением его диаметра в процессе ферментации при температуре 30°C, на протяжении 180 мин.

Для анализа потребительских свойств готовых изделий было проведено лабораторное выпекание исследуемых образцов. Хлеб выпекали из смесей спельтовой муки с овсяными хлопьями безопасным способом. Тесто замешивали по рецептуре: спельтовая мука (контроль) или смесь (1000 г), пресованные дрожжи (30 г), соль (15 г), вода. Замес проводили с помощью лабораторной тестомесильной машины марки ЛТ-900. Время брожения составляло 210 мин при температуре 28°C и относительной влажности в термостате 80 %. Обминку проводили через 120 мин после замеса. После брожения, разделенные и сформированные тестовые заготовки, подвергли выстаиванию и выпечке. Выпечка хлеба проводилась в лабораторной печи марки ЭШ-3 при температуре 200- 210°C, в течение 30-35 мин.

Объем хлеба определяли с помощью прибора марки ОХЛ. Формоустойчивость (отношение высоты подового хлеба (Н), к его диаметру (D)) измеряли на приборе ИФК.

Физико-химические показатели качества готовых изделий (влажность, кислотность, пористость) определяли по ДСТУ 7045:2009.

Все полученные данные являются средним значением, по крайней мере, трех определений. Достоверность полученных результатов оценена методами математической статистики. Статистическую обработку результатов исследований, построение графиков и диаграмм

выполняли с использованием программного обеспечения MS Office Excel.

Результаты и обсуждение

Качество готовых изделий, как известно, находится в прямой зависимости от хлебопекарных свойств муки. Поэтому нами были определены основные хлебопекарные показатели муки из спельты: водопоглатительная способность (по данным фаринографа) - 57,5 %, сахаробразующая способность – 192 мг мальтозы/10 г, газообразующая способность – см³/100 г, автолитическая активность по числу падения – 209 с, сила муки по расплыванию шарика теста за 3 ч ферментации – 96 мм. Полученные данные свидетельствует о низких хлебопекарных свойствах муки из спельты. Среди технологических параметров овсяных хлопьев были определены: набухаемость – 195 %, водопоглатительная способность – 203 %. Данные параметры были использованы при расчете количества воды необходимой для замеса теста.

Одним из основных параметров, определяющих качество муки, является содержание в ней клейковины. Поэтому нами была отмыта клейковина из муки спельты и исследуемых смесей (табл. 1).

Таблица 1. Показатели количества и качества клейковины из смесей

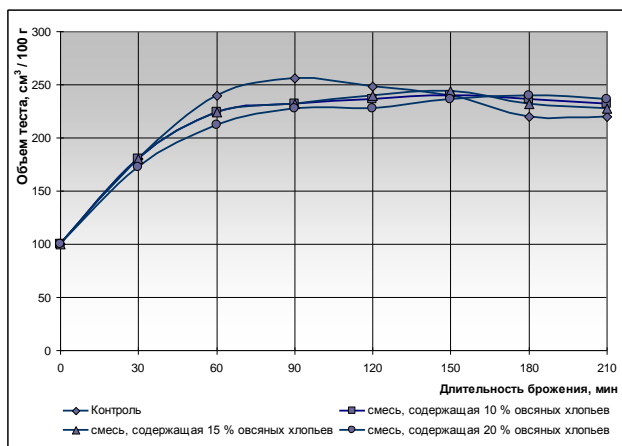
Показатели	Контроль	Смеси из муки спельты и овсяных хлопьев в соотношении, соответственно		
		90:10	85:15	80:20
Количество сырой клейковины, %	28,91	26,44	25,32	23,5
Гидратационная способность, %	170	165	159	156
ИДК, ед. Прибора	83,7	79,9	78,3	77,1
Растяжимость, см	22	20	19	16
Эластичность	удов.	удов.	удов.	удов.

Полученные данные согласуются с результатами исследований большинства ученых, изучавших влияние овсяных продуктов на качество теста и хлеба из современных видов пшеницы. Количество отмытой клейковины уменьшается с увеличением части замены муки овсяными хлопьями, что объясняется неспособностью овса образовывать клейковину.

По показателям качества клейковину спелты можно отнести к III группе. С другой стороны, внесение хлопьев в смесь влияет на саму структуру клейковины, укрепляя ее, приближая ее ко II группе качества. Качество и свойства клейковины зависят от соотношения двух фракций белка – глютелина и глиадина.

Известно, что в белке овсе преобладает фракция глютелинов, поэтому, при добавлении овсяных хлопьев происходит изменение соотношения двух фракций, в пользу глютелина, что увеличивает упругость клейковины и снижает ее растяжимость [9].

Таким образом, внесение овсяных хлопьев положительно влияет на показатели качества клейковины, но уменьшает ее общее количество в тесте.

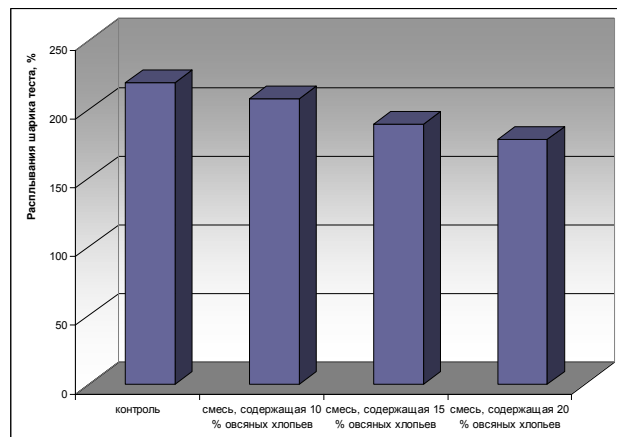


Фиг. 1. Газоудерживающая способность теста из смесей

Следующим этапом наших исследований было определение газоудерживающей способности теста и величины расплывания шарика из него, что также может стать характеристикой состояния клейковинного каркаса.

На Фиг. 1 представлены данные изменения газоудерживающей способности теста в процессе брожения. Контрольный образец достиг максимума через 1,5 часа и стал резко опадать. Образцы теста с хлопьями имели меньший удельный объем теста, но с увеличением дозировки овса длительность времени устойчивости теста возросла, в общем, на 1,5 – 2 часа. Что в целом подтверждает данные, полученные при исследовании показателей качества клейковины. Известно, что при наличии слишком упругой клейковины тесто недостаточно разрыхляется. В данном случае укрепление клейковины и уменьшение ее общего количества привело к снижению удельного

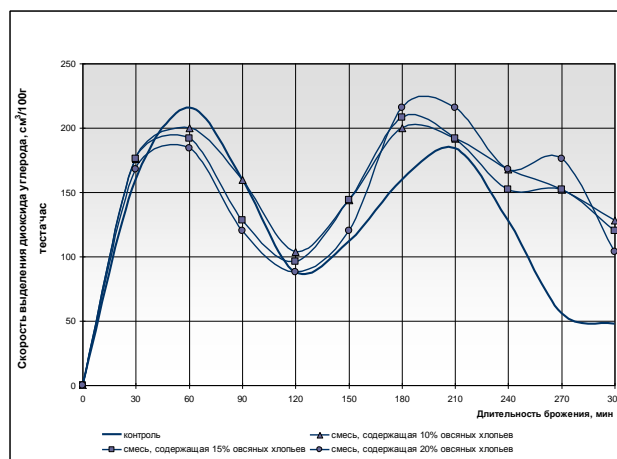
объема теста, но при этом позитивно повлияло на его устойчивость.



Фиг. 2. Расплывание шарика теста из смесей за 3 часа ферментации

Результаты наблюдения за расплыванием шарика теста (Фиг. 2) подтвердили наши предположения. Кроме этого, меньший процент расплывания, может быть связан с высокой водопоглощательной и водоудерживающей способностью овсяных хлопьев, которые содержат много пентозанов и слизи.

С целью определения влияния овсяных хлопьев на скорость созревания теста была исследована интенсивность его газообразования



Фиг. 3. Динамика газообразования в тесте из смесей

Анализ динамики газообразования (Фиг. 3) показал, что все образцы достигли первого пика через 60 мин брожения. Но второй пик показал, что переход дрожжей на сбраживание мальтозы, в тесте из смесей, произошел на 30 мин раньше контроля. Интенсивность газообразования смесей повысилась, в сравнении с контролем, что подтверждает данные ученых о низкой сахаробразующей способности спелты.



Повышение газообразования в тесте из смесей можно объяснить технологией изготовления хлопьев, которая предусматривает гидротермическую обработку. В процессе обработки увеличивается количество декстринов и денатурированного белка, что является дополнительным питанием для дрожжей.

На следующем этапе наших исследований мы изучали показатели технологического процесса и качество хлеба из цельнозерновой муки спельты и смесей на ее основе с добавлением овсяных хлопьев (табл. 2).

Таблица 2. Показатели технологического процесса и качества овсяно-спельтового хлеба

Показатель	Контроль	Смеси из муки спельты и овсяных хлопьев в соотношении, соответственно		
		90:10	85:15	80:20
Тесто				
Влажность, %	43,2	44,2	44,5	44,7
Титрованная кислотность, град:				
начальная	4,4	4,2	4,1	4,0
конечная	5,6	5,0	5,2	5,2
Длительность брожения, мин	210	210	210	210
Время выстаивания, мин	67	52	42	40
Готовые изделия				
Удельный объем, см ³ /г	2,36	2,5	2,42	2,34
Пористость, %	63	72	70	65
Влажность, %	41,8	43,0	43,2	43,5
Кислотность, град	3,6	3,2	3,1	3,0
Формостойкость, Н/Д	0,26	0,27	0,29	0,32

Внесение овсяных хлопьев понизило кислотность теста на 0,2 – 0,6 град, что объясняется более низкой кислотностью, по сравнению с мукой спельты, исходного сырья – овсяных хлопьев. Время выстаивания теста сократилось до 27 мин, что подтверждает данные динамики газообразования.

Внесение овсяных хлопьев положительно повлияло на удельный объем хлеба, повысив его значение до 6 %. Также увеличился показатель пористости на 3 – 12 % и формостойкости – на 4 – 23 %.

Хлеб с добавлением овсяных хлопьев имел хорошие органолептические показатели, ярко выраженный, приятный аромат хлеба, присущий изделиям из муки спельты, коричнево-золотую

хрустящую корочку, приятный вкус, мягкий и нежный мякиш с мелкой тонкостенной структурой пористости.

Заключение

Таким образом, совместное использование овсяных хлопьев и цельнозерновой муки спельты повышает не только пищевую ценность хлеба, но и улучшает его органолептические и физико-химические свойства.

Проведенные исследования выявили, что наилучшие показатели имеет хлеб с добавлением овсяных хлопьев в количестве до 15 % вместо массы муки. Увеличение этой дозировки возможно при внесении в тесто улучшителей, что требует дальнейших исследований.

Благодаря высокому содержанию белка, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ, хлеб из цельнозерновой муки спельты с добавлением овсяных хлопьев можно рекомендовать как функциональный продукт для потребления широким слоям населения.

Литература

- [1] Баженова И. А. Исследование технологических свойств зерна полбы (*Triticum dicoccum* Schrank.) и разработка кулинарной продукции с его использованием: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. Наук: спец. 05.18.15 «Товароведение пищевых продуктов и технология продуктов общественного питания» / А. И. Баженова. – Санкт-Петербург, 2004 – 16 с.
- [2] Богатырева Т.Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий / Т.Г. Богатырева, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова // Хлебопродукты. – 2013. - № 2. – С. 40-43.
- [3] Бульчук Е.А. Использование спельты в производстве хлебобулочных изделий / Е.А. Бульчук, А.Ф. Никулин // Материалы II Всерос. науч.-практик. конф. молодых ученых и аспирантов, 14-16 апр. 2008, Ч 1. – Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ», 2008. – С. 244 – 246
- [4] Егоров Б.В. Питательная ценность и лечебно-профилактические свойства зерна овса / Б.В. Егоров, Л.В. Капрельянец, В. Т. Гулавский // Хранение и переработка зерна. – 2001. - № 7 (25). – с. 31 – 35
- [5] Запаренко Г.В. Характеристика спельты, як альтернативної зернової сировини хлібопекарського виробництва / Г.В. Запаренко, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 23 бер. 2011 р / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Х : ХДУХТ, 2011. – Ч. 1. – С. 63.
- [6] Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва :



- навч. посіб. / [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньєва, О. А. Білик та ін.] ; за ред. В. І. Дробот. – К. Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
- [7] Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. С 40 пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.
- [8] Филин В.М., Зверев С.В. Переработка зерна полбы в крупу // Хранение и переработка зерна, 2012, № 9 (159), С. 30-31.
- [9] Ямашев Т. А. Исследование структурно-механических свойств теста из смеси пшеничной и овсяной муки с применением альвеографа / Т. А. Ямашев // Вестник Казанского технологического ун-та. – 2011. - № 16. – С. 173 – 177
- [10] Bojnanská T. The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications / T. Bojnanská, H. Francáková // Rostl. Výr. – 2002. – Vol. 48. – P. 141-147.
- [11] Bonafaccia G. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread / G. Bonafaccia, V. Gallia, R. Franciscia, V. Mairb, V. Skrabanjac, I. Kreft // Food Chemistry. – 2000. – Vol. 68. – P. 437-441.
- [12] Buren, M. von. A spelt-specific gamma – gliadin gene: discovery and detection / M. von Buren, J. Luthy, P. Hubner // Theoretical and Applied Genetics. – 2000. – Vol. 100(2). – P. 271-279
- [13] Butt M. S. Oat: unique among the cereals / M. Sadiq Butt, M. Tahir-Nadeem, M. K. Khan, R. Shabir, M. S. Butt // European Journal of Nutrition. – 2008. – Vol. 47. – P. 68-79.
- [14] Escarnot E. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review / E. Escarnot, J-M Jacquemin, R. Agneessens, M. Paquot // Biotechnology, Agronomy, Society and Environment. – 2012. – Vol. 16(2). – P. 243-256
- [15] Kohajdová Z. Nutritional value and baking applications of spelt wheat / Z. Kohajdová, J. Karovičová // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. – 2008. –Vol. 7(3). –P. 5-14.
- [16] Marconi E. Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: Combined effect of flour properties and drying conditions / E. Marconi, M. Carcea, M. Schiavone, R. Cubadda // Cereal Chemistry. – 2002. – Vol. 79. – P. 634-639.
- [17] Marotti I. Prebiotic effect of soluble fibers from modern and old durum-type wheat varieties on *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains / I. Marotti, V. Bregola, I. Aloisio, D. Di Gioia, S. Bosi, R. Di Silvestro, R. Quinn, G. Dinelli // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012 – Vol. 92(10). – P. 2133–2140.
- [18] Pruska-Kedzior A. Comparison of viscoelastic properties of gluten from spelt and common wheat / A. Pruska-Kedzior, Z. Kedzior, E. Klockiewicz-Kaminska // European Food Research and Technology. – 2008. – Vol. 227(1). P. 199-207.
- [19] Ruibal-Mendieta N. L. A comparative analysis of bound and total lipid content on spelt and winter wheat wholemeal / N. L. Ruibal-Mendieta, D. L. Delacroix, M. Meurens // J. of Cereal Sci. – 2002. – Vol. 35. – P. 337-342
- [20] Schober T. J., Bean S. R., Kuhn, M., Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study / T. J. Schober, S. R. Bean, M. Kuhn // Journal of cereal science. – 2006. – Vol. 44(2). P. 161-173.
- [21] Yoder E. R. Assessment of allergenic reactivity of kamut versus common wheat / International Food Allergy Association. Clinical trial studies // october 11, 1991 : <http://www.sobaya.ca/kamtast.html>