

УДК 664.66.022.3

М.Ш. Бегеулов, канд. с.-х. наук;  
 Р.В. Сычёв, канд. с.-х. наук;  
 Е.О. Сычёва,  
 РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева

Одним из определяющих факторов, ухудшающих состояние здоровья населения РФ, является несбалансированное питание. В сложившихся условиях одной из важнейших задач, стоящих перед пищевой промышленностью РФ, является разработка и внедрение технологий продуктов, позволяющих ликвидировать существующий у большей части населения (до 70%) недостаток нутриентов, о котором свидетельствуют результаты регулярных массовых обследований [11]. Общепризнано, что наиболее приемлемым путём, позволяющим обеспечить поступление в организм достаточного количества нутриентов без увеличения калорийности пищи, является использование обогащённых и функциональных продуктов питания [4, 6, 8, 9].

По имеющимся данным [7], рынок обогащённых и функциональных продуктов в мире развивается достаточно интенсивно, увеличиваясь ежегодно на 15–20%, причём в этой области, наряду с молочными продуктами, традиционно доминируют хлебобулочные изделия.

Использование продуктов переработки различного растительного сырья в хлебопечении является одним из актуальных направлений по расширению ассортимента хлебобулочных изделий. При этом наиболее перспективным и практическим представляется использование многокомпонентных смесей. Весьма актуально использование в этих целях жмыхов из семян льна, кунжута, тыквы, кедровых орехов, которые являются источником ценных макро- и микронутриентов, а также пищевых волокон [1, 2, 3, 5].

Учитывая вышеизложенное, была исследована возможность

## Применение композитной растительной добавки в хлебопечении

**Аннотация.** Приведены результаты исследования физико-химических и реологических показателей качества смесей пшеничной муки с композитной растительной добавкой, а также влияния сроков хранения на изменение показателей качества смесей и выпекаемого из них хлеба. Определён химический состав растительной добавки и готового хлеба.

**Abstract.** The results of the research of physico-chemical and rheological indicators of the quality of wheat flour mixtures with the addition developed of the composite plant additive; the effect of shelf life on the quality of mixtures and baked bread are presented. The chemical composition of the plant additive and the finished bread.

**Ключевые слова:** физико-химические и реологические показатели качества, композитная растительная добавка, химический состав, хлеб.

**Keywords:** physico-chemical and rheological quality indicators, composite plant additive, chemical composition, bread.

использования при производстве обогащённых хлебобулочных изделий композитной растительной добавки, включающей такие функциональные пищевые ингредиенты, как муку из обезжиренного ядра кедрового ореха, тыквенных и кунжутных семян и семян льна, выработанную в производственных условиях.

Опираясь на результаты предварительно проведённых исследований, была составлена композитная растительная добавка, состоящая из 24% льняной муки, 24% кунжутной муки, 36% тыквенной муки и 16% муки из кедрового жмыха. Анализ химического состава подтвердил целесообразность её использования для производства как обогащённых, так и функциональных продуктов питания: содержание белка – 42,8%; углеводов – 49,2%, в том числе сырой клетчатки (в СВ) – 10,1%; массовая доля калия – 10,1·10<sup>3</sup> мг/кг; натрия – 0,970·10<sup>3</sup>; магния – 4,86·10<sup>3</sup>; кальция – 0,68·10<sup>3</sup>; фосфора – 2,73·10<sup>3</sup> мг/кг. Содержание микроэлементов составило: марганца – 75 мг/кг; железа – 107; меди – 8,3; цинка – 142 мг/кг. Представленную растительную смесь можно рассматривать также и как источник растительного белка для массового

производства различных продуктов питания (хлебобулочных, кондитерских, мясных, колбасных и других изделий), что особенно актуально, учитывая сложившуюся в последнее время стабильную тенденцию к снижению уровня потребления белков животного происхождения, а также общий дефицит пищевого белка в мире, который, по разным оценкам, составляет от 10 до 25 млн т/год [5].

В соответствии с действующими ГОСТ на методы анализа по истечении 2, 4 и 6 мес хранения при разных температурных условиях ( $18 \pm 2^\circ\text{C}$  и  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ ) были изучены физико-химические показатели качества и проведена пробная лабораторная выпечка хлеба из смеси пшеничной муки высшего сорта «Макфа» (МПВС) с добавлением 20% композитной растительной добавки (КРД). Пробная лабораторная выпечка проводилась по методике Всероссийского центра по оценке качества сортов сельскохозяйственных культур.

Установлено, что показатель числа падения (ЧП) находился в пределах 234–397 с (рис. 1). К концу срока хранения (6 мес) активность амилолитических ферментов в пшеничной муке снижалась, как хранившейся при температуре  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ , так

и при температуре  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ . В смесях с 20% КРД от массы пшеничной муки ЧП по истечении 6 мес хранения при температуре  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  существенно не изменялось на фоне его заметного повышения (на 39 с) при хранении без охлаждения. Изменение ЧП в процессе хранения мучных смесей можно объяснить переходом ферментов, связанных с белками, в более активное состояние в результате частичного гидролиза последних на начальных этапах хранения смеси. При длительном хранении в результате возрастания кислотности в продукте наблюдалось заметное снижение активности  $\alpha$ -амилазы. Можно сделать вывод о возможности хранения смеси пшеничной муки с добавлением 20% КРД в течение 6 мес при температуре хранения  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  без существенного изменения ЧП, косвенно характеризующего активность амилолитических ферментов.

При использовании композитной растительной добавки отмечалось снижение массовой доли сырой клейковины во всех образцах на 8,4–10,9% (табл. 1), что объясняется повышением содержания в смеси ингредиентов, не содержащих клейковинные белки.

Качество клейковины в образцах изменялось в пределах 24 ед. приб. ИДК. При внесении изучаемой растительной добавки значения показателя прибора ИДК существенно снижалось – на 17,5 ед. Кроме того, во всех образцах к концу срока хранения (6 мес) также происходило заметное укрепление клейковины (на 2,7–13,7 ед. приб. ИДК). При этом качество сырой клейковины улучшалось, группа качества изменилась с «удовлетворительно слабой» (II группа) на «хорошую» (I группа). Отмеченное укрепление клейковины объясняется воздействием образующихся при гидролизе жира ненасыщенных жирных кислот на белково-протеиназный комплекс муки. Гидратационная способность клейковины колебалась от 138,6 до 172,3%. Хранение мучной смеси в охлаждаемых условиях в течение 6 мес приводило

к некоторому снижению гидратационной способности.

По истечении 6 мес хранения в целях определения потенциальных хлебопекарных достоинств были определены физико-химические свойства теста, полученного из мучных смесей. Исследования показали, что добавление к пшеничной муке высшего сорта 20% КРД оказывало заметное влияние на структурно-механические свойства теста по фаринографу (табл. 2, рис. 2).

Так, использование композитной растительной добавки приводило к увеличению водопоглощения на 5,6–6%, что, очевидно, связано с повышенным содержанием в используемой добавке белка

и клетчатки (42,8 и 10,1%, соответственно), обладающих гидрофильтрующими свойствами. Это свидетельствует о необходимости увеличения количества добавляемой при замесе теста воды при использовании в хлебопечении рекомендуемой композитной растительной добавки. При добавлении 20% КРД отмечалась тенденция к снижению продолжительности образования теста (на 0,2–0,6 мин), а также устойчивости теста – на 6,6–8,6 мин. Степень разжижения теста при этом увеличивалась на 14–15 ЕФ. Отмеченные изменения свидетельствуют о снижении его сопротивляемости при механизированном замесе. В целях улучшения результатов при

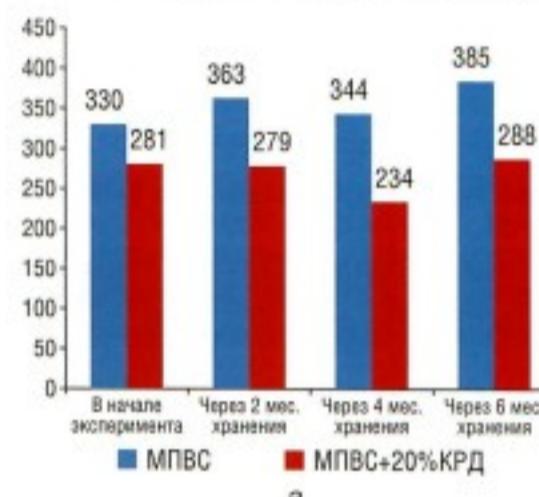


Рис. 1. Число падения в мучных смесях при температуре хранения  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  (а) и  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  (б)

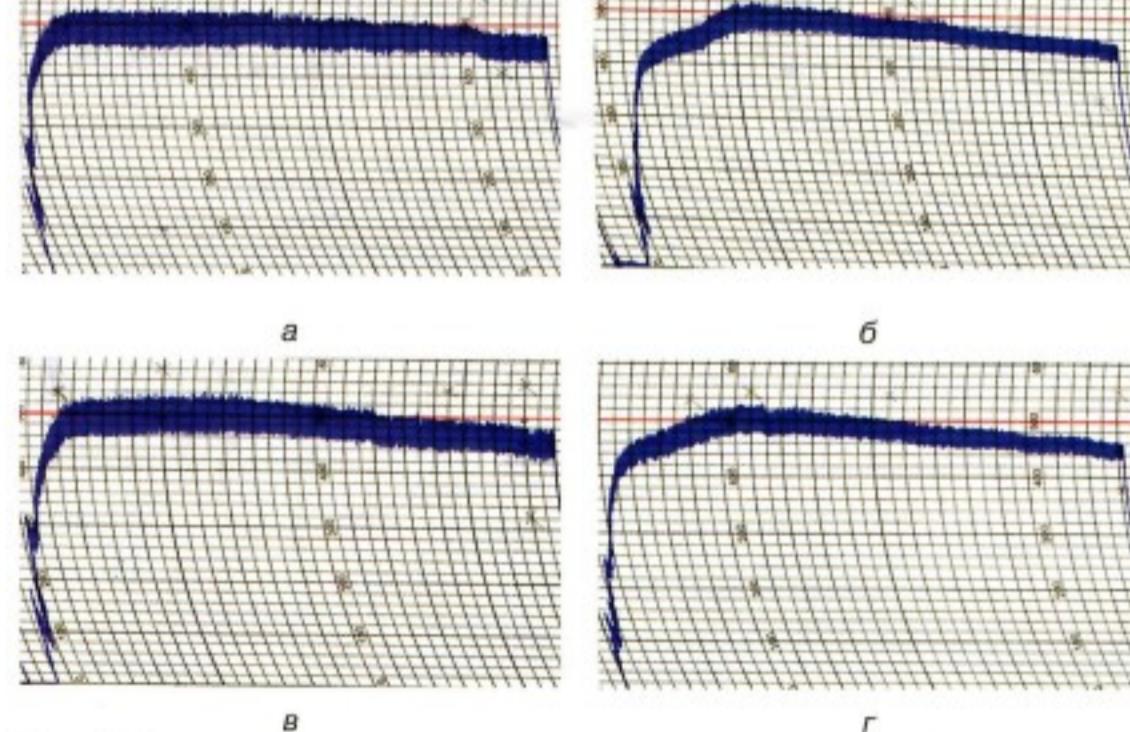
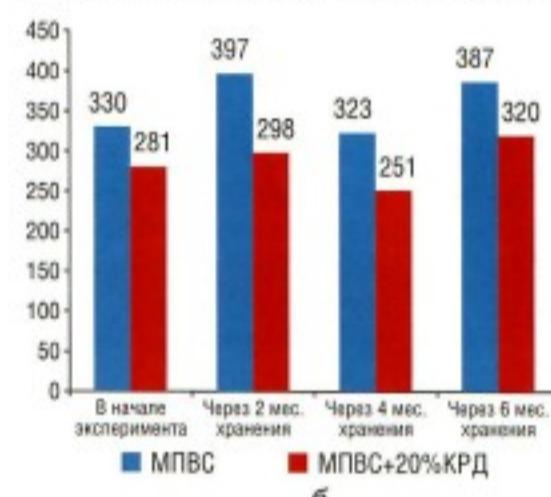


Рис. 2. Фаринограммы, характеризующие реологические свойства теста, полученного из смеси пшеничной муки высшего сорта с добавлением композитной растительной добавки, хранившейся при температуре  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  (а – МПВС; б – МПВС + 20% КРД) и  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  (в – МПВС; г – МПВС + 20% КРД)

использовании изученной композитной растительной добавки в условиях промышленного хлебопекарного производства можно рекомендовать сократить продолжительность замеса теста.

В результате предварительно проведённых исследований установлено, что органолептическая оценка хлеба, выпекаемого из мучных смесей с использованием изученной растительной добавки,

значительно ухудшилась, прежде всего, по состоянию корки, что обусловлено усилением реакции меланоидинообразования. В связи с этим для корректировки технологического режима выпечки был про- ведён термогравиметрический анализ исследуемых смесей на приборе дериватограф  $Q=1500D$ .

Согласно полученным данным, отображённым на термограммах (рис. 3), пики начала реакции (термического разрушения) пшеничной муки и смесей пшеничной муки с КРД заметно отличаются. Так, энергия активации МПВС находилась на уровне 185,1, а для образца МПВС с добавлением 20% КРД – на уровне 201,9 кДж/моль.

Поскольку данная растительная добавка обладает большей энергией активации, по сравнению с энергией активации пшеничной муки, то можно говорить о некоторой корреляции между суммарными тепловыми эффектами процессов и типом добавок. В связи с этим был скорректирован температурный режим пекарной камеры – поэтапно снижен с 230 до 190°C при увеличении продолжительности выпечки с 20 до 30 мин, соответственно. По результатам пробной лабораторной выпечки наилучшими показателями органолептической оценки отличался образец, который выпекали в течение 31 мин при температуре пекарной камеры 190°C.

По результатам пробной лабораторной выпечки установлено, что формоустойчивость подового хлеба изменялась от 0,45 до 0,58 (табл. 3), при незначительном увеличении данного показателя в образце с внесением 20% КРД спустя 6 мес хранения (на 0,1–0,12). Наилучшей формоустойчивостью обладал образец с внесением 20% КРД ( $h/d=0,58$ ) спустя 6 мес хранения при температуре 6±2°C. Стоит отметить, что различные температурные режимы хранения не оказывали влияния на формоустойчивость подового хлеба.

Использование композитной растительной добавки приводило к заметному снижению объёмного выхода хлеба на 83–147 см<sup>3</sup>. По

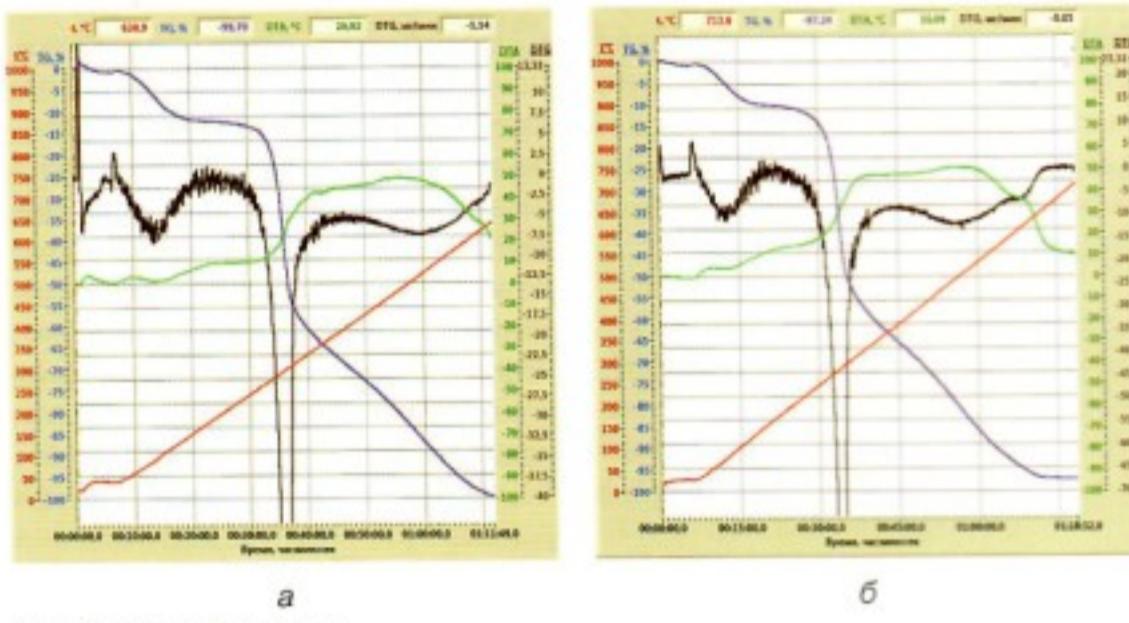


Рис. 3. Термограммы:

а – МПВС; б – МПВС + 20% КРД

#### 1. Количество и показатели качества сырой клейковины в мучных смесях при температуре хранения 6±2°C и 18±2°C

Образец	Температура хранения, °C	Продолжительность хранения, мес	Массовая доля сырой клейковины, %	Качество сырой клейковины, ед. приб. ИДК	Гидратационная способность клейковины, %
МПВС (контроль)	–	–	31,7	80	164
МПВС + 20% КРД	–	–	20,8	62,5	160
МПВС	6±2	2	30,5	74	162
МПВС + 20% КРД		2	22,1	64	151,1
МПВС		4	30,9	81	172,3
МПВС + 20% КРД		4	22	65,5	172,1
МПВС	18±2	6	30,9	68,8	138,6
МПВС + 20% КРД		6	22,2	57,1	153
НСР 05		–	0,3	1,6	7,1
МПВС		2	31,4	68	163
МПВС + 20% КРД	18±2	2	20,9	62	160,1
МПВС		4	31,2	69	165,6
МПВС + 20% КРД		4	22,2	64	171,4
МПВС		6	30,6	66,3	161,2
МПВС + 20% КРД		6	21,2	59,8	168,2
НСР 05	–	–	1	3,4	8,1

#### 2. Реологические свойства теста, определённые по фаринографу

Образец	Водопоглощение, см <sup>3</sup>	Продолжительность образования теста, мин	Устойчивость теста, мин	Степень разжигания, ЕФ
Температура хранения 6±2°C				
МПВС	60	5,5	13	40
МПВС + 20% КРД	66	5,4	6,4	54
Температура хранения 18±2°C				
МПВС	61	6	15	35
МПВС + 20% КРД	66,6	5,8	6,4	50

#### 3. Хлебопекарная оценка по пробной лабораторной выпечке

Образец	Формоустойчивость подового хлеба, $h/d$	Объёмный выход, см <sup>3</sup> /100 г муки	Хлебопекарная оценка, баллы*
МПВС	0,45	520	3,5
МПВС + 20% КРД	0,46	420	3,3
Хранение в течение 6 мес при температуре 6±2°C			
МПВС	0,52	768	3,6
МПВС + 20% КРД	0,58	621	3,5
НСР 0,05	–	47	–
Хранение в течение 6 мес при температуре 18±2°C			
МПВС	0,50	670	3,6
МПВС + 20% КРД	0,56	587	3,3
НСР 05	–	83	–

\* Без учёта цвета мякиша, вкуса и запаха.

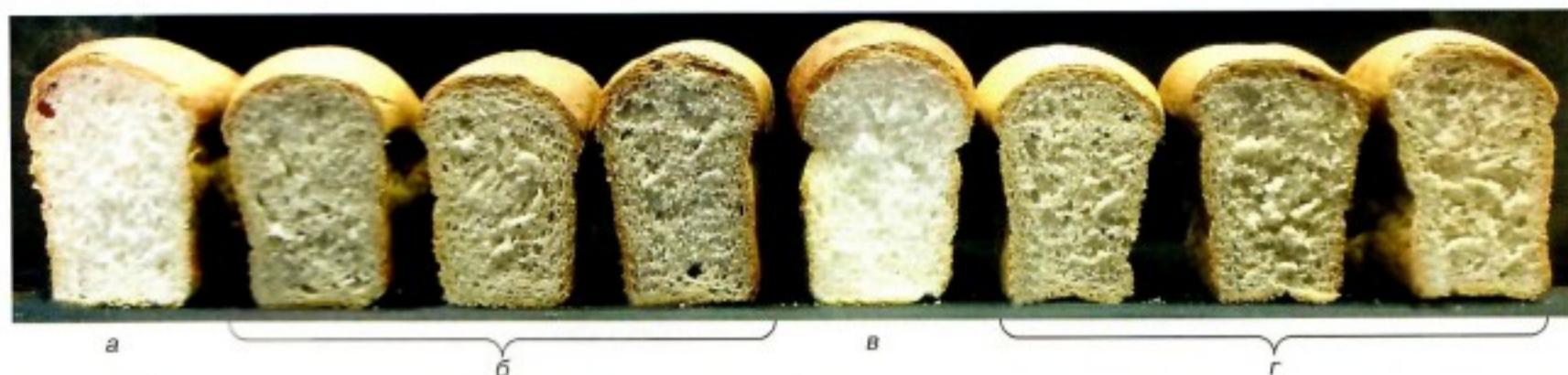


Рис. 4. Образцы хлеба по результатам пробной лабораторной выпечки:  
а – МПВС,  $t=18\pm2^{\circ}\text{C}$ ; б – МПВС + 20% КРД,  $t=18\pm2^{\circ}\text{C}$ ; в – МПВС,  $t=6\pm2^{\circ}\text{C}$ ; г – МПВС + 20% КРД,  $t=6\pm2^{\circ}\text{C}$ .

истечении 6 мес хранения объёмный выход хлеба из пшеничной муки высшего сорта увеличился на  $120\text{--}248\text{ см}^3$ , а из мучной смеси с изученной растительной добавкой – на  $167\text{--}291\text{ см}^3$ , что, вероятно, связано с улучшением качества клейковины в процессе хранения. Хранение пшеничной муки и её смеси с композитной растительной добавкой в течение 6 мес в охлаждаемых условиях положительно влияло на объёмный выход хлеба и позволило сохранить показатель хлебопекарной оценки в баллах практически неизменным.

Органолептическая оценка выпеченных образцов хлеба по внешнему виду (форме, характеру поверхности и цвету корки) изменилась незначительно (рис. 4). Во всех образцах отмечалась сравнительно крупная, равномерная пористость мякиша (3 балла), овальная форма хлеба (4 балла), шероховатая бугристая поверхность хлебной корки (3 балла), а также золотисто-коричневый цвет корки (5 баллов). Однако в образце с добавлением 20% КРД как в начале хранения, так и через 6 мес хранения при различных температурах состояние мякиша хлеба несколько ухудшилось. Он был менее эластичным, хорошо восстанавливавшимся (4 балла), по сравнению с мякишем хлеба, выпеченного из муки высшего сорта без добавки (эластичный, быстро восстанавливавшийся (5 баллов)).

Результаты исследования подтвердили, что композитная растительная добавка весьма эффективна для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий. Так, содержание белка в хлебе

увеличилось на 4,2 и составило 13,1%; клетчатки – на 0,3% – 1,2%; калия – на 230 мг/кг – 3040; кальция – на 58 мг/кг – 377; марганца – на 2,1 мг/кг – 15,3 мг/кг.

Таким образом, доказана возможность использования смеси пшеничной муки высшего сорта с добавлением 20% композитной растительной добавки, поскольку она способствует повышению пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий без ухудшения физико-химических и органолептических показателей качества хлеба и может быть использована при производстве обогащённых и функциональных продуктов питания.

#### Литература

1. Бегеулов, М.Ш. Использование жмыхов семян масличных культур в хлебопечении / М.Ш. Бегеулов, Е.О. Кармашова // Хлебопродукты. – 2015. – № 4. – С. 50–53.
2. Бегеулов, М.Ш. Применение продуктов переработки растительного сырья в хлебопечении / М.Ш. Бегеулов, Е.О. Сычёва // Хранение и переработка сельхозсырья. – № 10. – 2015. – С. 47–51.
3. Бегеулов М.Ш. Перспективные направления совершенствования технологических режимов производства хлеба с использованием растительных добавок / М.Ш. Бегеулов, С.Л. Белопухов, Е.О. Сычёва // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. – № 2 (37). – С. 8–14.
4. Древлянский, Д. В. Российский хлебопекарный рынок: факты, тенденции и стратегии / Д. В. Древлянский // Кондитерская сфера. – 2014. – № 2 (54). – С. 15–18.
5. Егорова, Е.Ю. Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения / Е.Ю. Егорова, М.С. Бочкарёв, И.Ю. Резнichenko // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 131–137.
6. Жакова, К. Новые разработки функциональных продуктов / К. Жакова, Н. Миронова // Наука и инновации. – 2017. – № 5 (171). – С 21–23.
7. Лыгина, Н.И. Экономические факторы развития рынка функциональных пищевых продуктов / Н.И. Лыгина, О.В. Рудакова, Ю.П. Соболева // Социально-экономические явления и процессы. – 2014. – № 11. – Т. 9. – С. 115–120.
8. Малышев, В.К. Функциональные продукты питания: особенности современного развития пищевых технологий / Малышев В.К. [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 6. – С. 51–54.
9. Матвеева, Т.В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных изделий / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 947 с.
10. Пат. № 2564762. Хлеб «Академический» / М.Ш. Бегеулов, Е.О. Сычёва. – Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 20141131801; заявлено 1.08.2014; опубл. 10.10.2015. – Бюл. № 28 – 6 с.
11. Тюрина, О. Е. Технологические аспекты использования льняной муки для создания хлебобулочных изделий геродиетического назначения / О. Е. Тюрина // Хлебопечение России. – 2014. – № 4. – С. 29–30.