

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЛЬНЯНОЙ МУКИ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

С.П. Меренкова, В.В. Семиздралова, А.В. Паймулина

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Во всем мире растет актуальность исследований, связанных с проблемой коррекции липидной фракции готовых мясных изделий. Белково-жировые эмульсии – наиболее эффективный способ модификации рецептур с целью улучшения биологической эффективности липидного профиля мясных продуктов. Вязкие эмульсии характеризуются определенными структурно-механическими свойствами, что позволяет регулировать реологические свойства мясных систем при добавлении таких эмульсий. Льняное семя считается функциональным компонентом при производстве инновационных продуктов питания, уникальность которого заключается в высоком содержании физиологически активных компонентов. Технологические свойства льняного белка сравнимы с аналогичными свойствами широко применяемого соевого белка. Гидроколлоиды семян льна, представленные полисахаридным комплексом льняной слизи, оказывают значительное влияние на формирование реологических свойств пищевых систем. Целью исследовательской работы являлось исследование структурно-механических свойств колбасного хлеба при применении в рецептуре белково-жировых эмульсий на основе льняной муки. При введении в рецептуру эмульсий на основе льняной муки из желто-семенных сортов льна наблюдали увеличение упругой деформации продукта. Уровень пластической деформации при применении белково-жировых эмульсий на основе льняной муки возрастает в 1,5–2,5 раза, а при применении эмульсий на основе соевого белка и льняной муки – в 2,4–3,2 раза по сравнению с контролем. В результате дегустационного анализа установили зависимость консистенции и сочности мясopодуKтов от сорта вносимой льняной муки. В образцах, содержащих эмульсию на основе муки сорта Уральский, наблюдали более плотную структуру и наименьшую сочность по сравнению с контрольными и опытными образцами. Мясные изделия, содержащие муку сорта Рациол, – отличались более нежной консистенцией, сорта ЛМ-98 – более сочной структурой, по сравнению с контрольными образцами.

Ключевые слова: колбасный хлеб, льняная мука, технологические свойства, структурно-механические свойства, сочность, нежность.

Введение

Во всем мире растет актуальность исследований, связанных с проблемой коррекции липидной фракции готовых мясных изделий. Известно, что жир оказывает значительное влияние на сочность, нежность, текстуру колбасных изделий. Однако доказано, что чрезмерное потребление животного жира связано с артериальной гипертензией и повышенным риском развития онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний. Следовательно, растет потребительский спрос на продукты питания со сниженным количеством насыщенных жиров в переработанном мясе, что стимулирует развитие технологий мясных продуктов с модифицированным липидным составом [1].

Белково-жировые эмульсии (БЖЭ) – наиболее эффективный способ модификации рецептур с целью улучшения биологической эффективности липидного профиля мясных продуктов. Вязкие эмульсии характеризуются

определенными структурно-механическими свойствами, что позволяет регулировать реологические свойства мясных систем при добавлении таких эмульсий. В настоящее время во всем мире эмульсии масла в воде широко применяются для минимизации изменений структурных и органолептических свойств мясных продуктов при модификации липидного профиля и замене животного жира [2, 3].

Льняное семя считается функциональным компонентом при производстве инновационных продуктов питания, с высоким содержанием физиологически активных компонентов, в частности α -линоленовой кислоты (АЛК), способствующей осуществлению важных биологических функций в организме человека [4, 5].

Важнейшей особенностью АЛК является ее способность частично превращаться в другие ω -3 кислоты (эйкозапентаеновую кислоту (ЭПК, EPA) и докозагексаеновую кисло-

ту (ДГК, ДНА)) путем наращивания количества атомов углерода. Исследованиями доказано, что биологическая роль ω -3, ω -6 жирных кислот заключается в участии в синтезе гормонов – простагландинов, которые осуществляют регуляцию воспалительных процессов в организме, деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Высокое содержание омега-3 жирных кислот в рационе оказывает антистрессовое и адаптогенное действие, стимулирует умственную деятельность и работоспособность человека [6].

Обоснованием использования семени льна для создания функциональных продуктов питания является значительное содержание в нем растительных белков, обладающих высокой биологической ценностью и усвояемостью. Содержание белка в льняном семени значительно выше, чем в семенах зерновых культур. Льняные белки характеризуются значительным количеством серосодержащих аминокислот: триптофана, цистеина и метионина, проявляющих антиоксидантную активность; ароматических аминокислот – тирозина и фенилаланина, обеспечивающих функцию щитовидной железы и способствующих улучшению деятельности нервной системы. Функциональные свойства льняного белка, такие, как связывание воды, абсорбция масла, эмульгирующая способность сравнимы с аналогичными свойствами широко применяемого соевого белка [7, 8].

Пищевые волокна семян льна состоят из двух фракций: растворимой (слизи, галактоманнаны, гемицеллюлозы) – способствующей улучшению ферментации в толстой кишке, увеличению короткоцепочечных жирных кислот, снижению содержания холестерина; и нерастворимой (целлюлоза), усиливающей перистальтику и способствующей очистке желудочно-кишечного тракта. Клетчатка обладает пребиотической активностью, улучшает микрофлору кишечника, способна сорбировать и выводить из организма токсические вещества [9].

Самый богатый растительный источник SDG-лигнанов – это пищевые волокна, сосредоточенные в оболочке семени льна, данные структуры проявляют эстрогеноподобную активность в организме человека, обладают противораковым, антиаллергическим и антиоксидантным действием [9].

Семена льна характеризуются широким набором витаминов и минералов. В них особенно много калия, фосфора и магния. В качестве природного антиоксиданта присутствует гамма-токоферол.

Гидроколлоиды семян льна, представленные полисахаридным комплексом льняной слизи, оказывают значительное влияние на формирование реологических свойств пищевых систем. Установлено, что полисахариды льняных слизей содержат две фракции: нейтральную, – основу которой составляет ксилоза и кислую фракцию, – в которой преобладает галактуроновая кислота. Функциональные свойства разных групп полисахаридов льняного семени определяются соотношением нейтральной и кислой фракции [10, 11, 12].

Целью исследовательской работы являлся анализ структурно-механических свойств изделий колбасных категории В, при применении в рецептуре белково-жировых эмульсий на основе льняной муки.

Материалы и методы

Материалом для исследования являлись семена льна, выращенные в условиях Уральского НИИСХ: желто-семенные сорта пищевого назначения – ЛМ-98 и Рациол; коричнево-семенной сорт технического назначения – Уральский. Данные сорта характеризуются высоким содержанием жира (44–45 %), белка (25–28 %), полиненасыщенных жирных кислот (75–82 %).

Из семян льна различных сортов путем технологической переработки (очистка семян от примесей; промывка при температуре 20 °С; сушка при температуре 70–80 °С; измельчение семян; просеивание через сита) была получена мука льняная необезжиренная, в которой содержание жира составило до 44 %; белка – до 25 %.

Были изготовлены контрольный и опытные образцы мясных продуктов на основе рецептуры колбасного хлеба «Любительский». В рецептуре проводили замену 15 % жирового и мясного сырья на белково-жировую эмульсию (БЖЭ) на основе льняной муки и соевого белка. В связи с обоснованными технологическими свойствами льняного белка были изготовлены белково-жировые эмульсии из необезжиренной льняной муки, не содержащие соевые компоненты и жировую фазу. Модифицированные рецептуры колбасного хлеба представлены в табл. 1.

Таблица 1

Модифицированные рецептуры образцов колбасного хлеба

Название сырья	Контроль	№ 1 (лен Уральский)	№ 2 (лен Рациол)	№ 3 (лен ЛМ-98)	№ 4 (лен Уральский)	№ 5 (лен Рациол)	№ 6 (лен ЛМ-98)
Основное сырье, кг							
Говядина высшего сорта	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Свинина полужирная	0,3	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Шпик хребтовый	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Эмульсия (масса на один образец 0,09 кг), кг							
Соевый белок	–	–	–	–	0,011	0,011	0,011
Льняная мука	–	0,034	0,034	0,034	0,023	0,023	0,023
Вода	–	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
Примечание: в образцах 1–6 – замена жирового и мясного сырья на 15% эмульсии							

Исследования структурно-механических показателей контрольного и опытных образцов проводили на структурометре «СТ-2», путем сжатия его индентором «Цилиндр Ø36», определяя общую, пластическую и упругую деформацию. Реологические свойства (нежность и сочность) мясопродуктов оценивали дегустационным методом по 9-балльной шкале.

Результаты исследований и их обсуждение

Фарш мясных изделий представляет собой сложную систему, состоящую из гидратированных мышечных белков, фрагментов миофибрилл, капель жира, воды, соли, фосфатов и других компонентов. Структурные белки мышечной ткани связывают воду и жир, образуя в растворе разветвленную структуру. Готовые колбасные изделия относят к конденсационным структурам, структурно-механические свойства которых зависят от содержания воды, размеров частиц, их физико-химических свойств. Образование твердой монолитной структуры вареных колбас обусловлено возникновением и развитием пространственного каркаса в результате тепловой денатурации и коагуляции белков, растворенных в непрерывной фазе фарша.

Деформация мясного продукта – это способность изменять размеры, форму и структуру под влиянием внешних воздействий, вызы-

вающих смещение отдельных частиц по отношению друг к другу. Деформационные характеристики колбасного хлеба представлены в табл. 2 и 3, на рис. 1.

Осуществляли анализ механических напряжений, возникающих на цилиндрическом инденторе, при его внедрении в продукт при следующем режиме нагружения: усилие касания ($F_k = 7$ г); скорость деформации ($V_d = 0,5$ мм/с); внедрение индентора в пробу продукта проводили до усилия $F_{max} = 500$ г.

Введение дополнительных ингредиентов при приготовлении фарша значительно повлияло на реологические характеристики изделий. На основании полученных данных установлена зависимость между структурно-механическими свойствами исследуемых образцов и видом вносимой льняной муки.

При добавлении БЖЭ на основе льняной муки наблюдали увеличение упругой деформации мясных изделий, содержащих желто-семенные сорта льна (ЛМ-98 до 2,645 мм; Рациол – до 2,204 мм). Причем, при применении комбинированных белково-жировых эмульсий, упругая деформация образцов оказалась ниже на 8–21 %, относительно образцов, содержащих эмульсии на основе только льняной муки. Введение коричнево-семенного сорта льна Уральский не оказало влияния на значения упругой деформации колбасного хлеба (рис. 2).

Введение в рецептуру колбасного хлеба

эмульсий на основе льняной муки способствует формированию пластичной структуры изделий. Так, уровень пластической деформации

желто-семенных и коричнево-семенных сортах льна масличного. Слизи, экстрагированные из желтых семян, имеют более выраженные

Таблица 2
Деформационные характеристики колбасного хлеба, содержащего эмульсию на основе льняной муки

Наименование образца	Значение показателя			
	Общая деформация, $N_{\text{общ}}$, мм	Пластическая деформация, $N_{\text{пл}}$, мм	Упругая деформация, $N_{\text{упр}}$, мм	Δh (модуль упругости)
Образец № 1 (мука сорта Уральский)	$2,387 \pm 0,083$	$0,928 \pm 0,023$	$1,459 \pm 0,085$	0,389
Образец № 2 (мука сорта Рациол)	$3,403 \pm 0,138$	$1,268 \pm 0,035$	$2,204 \pm 0,121$	0,373
Образец № 3 (мука сорта ЛМ)	$3,815 \pm 0,148$	$1,540 \pm 0,038$	$2,645 \pm 0,164$	0,404
Контрольный образец	$2,044 \pm 0,047$	$0,620 \pm 0,067$	$1,424 \pm 0,114$	0,303

Таблица 3
Деформационные характеристики колбасного хлеба, содержащего эмульсию на основе льняной муки и соевого белка

Наименование образца	Значение показателя			
	Общая деформация, $N_{\text{общ}}$, мм	Пластическая деформация, $N_{\text{пл}}$, мм	Упругая деформация, $N_{\text{упр}}$, мм	Δh (модуль упругости)
Образец № 4 (Уральский + белок)	$2,489 \pm 0,134$	$1,489 \pm 0,133$	$1,532 \pm 0,036$	0,598
Образец № 5 (Рациол + белок)	$4,096 \pm 0,138$	$1,825 \pm 0,055$	$2,028 \pm 0,068$	0,446
Образец № 6 (ЛМ + белок)	$3,780 \pm 0,126$	$2,010 \pm 0,120$	$2,070 \pm 0,107$	0,532
Контрольный образец	$2,044 \pm 0,047$	$0,620 \pm 0,067$	$1,424 \pm 0,114$	0,303

ции при применении БЖЭ на основе льняной муки возрастает в 1,5–2,5 раза, а при применении БЖЭ на основе соевого белка и льняной муки – в 2,4–3,2 раза по сравнению с контролем (рис. 3).

Как известно, в формировании реологических свойств эмульсий на основе необезжиренной льняной муки участвуют белковый и полисахаридный комплекс семян. Установлено, что белковые комплексы семян льна различных сортов практически не отличаются по составу и соотношению глобулинов. Наблюдаемое различие деформационных характеристик мясных систем обусловлено различием в составе и свойствах полисахаридного комплекса семян различного генотипа. Исследованиями доказаны различия в содержании водорастворимых пентозанов, пентоз и гексоз в

ные реологические свойства, чем слизи из коричневых семян, что обусловлено низким содержанием в них кислотной фракции и более высоким количеством нейтральных полисахаридов [13].

Введение в рецептуру растительных добавок изменяет органолептические свойства мясных изделий. В результате дегустационного анализа консистенции и сочности установили зависимость реологических характеристик мясopодуKтов от сорта вносимой льняной муки. В образцах, содержащих эмульсию на основе муки сорта Уральский, наблюдали более плотную структуру и наименьшую сочность по сравнению с контрольными и другими опытными образцами. Мясные изделия, содержащие муку сорта Рациол, отличались более нежной консистенцией; сорта ЛМ-98 –

более сочной структурой, по сравнению с контрольными образцами (рис. 4).

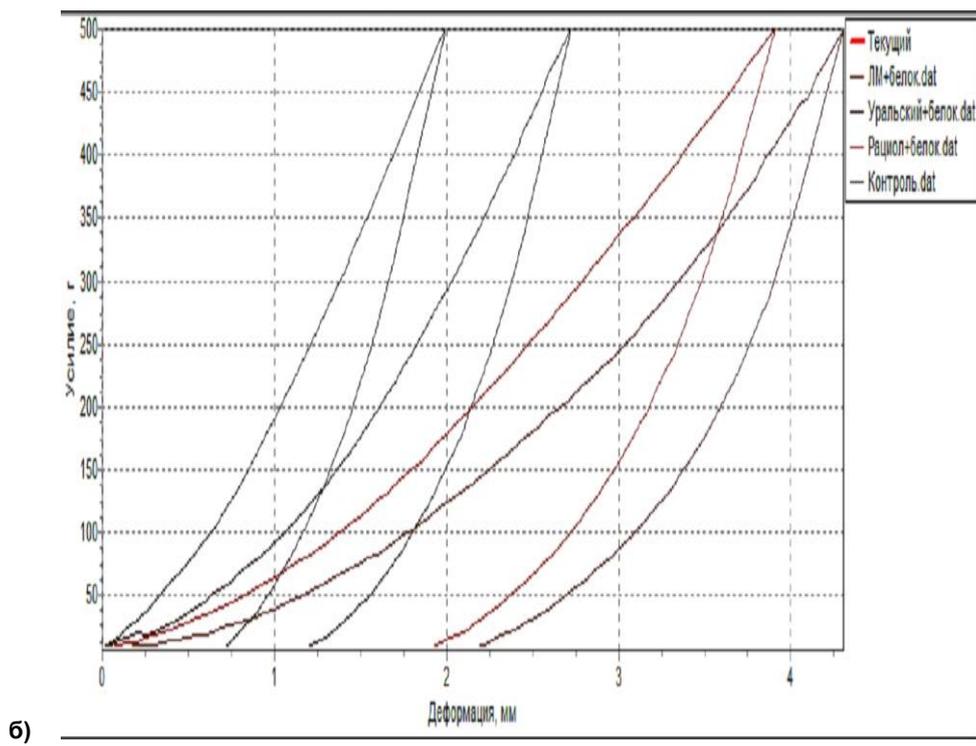
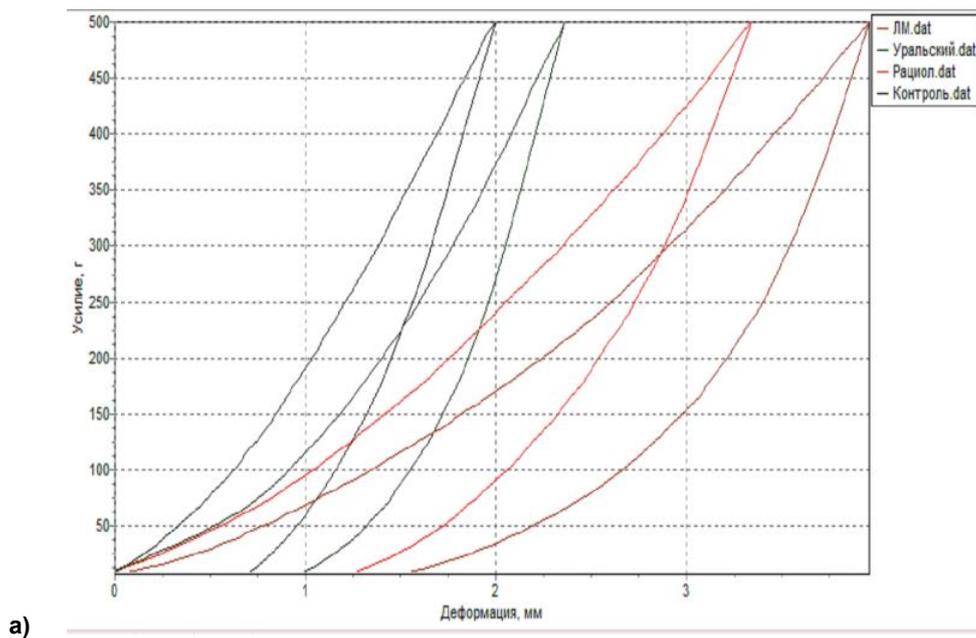


Рис. 1. Изменение деформационных характеристик колбасного хлеба, содержащего разные виды льняной муки: а – эмульсия на основе льняной муки; б – эмульсия на основе льняной муки и соевого белка

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы

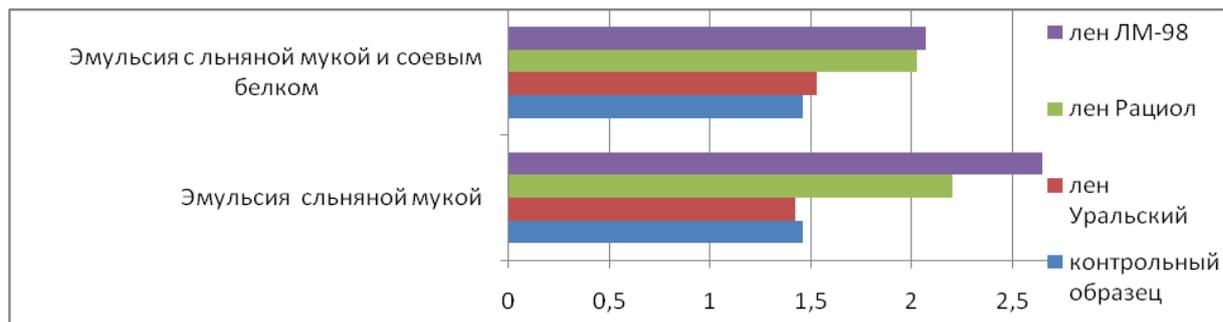


Рис. 2. Изменение упругой деформации колбасного хлеба, содержащего разные виды БЖЭ на основе льняной муки

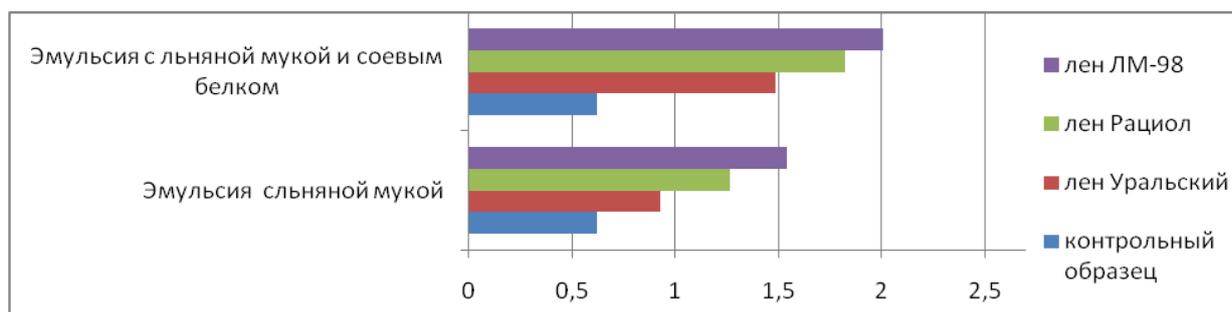


Рис. 3. Изменение пластической деформации колбасного хлеба, содержащего разные виды БЖЭ на основе льняной муки

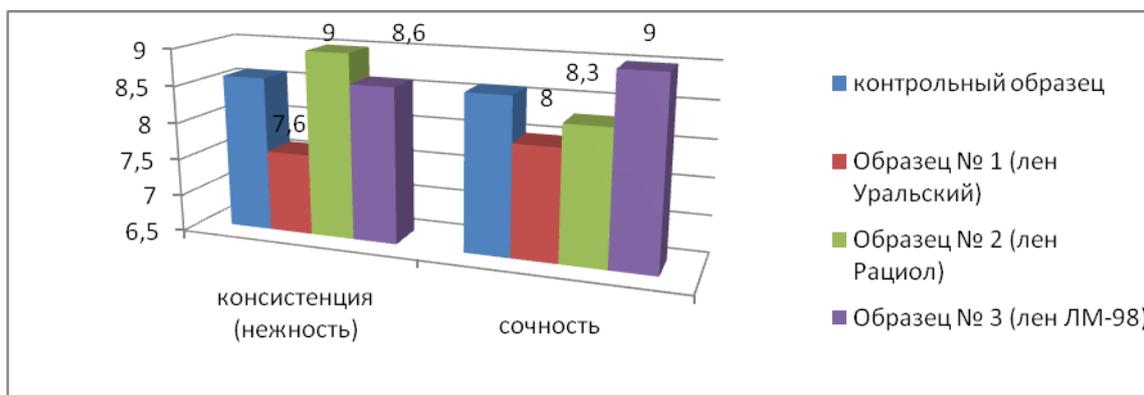


Рис. 4. Органолептическая оценка консистенции образцов колбасного хлеба на основе эмульсии с льняной мукой

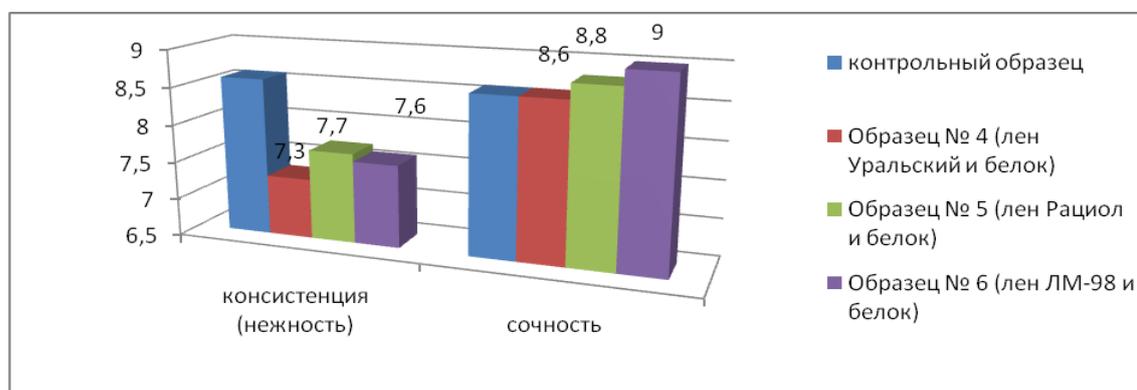


Рис. 5. Органолептическая оценка консистенции образцов колбасного хлеба на основе эмульсии с льняной мукой и соевым белком

При добавлении БЖЭ на основе льняной муки и соевого белка отмечено значительное изменение сенсорных показателей, характеризующих реологические свойства колбасного хлеба. Установлено снижение оценок по показателю «нежность» до 7,3–7,6 баллов и повышение оценок по показателю «сочность» до 8,6–9,0 баллов, по сравнению с опытными образцами мясопродуктов, не содержащими соевых продуктов (рис. 5).

Полученные закономерности связаны с возрастанием влагосвязывающей способности мясной системы при добавлении соевого изолята, что приводит к увеличению сочности готовых изделий.

Заключение

Белково-жировые эмульсии – наиболее эффективный способ коррекции липидного профиля мясных продуктов. Продукты переработки семян льна, вследствие высокой концентрации функционально ценных компонентов и выраженным технологическим свойствам белка и полисахаридов, являются идеальным компонентом для замещения жирового сырья в колбасных изделиях в составе таких эмульсий.

В результате исследования влияния эмульсий на основе муки из разных сортов льна на структурно-механические характеристики готовых изделий, установлено, что мука из желто-семенных сортов льна ЛМ-98 и Рациол эффективно улучшает упруго-пластичные свойства, повышая плотность и сочность мясопродуктов. Мука на основе коричневых семян льна сорта Уральский не вызывает значительных изменений реологических показателей, однако индуцирует ухудшение органолептических свойств, характеризующих консистенцию колбасных изделий. Применение белково-жировых эмульсий на основе льняной муки и соевого белка улучшает в большей степени пластические свойства и сочность, не оказывая влияние на упругость и плотность мясных продуктов.

Литература

1. Berasategi I., García-Íñiguez de Ciriano M., Navarro-Blasco I., Calvo M. et al. Reduced fat bologna sausages with improved lipid fraction // *J. Sci Food Agric.* – 2014. Map 15. – V. 94(4). – P. 744–751. DOI: 10.1002/jsfa.6409
2. Öztürk B., Serdaroğlu M., Karabiyikoğlu M. Stability of model system beef emulsions containing linseed oil-in-water gelled // *Emulsions Conference Paper. August 2017. Conference: 63rd International Congress of Meat Science and Technology.*
3. Alejandro M., Poyato C., Ansorena D., Astiasarán I. Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages // *Meat science.* – 2016. – V. 121. – P. 107–113. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.05.010
4. Патюков С.Д. Применение семян и масла льна для коррекции технологических свойств мясного сырья с дефектами автолиза. Часть I. Дефект DFD // *Пищевая наука и технология.* – 2013. – 2(23). – С. 94–99.
5. Аверьянова Е.В. Функциональные пищевые ингредиенты растительного происхождения // *Биотехнология и общество в XXI веке: сб. ст. по мат-лам науч.-практ. конф. Международного биотехнологического симпозиума «Bio-Asia – 2015» (г. Барнаул, 15–18 сентября 2015 г.).* – 2015. – С. 98–101.
6. Запорожная Л.И., Гаммель И.В. Характеристика и биологическая роль эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот // *Медицинский совет.* – 2012. – № 1. – С. 134–136.
7. Мелешкина Е.П. Научный подход к переработке семян льна на основе использования их фитохимического потенциала с целью создания новых пищевых продуктов с заданными свойствами // *Аграрный вестник Юго-Востока.* – 2016. – № 1–2. – С. 68–71.
8. Барбашов А.В., Шульвинская И.В. Групповой состав белкового комплекса пророщенных семян льна современных сортов // *Изв. вузов. Пищев. технол.* – 2006. – № 4. – С. 40–41.
9. Киреева М.С., Маркина В.Ю., Меркулова М.И., Эгги Э.Э. и др. Перспективное использование семени льна в специализированном питании // *Материалы международного научно-практического семинара «Роль льна в улучшении среды обитания и активном долголетии человека».* – Тверь, 2012. – С. 181–185.
10. Warrand J., Michaud P., Picton L. et al. Structural investigations of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seed mucilage // *Int. J. Biol. Macromol.* – 2005b. – 35. – P. 121–125.
11. Миневич И.Э., Осипова Л.Л. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых произ-*

водств». – 2017. – № 3. – С. 16–25.
DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-3-16-25

12. Миневи́ч И.Э., Осипова Л.Л., Зубцов В.А. Исследование процесса экстракции полисахаридов из семян льна для использования в промышленном производстве // *Инновационные разработки производства и переработки*

лужбных культур: сб. науч. тр. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. – С. 296–300.

13. Алексеев Г.В., Красильников В.Н., Киреева М.С. Исследование структурно-механических свойств бездрожжевого бисквитного теста на основе полножирной муки из семян льна // *Вестник Международной академии холода*. – 2014. – № 2. – С. 69–73.

Меренкова Светлана Павловна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), dubininup@mail.ru

Семиздралова Виктория Викторовна, аспирант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), nagibina.viktori@mail.ru

Паймулина Анастасия Валерияновна, аспирант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), aaaminaaa@mail.ru

Поступила в редакцию 13 сентября 2018 г.

DOI: 10.14529/food180406

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF LINSEED MEAL ON STRUCTURAL-AND-MECHANICAL PROPERTIES OF MEAT PRODUCTS

S.P. Merenkova, V.V. Semizdralova, A.V. Paymulina

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

All over the world, the relevance of research connected with the problem of correction of lipid fraction of finished meat products is increasing. Protein-in-oil emulsions are the most efficient method to modify recipes in order to improve biological activity of lipid profile of meat products. Viscous emulsions are characterized by certain structural and mechanical properties, which allows regulating rheological properties of meat systems when adding such emulsions. Linseed is considered a functional component when producing innovative food products, the uniqueness of which lies in high content of physiologically active components. Technological properties of linseed protein are comparable with analogous properties of frequently used soy protein. Linseed hydrocolloids, represented by a polysaccharide complex of linseed slime have a significant impact on formation of rheological properties of food systems. The purpose of the research work was studying structural and mechanical properties of sausage bread when using protein-in-oil emulsions based on linseed meal in recipes. When adding emulsion on the basis of linseed meal made of yellow-seeded sort of linseed to a recipe, an increase of the product's elastic deformation was observed. The level of plastic deformation when using protein-in-oil emulsions on the basis of linseed meal increases 1,5-2,5 times, and when using emulsions on the basis of soy protein and linseed meal – 2,4-3,2 times in comparison with the control sample. In a result of tasting analysis, a dependency of consistency and succulence of meat products on the sort of added linseed meal was determined. Samples that contained emulsion on the basis of meal of *Uralsky* sort possessed denser structure and the least succulence compared to control and test samples. Meat products containing meal of *Ratsiol* sort were characterized by more tender consistency, and meat products containing meal of *LM-98* sort possessed more juicy structure in comparison with control samples.

Keywords: sausage bread, linseed meal, technological properties, structural and mechanical properties, succulence, tenderness.

References

1. Berasategi I., García-Íñiguez de Ciriano M., Navarro-Blasco I., Calvo M. et al. Reduced fat bologna sausages with improved lipid fraction. *J. Sci Food Agric*, 2014. Mar 15, vol. 94(4), pp. 744–751. DOI: 10.1002/jsfa.6409
2. Öztürk B., Serdaroğlu M., Karabıyıkoglu M. Stability of model system beef emulsions containing linseed oil-in-water gelled. *Emulsions Conference Paper. August 2017. Conference: 63rd International Congress of Meat Science and Technology*.
3. Alejandre M., Poyato S., Ansorena D., Astiasarán I. Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat science*, 2016, 121, pp. 107–113. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.05.010
4. Patyukov S.D. [The use of flax seeds and oil for correction of technological properties of meat raw material with autolysis defect. Part I. DFD defect]. *Pishchevaya nauka i tekhnologiya* [Food science and technology], 2013, 2(23), pp. 94–99. (in Russ.)
5. Aver'yanova E.V. [Functional food ingredients of plant origin]. *Biotekhnologiya i obshchestvo v XXI veke: sb. st. po mat-lam nauch.-prakt. konf. Mezhdunarodnogo biotekhnologicheskogo simpoziuma «Bio-Asia. – 2015» (g. Barnaul, 15–18 sentyabrya 2015 g.)* [Biotechnology and society in the 21st century: proceedings of Bio-Asia – 2015 science-to-practice conference of the International symposium on biotechnology (the city of Barnaul, September 15–18 of 2015)], 2015, pp. 98–101. (in Russ.)
6. Zaporozhnaya L.I., Gammel' I.V. [Characteristics and biological role of essential polyunsaturated fatty acids]. *Meditsinskiy sovet* [Medical advice], 2012. no. 1, pp. 134–136. (in Russ.)
7. Meleshkina E.P. [Scientific approach to linseed processing on the basis of using their phytochemical potential in order to create new food products with set properties]. *Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka* [Agrarian bulletin of the South-East], 2016, no. 1–2, pp. 68–71. (in Russ.)
8. Barbashov A.V., Shul'vinskaya I.V. [Group composition of protein complex of sprouted linseeds of modern sorts]. *Izv. vuzov. Pishchev. tekhnol.* [News of Higher Education Institutions. Food technology], 2006, no. 4, pp. 40–41. (in Russ.)
9. Kireyeva M.S., Markina V.Yu., Merkulova M.I., Eggi E.E. et al. [Prospective use of linseeds in specialized nutrition]. *Materialy mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminara «Rol' l'na v uluchshenii srede obitaniya i aktivnom dolgoletii cheloveka»* [The role of flax in improvement of habitat and active longevity of a man: proceedings of an international science-to-practice workshop]. Tver', 2012, pp. 181–185. (in Russ.)
10. Warrand J., Michaud P., Picton L. at all. Structural investigations of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seed mucilage. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2005b, 35, pp. 121–125. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2004.12.006
11. Minevich I.E., Osipova L.L. Flax seed hydrocolloids: their characteristics and prospects of use in food technology. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»* [Scientific Journal NRU ITMO. Processes and Food Production Equipment], 2017, no. 3, pp. 16–25. (in Russ.) DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-3-16-25
12. Minevich I.E., Osipova L.L., Zubtsov V.A. [Researching the process of extraction of polysaccharides out of linseeds for application in industrial production]. *Innovatsionnyye razrabotki proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: sb. nauch. tr.* [Innovative developments of production and processing of fiber crops: collection of research articles]. Tver', 2016, pp. 296–300. (in Russ.)
13. Alekseyev G.V., Krasil'nikov V.N., Kireyeva M.S. [Research of structural and mechanical properties of yeastless biscuit dough on the basis of full fat flour made of linseeds]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Bulletin of the International Institute of Refrigeration], 2014, no. 2, pp. 69–73. (in Russ.)

Svetlana P. Merenkova, Candidate of Sciences (Veterinary), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk), dubininup@mail.ru

Viktoria V. Semizdralova, postgraduate students of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk), nagibina.viktori@mail.ru

Anastasia V. Paymulina, postgraduate students of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk), aaaminaaa@mail.ru

Received September 13, 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Меренкова, С.П. Анализ влияния льняной муки на структурно-механические свойства мясных продуктов / С.П. Меренкова, В.В. Семиздралова, А.В. Паймулина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 42–51. DOI: 10.14529/food180406

FOR CITATION

Merenkova S.P., Semizdralova V.V., Paymulina A.V. Analysis of the Influence of Linseed Meal on Structural-and-Mechanical Properties of Meat Products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2018, vol. 6, no. 4, pp. 42–51. (in Russ.) DOI: 10.14529/food180406
