

УДК 665.117.2:631.563.3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В СОСТАВЕ ФАРШЕВОЙ СИСТЕМЫ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ**З. В. Василенко, Е. Н. Кучерова, А. В. Бычко***Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь***АННОТАЦИЯ**

Введение. Рациональное использование растительного сырья и полезных веществ, содержащихся в нем, для производства продуктов питания является актуальным. Научной задачей исследований явилось изучение технологических свойств муки из жмыха льняного и фаршевых систем из мяса птицы с его использованием в зависимости от степени измельчения.

Материалы и методы. Жмых льняной отечественного производства, производимый на ОАО «Воложинский льнокомбинат», образцы фаршевых систем из мяса птицы с добавлением муки из жмыха льняного разной степени измельчения. Общепринятые и специальные методы исследований.

Результаты. Показано, что технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от степени измельчения. Дана характеристика органолептических и реологических показателей фаршевых систем из мяса птицы, на основании чего выбран оптимальный вариант степени измельчения муки для разработки технологии вареной колбасы. Охарактеризован аминокислотный состав белков разработанной колбасы с использованием муки из жмыха льняного.

Выводы. Технологические свойства муки из жмыха льняного превышают аналогичные свойства соевой муки (ВСС жмыха льняного на 115,3 % превышает данный показатель для соевой муки, по ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышает на 166,0 %, при $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ – на 118,0 %, по ВУС в растворе соли превышает на 96,0 %, по ЖУС – на 30,0 %, по ЭС и СЭ – на 22,0 и 20,0 % соответственно), а также зависят от степени ее измельчения. ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ для муки с размерами частиц 0,3 и 0,4 мм находилась в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного, с увеличением степени измельчения до 1,0 мм ВУС снижалась. ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2,5 %-ном растворе соли также возрастала с увеличением степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм и уменьшалась – с увеличением размера частиц до 1,0 мм. Лучшей ВУС обладала мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в растворе соли. Наибольшей ВСС обладала мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм. Наиболее заметными изменениями ЖУС были отмечены образцы муки из жмыха льняного с диаметром размера частиц 0,3 и 0,4 мм, а для муки с размерами частиц 0,6 и 1,0 мм данные значения практически не отличались. Изучены органолептические и реологические характеристики мясных фаршевых систем. Внесение муки из жмыха льняного позволило улучшить аминокислотный состав белков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *жмых льняной; показатели безопасности; технологические свойства; степень измельчения; вареная колбаса.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Василенко, З. В. Технологические свойства жмыха льняного разной степени измельчения в составе фаршевой системы из мяса птицы // З. В. Василенко, Е. Н. Кучерова, А. В. Бычко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 103–114.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF FLAXSEED OIL CAKE OF VARIOUS FINENESS DEGREE INCORPORATED IN CHICKEN FORCEMEAT**Z. V. Vasilenko, E. N. Kucherova, A. V. Bychko***Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

ABSTRACT

Introduction. The rational use of vegetable raw materials and valuable substances contained in them are currently of utmost importance for food production. The scientific task of the research is to study the technological properties of flaxseed flour and chicken forcemeat with this kind of flour depending on its fineness degree.

Materials and methods. Flax seed oil cake produced at OAO «Volozhinskiy flax plant», samples of chicken forcemeat with flax seed oil cake of various fineness degree. General and specific methods of research.

Results. It is shown that technological properties of flax seed oil cake depend on its fineness degree. The characteristics of organoleptic properties and rheological parameters of chicken forcemeat have been determined. Optimum particle size of flour that can be used for the development of boiled sausage technology has been found out. Amino acid composition of sausage proteins with the use of flaxseed oil cake has been described.

Conclusions. The technological properties of flaxseed oil cake are higher than those of soya flour (water binding capacity (WBC) of flaxseed oil cake is 115,3 % higher than that of soya flour, water holding capacity (WHC) at a temperature of 20 °C exceeds by 166,0 %, at 70 °C – by 118,0 %; water holding capacity in salt solution exceeds by 96,0 %, fat holding capacity – by 30,0 %, emulsifying capacity and emulsion stability – by 22,0 and 20,0 % respectively), and also depend on its fineness degree. WHC at a temperature of 20 °C and 70 °C for flour with particle sizes of 0,3 and 0,4 mm was in direct proportion to the degree of flour fineness of flaxseed seed oil cake, with an increase in the fineness degree to 1,0 mm WHC decreased. WHC at a temperature of 20 °C in 2,5 % salt solution also increased with an increase in the fineness degree from 0,3 to 0,6 mm and decreased with an increase in particle size up to 1,0 mm. The highest level of WBC was obtained from flaxseed flour hydrated in water rather than in salt solution. Flaxseed flour with fineness degree of 0,6 and 1,0 mm had the highest level of WBC. The most noticeable changes in fat holding capacity were observed in the samples of flaxseed flour with a particle size diameter of 0,3 and 0,4 mm. In flour with a particle size of 0,6 and 1,0 mm these values were almost the same. Organoleptic properties and rheological characteristics of chicken forcemeat have been studied. Introduction of flaxseed flour made it possible to improve the amino acid composition of proteins.

KEY WORDS: *flax seed oil cake; safety indicators; technological properties; fineness degree; boiled sausage.*

FOR CITATION: Vasilenko, Z. V. Technological properties of flaxseed oil cake of various fineness degree incorporated in chicken forcemeat // Z. V. Vasilenko, E. N. Kucherova, A. V. Bychko // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 103–114 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в рационе питания современного человека отмечается значительный дефицит основных пищевых веществ. Из-за этого организм человека не получает полного набора незаменимых биологически активных нутриентов. Поэтому одним из путей улучшения структуры и качества питания населения является развитие производства продуктов здорового питания [1–4].

Здоровое питание – это питание, удовлетворяющее потребности организма в энергии и пищевых веществах, а также способствующее профилактике хронических неинфекционных заболеваний, сохранению здоровья и долголетия [5–9].

Поэтому государственная политика Республики Беларусь направлена на повышение качества продуктов питания и обеспеченности их доступности для всех слоев населения [10].

В решении данной задачи ведущая роль принадлежит мясной промышленности. Сочетание мясного и растительного сырья обеспечивает возможность взаимного обогащения входящих в их состав ингредиентов, что повышает пищевую и биологическую ценность готовой продукции [11]. Применение растительного сырья не только обогащает мясную продукцию питательными веществами, но и влияет на ее технологические свойства и способствует расширению ассортимента [12–16].

В работах многих исследователей [17–19] отмечается положительное влияние использования продуктов переработки масличных культур в продуктах питания на здоровье человека.

В Республике Беларусь наиболее распространенной масличной культурой является лен, семена которого, в основном, используются для производства масла. Жмых льняной, образующийся при этом, по данным зарубежных авторов [20–27], представляет собой источник ценных питательных веществ, так недостающих нашему организму. Особенностью химического состава жмыха масличных культур является отсутствие антипитательных и токсичных соединений. Так в семенах льна сортов современной селекции линамарин (нитрилглюкозид, расщепляющийся под действием глюкозидазы с образованием синильной кислоты) присутствует в следовых количествах [21]. Жмых льняной имеет высокую энергетическую и пищевую ценность – в 1 кг жмыха содержится 13,73 МДж, 287 г перевариваемого протеина, а также богатый состав микроэлементов и витаминов. Белки жмыха льняного отличаются высокой усваиваемостью и достаточно сбалансированным аминокислотным составом [20], жиры характеризуются высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в том числе омега-3 жирные кислоты – до 50 % от общей массовой доли жирных кислот [22].

Учеными [23] исследовано использование льняной муки в рецептурах сухариков, хлебобулочных и мучных изделий [20, 25, 26] на технологические свойства композитных смесей и качество готовых изделий. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования льняной муки в качестве пищевой обогащающей добавки при производстве сухариков и хлебобулочных изделий.

Авторы [24] использовали льняную муку в качестве функционального ингредиента для замены жира в куриных котлетах. Было установлено положительное влияние льняной муки на органолептические и технологические характеристики готовых изделий. При этом наблюдалось повышение выхода изделий и водоудерживающей способности. Имеются данные об использовании льняной муки в технологии производства мясорастительных консервов [27], которые характеризовались высокими органолептическими показателями и экономической эффективностью.

Таким образом, использование жмыха льняного для производства продуктов питания является актуальным и отвечает задаче рационального использования растительного сырья и полезных веществ, содержащихся в нем.

Цель исследования – оценить эффективность использования муки из жмыха льняного отечественного производства как функционально-технологической добавки при разработке рецептур и технологий вареных колбас из мяса птицы.

Научная задача – исследование технологических свойств муки из жмыха льняного в зависимости от степени измельчения и в составе фаршевых систем из мяса птицы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлся жмых льняной отечественного производства, производимый на ОАО «Воложинский льнокомбинат», мука из жмыха льняного различной степени измельчения (0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм), а также объектами исследований являлись образцы мясных фаршевых систем из мяса птицы с использованием жмыха льняного, полученные в лабораторных условиях учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

В работе применены общепринятые и специальные методы оценки и анализа свойств жмыха льняного и разработанной вареной колбасы с его использованием.

В процессе работы отбор проб и подготовку их к исследованию проводили общепринятыми методами по СТБ 1053, ГОСТ 15113.0, СТБ ГОСТ Р 51447. Массовую долю влаги определяли методом высушивания по ГОСТ Р 54705-2011, массовую долю золы определяли минерализацией навески по ГОСТ 31727. Содержание жира определяли по ГОСТ 29033.

Содержание белка определяли по методу Кьельдаля по ГОСТ 26889. Удельную активность цезия определяли согласно МВИ, МН 1181-2011. Содержание свинца и кадмия определяли по ГОСТ 30178, мышьяка – по ГОСТ 31266, ртути – по ГОСТ 33412. Содержание афлатоксина В₁ определяли согласно МВИ, МН 2785. Содержание пестицидов гексахлорциклогексан (ГХЦГ) (α -, β -, γ -изомеры) и ДДТ и его метаболиты определяли по ГОСТ 13496.20.

Общее микробное число (ОМЧ), сальмонеллы в 25 г, энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1,0 г, энтерококки в 1,0 г и анаэробы в 1,0 г определяли по ГОСТ Р 54354-2011 и МУ № 03-02/33 от 14.06.2019. Дрожжи и плесени определяли по ГОСТ 10444.12. *S. aureus* определяли по ГОСТ 31746-2012. Перекисное число жиров определяли по СТБ ГОСТ Р 51487-2001. Кислотное число жиров определяли по СТБ ГОСТ Р 51413-2001 (ИСО 7495-90).

Определение степеней эластичности, упругости, пластичности фаршевых систем проводили на приборе Вейлера-Ребиндера путем определения деформации, нарастающей пропорционально продолжительности действия постоянного напряжения ($P=const$), и после снятия нагрузки ($P=0$). Органолептические исследования проводили по ГОСТ 9959, ГОСТ 31936-2012, технологические – по [28]. Массовую долю белка определяли по ГОСТ 25011-2017. Содержание аминокислот в колбасных изделиях определяли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно МВИ МН 1363-2000.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то, что до последнего времени жмыхи и шроты большинства масличных культур рассматривались, в основном, в качестве высокобелковых компонентов растительных кормов, сегодня перспективы их использования в производстве продуктов питания связывают с возможностью придания новым продуктам функциональных свойств не только за счет белков, но и за счет пищевых волокон, минеральных и ряда других не менее ценных в нашем питании компонентов.

При получении масла холодным прессованием сырьё не измельчается, поэтому выход масла включает только свободную фракцию липидов. Поскольку прочность липопротеиновых связей в масличном сырьё находится в корреляционной связи со степенью ненасыщенности жирных кислот липидов, получаемые жмыхи из нетрадиционных видов сырья характеризуются не только сохранением ценных пищевых компонентов в нативной форме, но и закономерно высоким остаточным содержанием масла.

Физико-химические показатели качества жмыха льняного отечественного производства представлены в табл. 1.

Табл. 1. Физико-химические показатели жмыха льняного отечественного производства

Table 1. Physico-chemical indicators of flax seed oil cake of domestic production

Наименование показателей	Регламентируемые показатели	Значение
1	2	3
Массовая доля влаги, %, не более	9,0	8,0
Массовая доля сырого протеина для жмыха льняного в пересчёте на сухое вещество, %, не менее	20,0	34,5
Массовая доля сырого жира в пересчёте на сухое вещество, %, не более	25,0	13,0
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, %, не более	1,0	0,38

Продолжение табл. 1.

1	2	3
Массовая доля металлопримесей, %, не более: – частиц в виде пыли – частиц размером до 2 мм включительно – частицы размером более 2 мм, частицы с острыми режущими краями	0,01 0,001 Не допускаются	– Отсутствует Отсутствует
Посторонние примеси	Не допускаются	Без посторонних примесей
Крупность помола	Проход без остатка через сито № 1,0	Проход без остатка через сито

Согласно данным, представленным в табл. 1, видно, что полученные физико-химические показатели качества жмыха льняного полностью соответствуют регламентируемым для масличных культур [29].

Исследовали показатели безопасности жмыха льняного отечественного производства в сравнении с показателями безопасности, утвержденными для вторичных продуктов масличных культур, которые представлены в табл. 2.

Табл. 2. Показатели безопасности жмыха льняного отечественного производства

Table 2. Safety indicators of home-produced flax seed oil cake

Наименование показателей		Регламентируемые показатели (допустимые уровни)	Значение
Масса продукта (г), в которой не допускаются	патогенные, в т. ч. сальмонеллы	25,0	не обнаружено
	БГКП (колиформы)	0,1	не обнаружено
	<i>S. aureus</i>	0,1	не обнаружено
	сульфитредуцирующие клостридии	0,1	не обнаружено
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		5×10^4	$6,2 \times 10^3$
Дрожжи, КОЕ/г, не более		1×10^2	1×10^1
Плесени, КОЕ/г, не более		1×10^2	1×10^1
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	свинец	1,0	0,18
	мышьяк	1,0	0,4
	кадмий	0,2	0,085
	ртуть	0,03	0,01
Пестициды, мг/кг, не более:			
– гексахлорциклопексан (α -, β -, γ -изомеры)		0,4	не обнаружено
– ДДТ и его метаболиты		0,1	не обнаружено
Показатели окислительной порчи жира, не более:			
– кислотное число, мг КОН/г жира		4,0	0
– перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира		10,0	1,6
Микотоксины: афлатоксин В ₁ , мг/кг, не более		0,005	0,001
Удельная активность цезия-137, Бк/кг, не более		80,0	менее 4,85

Из представленных данных следует, что по показателям безопасности жмых льняной отечественного производства соответствует установленным требованиям для вторичных продуктов масличных культур.

Следовательно, жмых льняной является безопасным продуктом и может быть использован для производства продуктов питания. Результатом данных исследований явилась разработка Технических условий «Жмых льняной измельченный пищевой» ТУ ВУ 700036606.133-2022 (государственная регистрация № 064757, срок действия с 06.04.2022 г. до 06.04.2027 г.)

Для того чтобы более полно оценить качество жмыха льняного отечественного производства как пищевого ингредиента для производства мясных изделий, был исследован его хи-

мический состав, который характеризуется повышенным содержанием белка (34,5 %), пищевых волокон (33,2 %), жира (13,0 %), минеральных веществ (6,4 %) и более низким содержанием углеводов (6,2 %).

Для рационального использования жмыха льняного в мясных изделиях в работе были исследованы его технологические свойства в сравнении с соевой мукой, которая более всего используется в производстве мясных изделий во всем мире.

Одними из основных технологических свойств жмыха льняного являются водосвязывающая способность (ВСС, %), водоудерживающая способность (ВУС, %), жирудерживающая способность (ЖУС, %), эмульгирующая способность (ЭС, %) и стабильность эмульсии (СЭ, %). Результаты исследований представлены в табл. 3.

Табл. 3. Сравнительная характеристика технологических свойств жмыха льняного с соевой мукой

Table 3. Comparative characteristics of technological properties of flax seed oil cake with soya flour

Наименование показателя	Значение, %	
	жмых льняной	соевая мука
Водосвязывающая способность	527,3	412,0
Водоудерживающая способность в воде $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$	532,0	366,0
Водоудерживающая способность в воде $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$	568,0	450,0
Водоудерживающая способность в 2,5 %-ном растворе NaCl, $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$	418,0	322,0
Жирудерживающая способность	165,0	135,0
Эмульгирующая способность	100	78,0
Стабильность эмульсии	100	80,0

Из данных, представленных в табл. 3, следует, что жмых льняной характеризуется высокой ВСС, превышающей данный показатель соевой муки на 115,3 %. Водоудерживающая способность жмыха льняного и соевой муки в воде при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет 532,0 и 366,0 % соответственно, при температуре до $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит увеличение ВУС на 36,0 и 84,0 % соответственно. В 2,5 %-ном растворе NaCl ВУС жмыха льняного снижается и составляет 418,0 %, что связано, по-видимому, с особенностями его белково-углеводного состава. ВУС соевой муки также снижается и составляет 322,0 %. ЖУС жмыха льняного на 30,0 % превышает ЖУС соевой муки. Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии жмыха льняного составляют 100 %, для соевой муки данные показатели снижаются на 22,0 и 20,0 % соответственно.

Таким образом, жмых льняной по сравнению с соевой мукой обладает лучшими технологическими свойствами.

Производимый на предприятиях республики жмых льняной представляет собой гранулы разного размера (от $0,7 \times 1,2\text{ мм}$ до $0,7 \times 1,0\text{ мм}$). Гранулы равномерно не распределяются в мясной фаршевой системе, что естественно влияет на качество готовой продукции, поэтому получали из жмыха муку. Это способствовало равномерному распределению и увеличению площади соприкосновения и взаимодействия частиц муки жмыха льняного с мясным сырьем.

Поскольку при измельчении частички жмыха льняного получают с разными размерами, в работе была исследована мука из жмыха льняного в зависимости от различной степени измельчения.

Для исследования технологических свойств жмыха льняной измельчали до состояния муки и просеивали через сита с разными диаметрами отверстий: 0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм.

Определяли такие технологические свойства, как ВСС, ВУС, ЖУС. Водоудерживающую способность определяли в воде и в 2,5 %-ном растворе соли. Установлено, что ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ для муки с размерами частиц 0,3 и 0,4 мм находилась в прямо пропорциональной за-

зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. С увеличением степени измельчения муки из жмыха льняного с размерами частиц до 1,0 мм ВУС снижалась. Одновременно в работе исследовали влияние продолжительности гидратации муки на технологические свойства. Так, увеличение продолжительности гидратации муки из жмыха льняного при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ способствовало повышению ВУС независимо от степени измельчения.

Водоудерживающая способность при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2,5 %-ном растворе соли также возрастала с увеличением степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм и уменьшалась – с увеличением размера частиц до 1,0 мм. При увеличении продолжительности гидратации водоудерживающая способность при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2,5 %-ном растворе соли также увеличивалась независимо от степени измельчения, но несколько в меньшей степени, чем в воде.

Лучшей ВУС обладала мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в растворе соли. Так, ВУС в воде для муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3 мм составляет 600 %, а в растворе соли – 434 %, что в 1,5 раза меньше, чем при гидратации в воде. Такая тенденция наблюдается и в муке с остальными степенями измельчения. Для дальнейших исследований гидратацию муки из жмыха льняного проводили только в воде.

ВСС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ также как и ВУС находилась в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. Наибольшей водосвязывающей способностью обладала мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм и составляет 100 %.

Так как на предприятиях мясной промышленности готовности колбасных изделий в центре батона соответствует температура $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, исследовали значение ВУС при данной температуре. Установлено, что при увеличении времени гидратации ВУС при $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ возрастала также, как и при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ для муки из жмыха льняного до степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм. Для муки из жмыха льняного со степенью измельчения 1,0 мм с увеличением продолжительности гидратации наблюдалось незначительное увеличение ВУС на 48 %.

Сравнивая результаты ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ с результатами при $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$, можно сказать, что при $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ВУС несколько выше. Так, для муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3 мм при 60 мин гидратации ВУС отличается на 7 %, для 0,4 мм – на 33 %, для 0,6 мм – на 10 %, для 1,0 мм – на 8 % от аналогичных показателей при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$. С увеличением времени гидратации независимо от степени измельчения ВУС практически не увеличивалась.

Следовательно, для дальнейших исследований рекомендовали гидратацию муки из жмыха льняного проводить при $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 45–60 мин.

Следует обратить внимание, что значения ВУС для муки из жмыха льняного с размерами частиц до 1,0 мм несколько меньше, чем для степеней измельчения с размерами частиц 0,3 мм, 0,4 и 0,6 мм.

ЖУС независимо от продолжительности гидратации находилась в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. С увеличением времени гидратации ЖУС жмыха льняного увеличивалась от 121,0 до 141,0 %, от 133,0 до 153 %, от 156,0 до 166,0 % и от 174,0 до 187,0 % для муки из жмыха льняного со степенями измельчения 0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм соответственно. Наиболее заметными изменениями ЖУС были отмечены образцы муки из жмыха льняного с диаметром размера частиц 0,3 и 0,4 мм, а для муки с размерами частиц 0,6 и 1,0 мм данные значения практически не отличались, но незначительно превышали аналогичные значения для муки со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Таким образом, было установлено, что технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от степени измельчения. Показано, что лучшими технологическими свойствами обладает мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Поскольку степень измельчения муки из жмыха льняного влияла на ее технологические свойства, то в дальнейшей работе исследовали влияние степени измельчения на структурно-механические и органолептические показатели качества мясной системы.

Известно, что свойства продуктов в значительной степени зависят от их реологических характеристик, в частности от упругих деформаций. Упругие деформации проявляются пропорционально продолжительности действия постоянного напряжения ($P=const$) и после снятия нагрузки ($P=0$), которые были сняты для мясных фаршевых систем с добавлением муки с различной степенью измельчения: 0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм. Они характеризуются структурной вязкостью и ее количественными характеристиками (эластичностью, упругостью, пластичностью), определяемыми по кривой кинетики деформации мясной системы.

Реологические характеристики фаршевых систем из мяса птицы контрольного образца и образцов в зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного представлены на рис. 1.

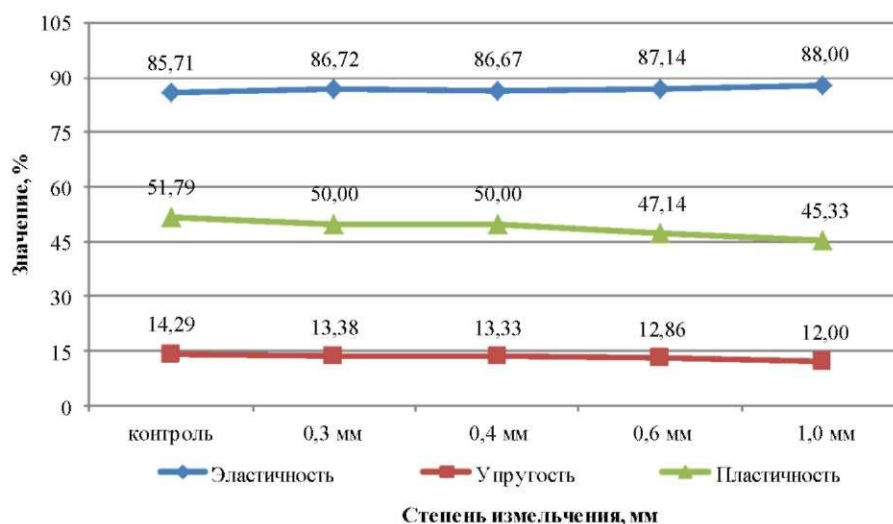


Рис. 1. Зависимость эластичности, упругости, пластичности фаршевых систем от степени измельчения муки из жмыха льняного

Fig. 1. Dependence of elasticity, firmness, plasticity of chicken forcemeat on the fineness degree of flaxseed flour

Из представленных данных видно, что при добавлении муки из жмыха льняного в мясную фаршевую систему из мяса птицы эластичность незначительно увеличивалась с увеличением размера частиц от 0,3 до 1,0 мм на 1,28 %. При этом эластичность увеличилась на 1,0 % уже при введении частиц с размером 0,3 мм. При добавлении муки из жмыха льняного в мясную фаршевую систему из мяса птицы пластичность и упругость с увеличением размера частиц снижались на 4,67 и 2,29 % соответственно. При этом пластичность и упругость незначительно снижались уже при введении частиц с размером 0,3 мм на 1,79 и 0,91 % соответственно.

Такие изменения эластичности, пластичности и упругости связаны с наличием в муке из жмыха льняного слизи. Поэтому для дальнейших исследований было принято использовать муку из жмыха льняного с размерами частиц 0,3–0,4 мм.

Так как при производстве мясных изделий большое значение имеют органолептические показатели качества готовых изделий, то в работе были исследованы органолептические показатели качества мясных фаршевых систем из мяса птицы в зависимости от степени измельчения муки из жмыха (табл. 4).

Табл. 4. Органолептические показатели качества мясных фаршевых систем с использованием муки из жмыха льняного в зависимости от степени измельчения

Table 4. Organoleptic quality indicators of chicken forcemeat with flaxseed flour depending on the fineness degree

Степень измельчения муки из жмыха льняного	Характеристика органолептических показателей качества фаршевых систем с использованием муки из жмыха льняного
0,3	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы серого цвета
0,4	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы светло серого цвета
0,6	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы с включением частиц жмыха льняного. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы темно-серого цвета
1,0	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы с включениями частиц жмыха льняного. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы темно-серого цвета

Исходя из данных, представленных в табл. 4, внешний вид и запах фаршевых систем из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3 и 0,4 мм одинаковый, отличались данные системы только цветом от светло-серого до серого. Образцы фаршевых систем с использованием муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм по внешнему виду отличались от предыдущих образцов видимыми включениями частиц жмыха льняного, что снижало их качество.

Поэтому для дальнейших исследований при производстве вареных колбас рекомендовали использовать муку из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Далее для разработки рецептуры и технологии колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного была взята традиционная рецептура колбасы вареной «Оливье» высшего сорта по СТБ 1060-97, РЦ ВУ 700453018.446-2017. Показано, что муку из жмыха льняного лучше вводить в гидратированном виде, оптимальное количество которой составило 28 %, взамен такого же количества мяса птицы механической обвалки и шпика свиного. Это обеспечивало оптимальные технологические и органолептические показатели качества готового продукта, а также максимальный выход вареной колбасы – 114,9 %.

Исследования аминокислотного состава белков колбасы с использованием муки из жмыха льняного позволили установить, что они превосходят контрольный образец по содержанию таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, фенилаланин+тирозин, а также по содержанию многих заменимых аминокислот: аспарагиновой кислоте, серину, глицину, аргинину, пролину, гистидину.

Наименьшим показателем утилитарности незаменимых аминокислот как в белках контрольного образца, так и в разработанной колбасе вареной с использованием муки из жмыха льняного, обладал триптофан. В наибольшей степени в белках исследуемых образцов вареных колбас усваивались метионин+цистеин. Вместе с тем следует, что показатель утилитарности по таким незаменимым аминокислотам, как валин, треонин и лизин, белки разработанных вареных колбас превышали белки контрольного образца на 7,64, 12,98 и 5,86 % соответственно.

По величинам коэффициента утилитарности аминокислотного состава белки вареных колбасных изделий с использованием муки из жмыха льняного незначительно уступали кон-

трольному образцу и составляли 6,1 и 5,4 соответственно. По показателям избыточности содержания незаменимых аминокислот, сопоставимой избыточности и индексу незаменимых аминокислот белки разработанной вареной колбасы близки к белкам контрольного образца. По показателю избыточности содержания незаменимых аминокислот и показателю сопоставимой избыточности белки разработанной вареной колбасы ближе к «идеальному белку», чем белки контрольного образца.

Следовательно, использование муки из жмыха льняного в рецептуре вареной колбасы из мяса птицы улучшает аминокислотный состав белка готового продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы технологические свойства муки из жмыха льняного в сравнении с соевой мукой. ВСС жмыха льняного на 115,3 % превышает данный показатель для соевой муки; по ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышает на 166,0 %, при $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ – на 118,0 %; по ВУС в растворе соли – превышает на 96,0 %; по ЖУС – на 30,0 %; по ЭС и СЭ – на 22,0 и 20,0 % соответственно. Полученные данные позволяют аргументировано рекомендовать использовать муку из жмыха льняного в качестве функционально-технологической добавки при производстве вареных колбас из мяса птицы.

Исследовано влияние степени измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного, реологические и органолептические характеристики мясных фаршевых систем с ним. ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ для муки с размерами частиц 0,3 и 0,4 мм находилось в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного, с увеличением степени измельчения до 1,0 мм ВУС снижалась. ВУС при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2,5 %-ном растворе соли также возрастала с увеличением степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм и уменьшалась – с увеличением размера частиц до 1,0 мм. Лучшей ВУС обладала мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в растворе соли. Наибольшей ВСС обладала мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм. Наиболее заметными изменениями ЖУС были отмечены образцы муки из жмыха льняного с размера частиц 0,3 и 0,4 мм, а для муки с размерами частиц 0,6 и 1,0 мм данные значения практически не отличались. Показано, что лучшими показателями характеризуется жмых льняной со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Исследованы показатели безопасности жмыха льняного отечественного производства. По физико-химическим показателям, таким как содержание массовой доли влаги, сырого протеина и жира, массовой доли золы, не растворимой в соляной кислоте, массовой доли металлопримесей, наличия посторонних примесей и крупности помола жмых льняной соответствует регламентируемым показателям. В нем не обнаружено патогенных, в т.ч. сальмонеллы, БГКП, *S. aureus*, сульфитредуцирующих клостридий, а также пестицидов (гексахлорциклогексан, ДДТ и его метаболиты). По содержанию токсичных элементов, показателям окислительной порчи жира, содержанию афлатоксина В₁ и удельной активности цезия-137 жмых льняной отечественного производства также соответствует регламентируемым показателям. Установлено, что жмых льняной является безопасным продуктом и его можно использовать для производства продуктов питания.

Установлена биологическая ценность белков разработанной вареной колбасы. Показано, что белки разработанной вареной колбасы превосходят контрольный образец по содержанию таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, фенилаланин+тирозин, а также по содержанию многих заменимых аминокислот: аспарагиновой кислоте, серину, глицину, аргинину, пролину, гистидину.

На основании проведенных исследований разработана рецептура и технология вареной колбасы из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного и подана заявка на изобретение (№ а 20220169).

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования, описанные в данной статье, проводились в рамках гранта студенту «Разработка технологии колбасы вареной, обогащенной минеральными веществами» (№ гос. рег. 20220465) при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Асланова, М. А. Функциональные мясные продукты: проблемы и перспективы / М. А. Асланова, О. К. Деревицкая, А. С. Дыдыкин // Мясная индустрия. – 2018. – № 3. – С. 38–41.
- 2 Малахова, Т. Н. Функциональные продукты питания и их значение в питании / Т. Н. Малахова // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. – 2016. – № 15. – С. 51–58.
- 3 Кочеткова, А. А. Принципы рационального питания: медико-биологическая значимость мяса и мясопродуктов / А. А. Кочеткова, А. И. Жаринов // Мясная индустрия. – 2015. – № 12. – С. 4–8.
- 4 Киселева, Л. С. Характеристика тенденций и приоритетов в питании у россиян / Л. С. Киселева, А. С. Чердниченко // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург. – 2016. – № 5 (47). часть 6. – С. 33–36.
- 5 Тутельян, В. А. Здоровое питание – основа здорового образа жизни и профилактики хронических неинфекционных заболеваний, в книге: Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы / В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк, Х. Х. Шарафетдинов. Москва, 2019. – С. 204–206.
- 6 Погожева, А. В. К здоровью наши через многоуровневые образовательные программы для населения в области оптимального питания / А. В. Погожева, Е. А. Смирнова // Вопросы питания. – 2020. – № 4. – том 89. – С. 262–272.
- 7 Тутельян, В. А. Здоровое питание для общественного здоровья / В. А. Тутельян // Общественное здоровье. – 2021. – № 1 (1). – С. 56–64. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64.
- 8 Орлова, Г. Г. Роль здорового и сбалансированного питания в профилактике наиболее распространенных и социально-значимых заболеваний / Г. Г. Орлова // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 83–85.
- 9 Рогов, И. А. Медико-технологические аспекты разработки и производства функциональных пищевых продуктов / И. А. Рогов, Е. Н. Орешкин, В. Н. Сергеев // Пищевая промышленность. – 2017. – № 1. – С. 33–35.
- 10 Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года. [Электронный ресурс] / Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.12.2017 г. № 962 – Режим доступа: <http://www.bgp.by/>.
- 11 Гуринович, Г. В. Льняная мука и качество мясных рубленых полуфабрикатов / Г. В. Гуринович [и др.] // Мясная индустрия. – 2013. – № 9. – С. 38–41.
- 12 Сычева, О. В. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии мясных полуфабрикатов [Текст] / О. В. Сычева [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2017. – № 4. – С. 43–48.
- 13 Разработка рецептуры мясо-растительного паштета из мяса индейки / Н. А. Величко, В. Г. Баркова, О. В. Иванова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 5. – С. 163–173.
- 14 Разработка новых видов кулинарных рубленых изделий из мяса птицы / М. Д. Батраев, О. М. Сергачева, И. В. Изюсимова // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 7. – С. 157–165.
- 15 Farouk, M. M. Novel meat-enriched foods for older consumers / M. M. Farouk [et al.] // Food Research International. – 2018. – Vol. 104. – P. 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.033>.
- 16 Алексеев, А. П. Использование в технологии мясных рубленых полуфабрикатов муки пророщенных семян из нута / А. П. Алексеев, Т. В. Алексеева // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12. – С. 139–145.
- 17 Пахомова, О. Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур / О. Н. Пахомова // Науч. зап. ОрелГИЭТ. – 2011. – № 2. – С. 377–381.
- 18 Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии мясных полуфабрикатов / О. В. Сычева [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2017. – № 4. – С. 43–48.
- 19 Chauhan, M. P. Post Harvest Uses of Linseed / M. P. Chauhan, Singh Sadhna, Kumar Singh A. // Journal of Human Ecology. – 2009. – Vol. 28(3). – P. 217–219.
- 20 Бегеулов, М. Ш. Технология хлебопечения с использованием льняного жмыха / М. Ш. Бегеулов, Е. О. Сычева // Известия ТСХА. – 2017. – № 3. – С. 110–127.
- 21 Шульвинская, И. В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений / И. В. Шульвинская, О. А. Доля, О. В. Ширококорядова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 40–42.
- 22 Ловкис, З. В. Применение клетчатки льняной как физиологически функционального ингредиента в производстве обогащенных пищевых концентратов / З. В. Ловкис [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2019. – Т. 7. – № 3. – С. 368–378.

- 23 Томашева, Е. В. Использование льняной муки в рецептуре сухариков «Кантуччи» / Е. В. Томашева [и др.] // Наука, питание и здоровье: материалы II Международного конгресса (Минск, 3-4 октября 2019 г.). – Минск: ИВЦ Минфина. – 2019. – С. 385–390.
- 24 Cócáro, E. S. The addition of golden flaxseed flour (*Linum usitatissimum* L.) in chicken burger: Effects on technological, sensory, and nutritional aspects / E. S. Cócáro [et al.] // Food Science and Technology International. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 105–112.
- 25 Султаева, Н. Л. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий / Н. Л. Султаева, В. С. Перминова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2015, том 7. – № 1. – 13 с.
- 26 Тылова, О. Ю. Разработка индустриальной технологии замороженных полуфабрикатов на основе льняной муки / О. Ю. Тылова, Н. В. Барсукова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – №3. – С. 43–52.
- 27 Мисюра, К. А. Использование фасоли и льняной муки при производстве мясорастительных консервов / К. А. Мисюра [и др.] // Все о мясе. – 2017. – № 3. – С. 43–45.
- 28 Гурова, Н. В. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов / Н. В. Гурова, И. А. Попелло, В. В. Сучков // Мясная индустрия. 2001. – № 9. – С. 30–32.
- 29 Егорова, Е. Ю. Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения / Е. Ю. Егорова, Н. С. Бочкарев, И. Ю. Резниченко // Техника и технологии пищевых производств. – 2014. – №1. – С. 131–138.

Поступила в редакцию 29.05.2022 г.

ОБ АВТОРАХ:

Зоя Васильевна Василенко, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки РБ, заведующий кафедрой технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Екатерина Николаевна Кучерова, старший преподаватель кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: katya.1485@mail.ru.

Анна Витальевна Бычко, студент (специальность 1-49 01 02 – Технология хранения и переработки животного сырья) кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: anuyvg3@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Zoja V. Vasilenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, Honored Scientist of the Republic of Belarus, Head of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologicis, e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Ekaterina N. Kucheroва, senior lecturer of the Department of Technology of public catering and Meat Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: katya.1485@mail.ru.

Anna V. Bychko, student (speciality 1-49 01 02 – Technology of storage and processing of animal raw materials) of the Department of Technology of public catering and Meat Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: anuyvg3@gmail.com.