УДК 637.522.053: 633.11

С.И. Хвыля, А.А. Габараев, В.А. Пчелкина

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПШЕНИЧНОЙ КЛЕТЧАТКИ ДЛЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

В современной мясной промышленности различные пищевые добавки и компоненты углеводной природы получили большое распространение. Они улучшают товарный вид, вносят разнообразие во вкусовые качества готового продукта, продлевают срок хранения и выполняют многие другие функции. Принятый в ряде стран мира микроструктурный анализ в России совсем недавно получил законодательную базу и пока недостаточно известен отечественным специалистам. Тем не менее, метод гистологического исследования, позволяет достаточно быстро получать убедительный ответ о качественном составе большинства мясных продуктов и их соответствии требованиям нормативной документации.

В статье представлены комплексные результаты гистологических исследований, проводимых в лаборатории микроструктурных исследований мясных продуктов ВНИИМП в течение последних лет, по оценке мясного сырья и готовых продуктов с целью определения их структурных характеристик, идентификации входящих в состав компонентов и выявлению случаев фальсификации состава.

Мясные продукты, пищевые добавки, пищевые волокна, клетчатка, гистологические исследования.

Введение

Широкое использование пищевых добавок и компонентов производителями продуктов питания обусловливается постоянным совершенствованием технологий получения традиционных продуктов, появлением новых продуктов питания функционального назначения, а также следованием современным требованиям науки о питании. В современной мясной промышленности пищевые добавки и компоненты белковой и углеводной природы различного функционально-технологического назначения получили большое распространение. Они улучшают товарный вид, вносят разнообразие во вкусовые качества готового продукта, продлевают срок хранения и выполняют многие другие необходимые функции. Существование большого разнообразия добавок позволяет расширять и развивать рынок мясных продуктов за счет возможного появления новаторских продуктов и рецептур, увеличения вкусового разнообразия привычных продуктов, а также снижения себестоимости готового изделия. Применение некоторых пищевых добавок выгодно с экономической точки зрения, например: экономия сырья, придание товарного (привлекательного) вида [1].

Применение пищевых добавок допустимо только в том случае, если они даже при длительном потреблении в составе продукта не угрожают здоровью человека, и при условии, что поставленные технологические задачи не могут быть решены иным путем. Все используемые добавки можно разбить на группы, основываясь на самых разных принципах. Исходя из технологических функций добавок, их подразделяют на следующие группы: улучшающие вкус и аромат продуктов, повышающие интенсивность и стабильность цвета, повышающие влагоудерживающую способность фарша, используемые в качестве дополнительных источников белка, тормозящие окисление жиров, консерванты.

Одной из интересных для изучения групп ингредиентов для мясной промышленности являются пищевые волокна. Пищевые волокна – это химический и структурный комплекс растительных волокон, из которых состоят листья капусты, кожура бобовых, фруктов, овощей, а также семян. Они не перевариваются пищеварительными ферментами организма человека, но в значительной степени перерабатываются полезной микрофлорой кишечника. Также их еще называют клетчаткой.

В последние годы у фирм – поставщиков технологических материалов для производства мясных продуктов появился широкий ассортимент пищевых добавок, содержащих клетчатку, полученную из различного сырья. По виду исходного растительного сырья препараты клетчатки подразделяются на пшеничные, морковные, овсяные, апельсиновые, яблочные, томатные, бамбуковые и соевые. Обладая относительно нейтральным вкусом, в производстве мясных изделий могут применятся пшеничная, бамбуковая, морковная и соевая разновидности. А наиболее распространенным вариантом, используемым в мясном производстве, являются препараты с пшеничной клетчаткой. При этом технологические свойства данных ингредиентов в значительной мере должны зависеть от длины входящих в их состав растительных волокон.

С точки зрения пищевой и биологической ценности введения в мясную продукцию полисахаридов (преимущественно целлюлозы) в форме клетчатки следует сделать два замечания. С одной стороны, безусловно, идет обогащение мясных продуктов пищевыми волокнами, что может быть расценено как положительный фактор. С другой – несомненное уменьшение содержания в мясном продукте наиболее ценного нутриента – полноценного белка. И, к сожалению, основным определяющим фактором использования клетчатки становится снижение себестоимости и получение большей

экономической выгоды мясоперерабатывающего предприятия. Увеличение объемов использования компонентов на основе клетчатки на фоне погони за максимальной экономической выгодой предприятиями мясной промышленности и отсутствие обязательной сертификации качества пищи неизбежно приводит к необходимости отслеживания фактического содержания их в реализуемых в торговой сети продуктах [2]. Экспресс-методы для выявления клетчатки в сырье и готовой мясной продукции сегодня неизвестны.

Объекты и методы исследований

Рассмотрим варианты используемых на сегодняшний день пищевых ингредиентов растительного происхождения, содержащих клетчатку: ***отруби*** – отличаются повышенным содержанием клетчатки и витаминов, к отрубям относятся оболочки зерна; ***целлюлоза*** – присутствует в непросеянной пшеничной муке, овощах; ***гемицеллюлоза*** **–** содержится в злаковых и некоторых овощах; ***лигнин*** – встречается в злаковых и овощах; ***пектин*** присутствует в ряде фруктов и овощей.

Связывание влаги и жира в пищевых клетчатках осуществляется преимущественно капиллярным способом, поэтому длина и толщина волокна является определяющим параметром при оценке технологических свойств. Клетчатка с длиной волокон около 200 мкм связывает влагу в соотношении 7–8,5 : 1, жир – 5–6,9 : 1. При учете технологических свойств следует ориентироваться на нижние значения водо- и жиросвязывающих способностей, а в реальных рецептурах эти показатели могут быть еще меньше, в зависимости от конкретных технологических задач.

Гистологические исследования мясного сырья и мясных продуктов (пельмени, сосиски) проводили в соответствии с ГОСТ 31479-2012. RU.1.991-2011 [3]. Образцы до и после термообработки помещали в криостат-микротом MIKROM HM 525, после чего полученные срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Анализ гистологических препаратов и их фотографирование проводили на компьютерной системе анализа изображения на базе микроскопа AXIOIMAGER. A1 (Carl Zeiss, GERMANY).

Для приготовления фарша была выбрана следующая комбинация мясного сырья: говядина высшего сорта и полужирная свинина в соотношении 70÷30. Микроструктуру клетчатки изучали на примере широко распространенной на предприятиях РФ пшеничной клетчатки Sanacel Wheat 200 (CFF GmbH & Co. KG", Germany). Перед внесением в фарш ее гидратировали в теплой воде (35–45 ^{o}C) в соотношении 1:7 в течение 8–10 мин с последующим охлаждением до 0...4 ^{o}C, затем вместе с мясным сырьем вносили в фаршемешалку и тщательно перемешивали.

Были произведены измерения длины и диаметра частиц данного препарата клетчатки (рис. 1, 2): минимальный размер волокон составил 73,3 мкм, максимальный размер 303,8 мкм, средний размер (183,2±4,0) мкм. Установлено, что форма полисахаридных частиц вытянутая, изогнутая или завитая. Частицы могут быть различны по длине и степени деформации, а также в препарате присутствует большое количество фрагментированных и раздробленных целлюлозных волокон. Однако в целом длина встречающихся волокон отличается от заявленной производителем не более чем в 1,5 раза.

Рис. 1. Пшеничная клетчатка в сухом виде (Об. 20х)

Рис. 2. Пшеничная клетчатка после окраски метиленовым синим (Об. 40х)

Рекомендуемые производителем количества вносимой в фарш клетчатки являются следующие: 1,0 % (минимальное) и 5,0 % (максимальное) от общего объема продукта как дозы, соответствующие технологическим инструкциям для рубленых полуфабрикатов. Помимо рекомендуемых значений концентраций для выявления возможных структурных дефектов в продукте и обнаружения признаков превышения допустимой нормы были подготовлены заведомо завышенные концентрации клетчатки в фарше. При создании модельных образцов для микроструктурного исследования готовили модельную фаршевую систему с добавлением препарата, содержащего пшеничную клетчатку в количествах 2, 5 и 8 % от массы фарша.

При изучении полученных гистологических препаратов модельных образцов под световым микроскопом волокна клетчатки достоверно обнаруживаются в мясных продуктах, так как имеют характерную микроскопическую структуру. Структурные особенности частиц препаратов могут несколько различаться между собой, однако эти различия не носят принципиального характера. При концентрации 2 % клетчатки в фарше ее влияние на структуру фарша не отмечено, однако обнаружение отдельных волокон не составляет труда. Целлюлозные частицы не воспринимают используемые красители (гематоксилин и эозин) и остаются бесцветными.

Увеличение содержания препарата в фаршевой системе приводит к ее большему разрыхлению. Структура композиции с добавлением пшеничной клетчатки 5 % представлена главным образом зернистой массой с отдельными включениями неразрушенных фрагментов мышечной и соединительной ткани умеренного размера (рис. 3).

Распределение клетчатки в фарше равномерное, без образования конгломератов целлюлозных частиц. Пищевые волокна характеризовались слегка изогнутой формой, без завитков. Установлено, что с увеличением количества вносимой в продукт клетчатки растет площадь неокрашенного пространства, которое в свою очередь представлено водно-солевым раствором. Это говорит о повышенном содержании влаги в модельной мясной системе.

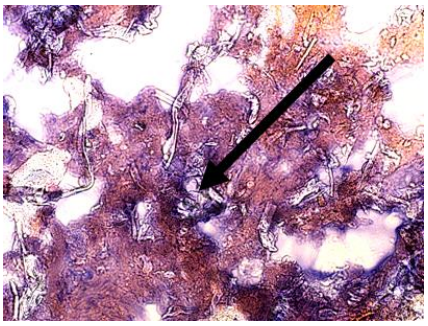

Рис. 3. Модельная фаршевая система с содержанием пшеничной клетчатки в количестве 5 % (Об. 10х)

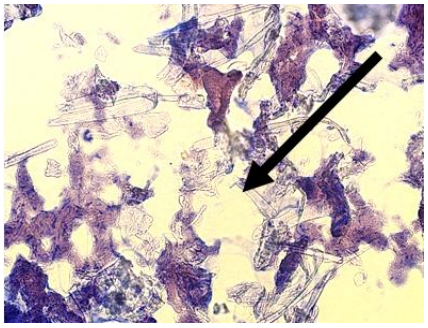

Рис. 4. Модельная фаршевая система с содержанием пшеничной клетчатки в количестве 8 % (Об. 20х)

На рис. 4 представлена микроструктура модельного фарша с добавлением препарата пшеничной клетчатки в максимальном количестве – 8 % от исходной массы фарша. Пищевые волокна в препарате имеют четко видимые границы и слегка изогнутую форму. Использование большого количества клетчатки, а также излишков связанной влаги привело к заметному разрыхлению структуры фарша и чрезмерному увеличению неокрашенного пространства. При такой концентрации в продукте наблюдается неизбежное слипание частиц клетчатки в небольшие группы (конгломераты), что говорит об излишке внесенной доли пищевых волокон и невозможности равномерного распределения вносимого в фарш ингредиента.

Результаты и их обсуждение

Количество вводимой в продукт клетчатки оказывает влияние на микроструктуру получаемых фаршевых изделий и полуфабрикатов. Основываясь на результатах проведенных нами исследований, установлено, что использование клетчатки в количестве 5 % позволяет получить большое количество связанной влаги и придать фаршу более плотную структуру. В то же время увеличение содержания вносимой добавки до концентрации пищевых волокон в количестве 8 % приводит к чрезмерному увеличению влаги в продукте и разрыхлению фарша.

Также количество добавляемой клетчатки, несомненно, влияет и на влагосвязывающую способность (ВСС) фаршевой системы (рис. 5). При концентрации 2 % ВСС составляет 67,95 %; при добавлении 5 % наблюдается уплотнение структуры фарша, ВСС составляет 72,08 %; увеличение концентрации до 8 % вызывает чрезмерное разрыхление и водянистость фарша, а ВСС в этом случае составляет 76,20 %.

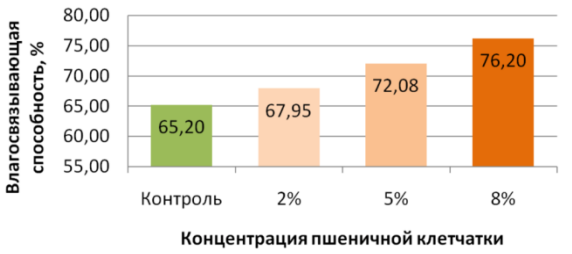

Рис. 5. Влияние количества клетчатки на влагосвязывающую способность мясной системы

Для термической обработки и последующего микроструктурного анализа были подготовлены модельные фаршевые системы с добавлением препаратов клетчатки в аналогичных концентрациях 2, 5 и 8 %. При исследовании отбирали 10 г фарша, смешивали с предварительно гидратированным препаратом клетчатки и тщательно перемешивали. После этого приготовленным образцам придавали форму шарика и помещали в холодильник на 5–10 мин при температуре 0...+4 °С для восстановления тиксотропных свойств. Варку образцов производили в течение 10 мин после закипания воды.

При добавлении пшеничной клетчатки в количестве 2 % термообработка не приводит к изменению общей архитектоники фарша, частицы пищевых волокон равномерно распределены по фаршу и легко идентифицируются. На рис. 6 представлена модельная фаршевая система с добавлением пшеничной клетчатки в количестве 5 % от массы фарша после термообработки. Пищевые волокна имеют слегка изогнутую форму, без завитков. Распределение клетчатки в фарше равномерное, без образования конгломератов. С увеличением количества клетчатки растет площадь неокрашенного пространства, содержащего растворимые ингредиенты.

На рис. 7 представлена фаршевая система с 8 % пшеничной клетчатки. Воздействие большого количества клетчатки, а также излишков связанной влаги привело к разрыхлению структуры фарша и

чрезмерному увеличению неокрашенного пространства. При такой концентрации клетчатки в продукте наблюдается неизбежное слипание частиц в небольшие группы (конгломераты), что говорит об излишке внесенной доли пищевых волокон.

Был произведен подсчет потерь массы после варки модельной фаршевой системы. В небольших количествах клетчатка хорошо связывает влагу и уплотняет фарш, но большое ее количество приводит к разрыхлению и чрезмерной водянистости образца. В мясной системе с 2 % клетчатки установлено, что потеря массы после варки составила 29,7 %. При 5 % фарш приобретает более плотную структуру в сравнении с двумя другими и удерживает больше влаги, потери составили 27,15 %. При 8 % наблюдается потеря массы 24,4 %.

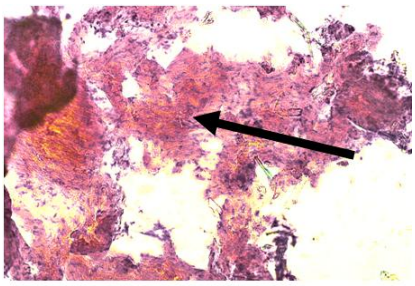

Рис. 6. Модельная фаршевая система с содержанием клетчатки в количестве 5 % после термообработки (Об. 10х)

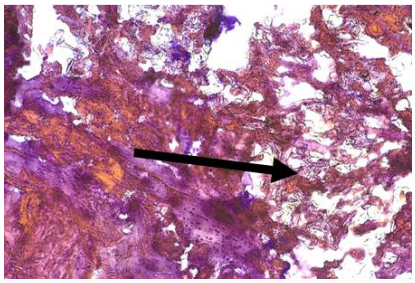

Рис. 7. Модельная фаршевая система с содержанием клетчатки в количестве 8 % после термообработки (Об. 10х)

Отсюда следует вывод, что использование пищевых волокон в фаршевых системах в количестве 8 % приводит к избыточному количеству связанной влаги, что сопровождается чрезмерным разрыхлением структуры и неравномерным распределением препарата по продукту. Использование пищевых волокон в мясных продуктах в количестве не более 5 % от массы фарша является наиболее эффективным, так как приводит к снижению массовой доли жира, уплотнению фарша, а также повышению выхода продукции.

Кроме модельных исследований, был проведен анализ состава готовой продукции, представленной на рынке Москвы (мониторинг), с целью выявления фактического использования пищевых волокон в мясных продуктах и микроструктурной оценки состава. На рис. 8 представлен пример гистологического среза классических пельменей. Для исследования был взят образец в сыром виде, не прошедший тепловую обработку. Фарш в этих полуфабрикатах состоит преимущественно из сильно измельченной мышечной ткани с большим содержанием соединительнотканных волокнистых и клеточных элементов. Жировые компоненты состоят из липидных капель и групп липоцитов. В образце пельменей также присутствуют каррагинан совместно с большим количеством препарата клетчатки.

В мясных продуктах этого типа помимо содержащих клетчатку ингредиентов нередко выявляется присутствие гелеобразующих и замещающих мясо различных компонентов, таких как каррагинан, коллагеновые белковые препараты и соевый текстурированный белок.

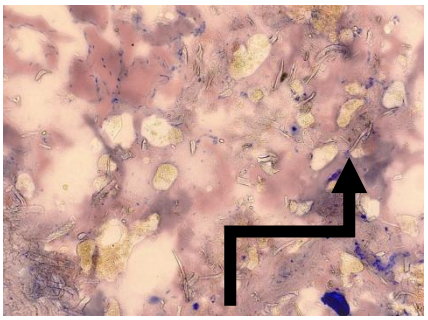

Рис. 8. Пельмени классические с большим содержанием клетчатки (Об. 20х)

Проведенный анализ мясных продуктов на продовольственном рынке Москвы показал, что пищевые волокна нашли применение в широком ассортименте продуктов и используются большим количеством производителей. Установлено, что гистологический метод исследования позволяет достоверно обнаружить наличие клетчатки в полуфабрикатах и прошедших механическую и термическую обработку мясных продуктах и, таким образом, эффективно контролировать в них соответствие фактического и декларируемого содержания целюлозосодержащих ингредиентов. Данные исследования позволяют делать только качественное заключение относительно содержания клетчатки, дальнейшая работа в этом направлении позволит разработать микроструктурную методику количественной (или полуколичественной) оценки содержания клетчатки в продукте. Приведенные результаты дают характеристику только одного из имеющихся на рынке пищевых ингредиентов препарата с клетчаткой. В дальнейшем будут опубликованы сравнительные характеристики и других добавок, применяемых в мясной промышленности и содержащих клетчатку.

Список литературы

1. Хвыля, С.И. Применение гистологического анализа при исследовании мясного сырья и готовых продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 3 (26). – С. 132–138.

2. Хвыля, С.И. Стандартизованные гистологические методы оценки качества мяса и мясных продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Все о мясе. – 2011. – № 6. – С. 32–35.
3. ГОСТ 31479-2012. RU.1.991–2011. Мясо и мясопродукты. Метод гистологической идентификации состава. – М.: Стандартинформ, 2011.

ГНУ ВНИИ мясной промышленности
им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии,
109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 26.
Тел.: (495) 676-92-31
e-mail: vniimp@inbox.ru

SUMMARY

S.I. Hvilya, A.A. Gabaraev, V.A. Pchelkina

STRUCTURAL FEATURES OF WHEAT FIBER FOR MEAT PRODUCTS

In the modern meat industry various food additives and carbohydrate components are widely spread. They improve the appearance, bring diversity to the taste of the finished product, extend shelf life and perform many other functions. The micro-structural analysis adopted in a number of countries has only recently received the legal framework in Russia and is not sufficiently known for domestic experts. However, using the method of histological examination, you can quickly get a convincing description of the qualitative composition of most meat products and their compliance with regulatory requirements.

The paper presents the complete results of the recent studies of meat raw materials and finished products conducted in the laboratory of micro-structural studies in the VNIIMP to determine structural characteristics, identification of the components and detection of fraud composition of meat products.

Meat products, nutritional supplements, dietary fiber, cellulose, histological.

The Gorbatov's All-Russian Meat Research Institue (VNIIMP)
26, Talalikhina str., Moscow, 109316, Russia.
Phone: (495) 676-92-31
e-mail: vniimp@inbox.ru