УДК (637.5.002.35:633.34):611.018

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГОСТ 31474-2012 «МЯСО И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ. ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК»

В.А. Пчелкина*, С.И. Хвыля

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова», 109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 26

**e-mail: gistolab@vniimp.ru*

Дата поступления в редакцию: 23.04.2015
Дата принятия в печать: 30.06.2015

В России и за рубежом при выработке мясных продуктов часто используют производные соевых бобов с различной технологической подготовкой этого растительного сырья (соевые изолированные белки, концентраты, текстурированные соевые белковые продукты). Использование соевых белков в составе мясных продуктов не всегда отражается производителем на этикетке или в сопроводительной документации. При этом актуальной задачей является определение фактического состава готового продукта и выявление всех входящих в состав компонентов. В статье представлены данные исследований гистологических особенностей соевых белковых продуктов, используемых в мясной промышленности. Установлено, что каждый вид соевого белкового препарата имеет свои отличительные гистологические характеристики, позволяющие достоверно идентифицировать его в составе мясного сырья и готовых продуктов. Результатом проведенной работы стал разработанный ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок», который позволяет идентифицировать соевые белковые продукты в соответствии с их микроструктурными особенностями в любых видах мясного сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов.

Мясо, мясные продукты, соевые белки, методы выявления, гистологический анализ

Введение

Соя – уникальное растение с высоким содержанием биологически активного и высокопитательного белка. Цельные соевые бобы отличаются значительным содержанием высококачественного белка, жиров, углеводов, клетчатки, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и витаминов групп B, D, E. Кроме того, в состав бобов входят биологически активные вещества: фитостеролы, флавоноиды, сапонины. Соевые продукты широко используются в технологии специальных продуктов для диетического и профилактического питания [1]. В России соевые бобы в рецептурах колбас используют с начала 40-х годов прошлого столетия.

Из соевых бобов после экстракции масла получают обезжиренные хлопья с содержанием белка 52–55 %, которые являются основным сырьем для производства других видов соевых белковых продуктов. В зависимости от содержания белков, жира и углеводов их подразделяют на соевую муку, соевый концентрат (содержание белка 65–70 %) и соевый изолят (содержание белка 92–95 %). Кроме того, в мясной промышленности используют текстурированные соевые белковые продукты [2]. При переработке питательная ценность и химическая структура белка сои не изменяются, а изменяется лишь физическая форма [3].

Белковые продукты, полученные переработкой сои, занимают важное место в мясной промышленности из-за их высоких функциональных свойств, положительного влияния на органолептические особенности и биологические характеристики мясного продукта. Также немалое значение имеют экономические показатели при производстве таких комбинированных продуктов.

Использование растительных белков в составе мясных продуктов не всегда отражается производителем на этикетке или в сопроводительной документации [4]. В практике при определении качества мясного продукта нередко возникает необходимость не только установления типа продукта, но и проведения идентификации реального состава и входящих в состав компонентов, в том числе и растительных. Целью подобной идентификации является определение и подтверждение подлинности конкретного вида и наименования товара, а также соответствия определенным требованиям или информации о нем, указанной на маркировке и (или) в сопроводительных документах.

Принятый в ряде стран мира микроструктурный анализ в России совсем недавно получил законодательную базу [5]. Тем не менее, не требуя сложного оборудования, данный метод позволяет достаточно быстро получать убедительный ответ о качественном составе большинства мясных продуктов, их соответствии требованиям нормативной документации.

Объекты и методы исследований

Гистологические исследования мясного сырья и продукции проводились в соответствии с классическим микроструктурным анализом и разработанными стандартизованными методами: ГОСТ Р 51604-2000 «Мясо и мясопродукты. Метод гистологической идентификации состава»; ГОСТ Р 52480-2005 «Мясо и мясные продукты. Ускорен-

ный метод определения структурных компонентов состава». Также применяли авторские модификации методов, позволяющие сократить время исследований и значительно повысить качество получаемых гистологических препаратов [6].

Гистологические срезы изготавливали на криостат-микротоме MICROM HM-525, толщина срезов 16–20 мкм. Окрашивали срезы гематоксилином Эрлиха и докрашивали 1%-м свежеприготовленным водно-спиртовым раствором эозина; заключали под покровные стекла в глицерин-желатин. Изучение гистологических препаратов и их фотографирование осуществляли на световом микроскопе AxioImaiger A1 (Carl Zeiss, Германия), применяя объективы с увеличением от 10х до 63х, с помощью подключенной видеокамеры AxioCam MRc 5. Обработку изображений и проведение морфометрических исследований производили с применением компьютерной системы анализа изображений AxioVision 4.7.1.0, адаптированной для гистологических исследований. Для получения достоверных результатов эксперименты повторяли не менее 3 раз при 3–5-кратной повторности анализов каждого из образцов по всем изучаемым параметрам. Морфометрические исследования осуществляли в соответствии с принципами системного количественного анализа.

Результаты и их обсуждение

В ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова» проведены комплексные исследования структурных особенностей соевых белковых компонентов, используемых в производстве мясных продуктов, изучены особенности изменения их микроструктуры в процессе технологической обработки и разработаны гистологические методы идентификации растительных компонентов белковой природы в любых видах мясного сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов [7, 8].

При изучении гистологических препаратов под световым микроскопом компонент «соевый изолированный белок» достоверно обнаруживается в мясных продуктах, так как имеет достаточно характерную микроскопическую структуру. Он выявляется в виде отдельных более или менее округлых частиц различного размера. Встречаются частицы в форме «гантели», «цветка». При использовании существенных количеств соевого изолированного белка эти частицы могут сливаться и образовывать крупные конгломераты. Характерной особенностью частиц соевого изолята является довольно сложная структурированность, сочетающая множественные наложенные друг на друга кольца с небольшими каплевидными пустотами внутри. При окрашивании гематоксилином и эозином частицы приобретают равномерный розовый цвет.

В зависимости от особенностей технологической подготовки соевого растительного сырья, нередко индивидуально отличающегося у каждой фирмы-производителя или даже партии выработки, структурные особенности частиц белкового препарата несколько отличаются между собой, но эти различия не носят принципиального характера, меняется только однотипность формы и размера частиц.

Локализуются частицы изолированного соевого белка преимущественно в областях с высокой степенью измельчения компонентов продуктов, особенно в ассоциации с мелкозернистой белковой массой (рис. 1). В вареных колбасах частицы изолята равномерно распределяются в фаршевой массе, в деликатесных продуктах они находятся преимущественно в зоне инъецирования в областях соединительнотканного каркаса мышцы, особенно в зоне перимизия. В составе сырокопченых и варено-копченых колбас нередко используются «соевые гранулы», которые на гистологическом препарате выглядят в виде эозинофильной гомогенной массы, ассоциированной с мясными элементами фарша, в структуре которой различимы отдельные частицы соевого изолята (рис. 2).

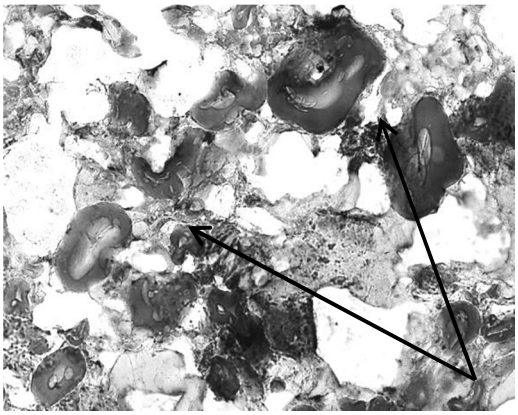

Рис. 1. Соевый изолированный белок в вареной колбасе (об. 20х)

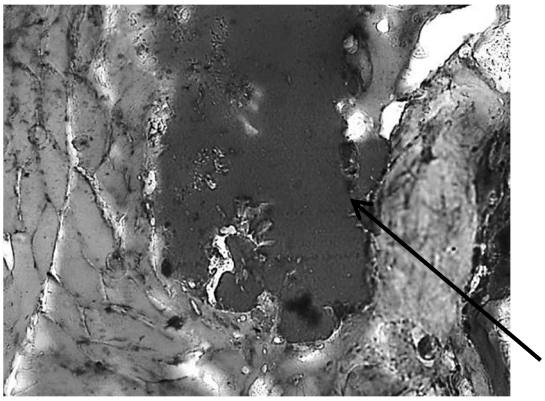

Рис. 2. Соевые гранулы в сырокопченой колбасе (об. 20х)

Соевые концентраты на гистологическом срезе идентифицируются как группы клеток с выраженной эозинофилией, отделенные друг от друга неокрашенными прослойками целлюлозы (рис. 3). Клетки могут быть ориентированы на гистологических срезах как в продольном, так и в поперечном направлениях относительно длинной оси клеток. При этом они имеют округлую или овально-цилиндрическую форму. В зависимости от первоначальной локализации в составе соевого боба клетки выявляемых частиц могут иметь больший

или меньший размер и несколько варьирующую форму. Клетки оболочки практически не содержат окрашиваемых в розовый цвет белковых компонентов, формируют плотные полупрозрачные структуры, напоминающие стопки монет, в которых различима только целлюлозная оболочка.

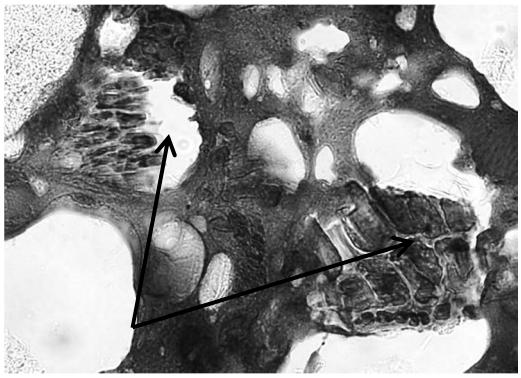

Рис. 3. Соевый концентрат в сосисках (об. 40х)

Клеточные комплексы соевого концентрата сохраняют свою специфическую структуру после всех технологических воздействий, используемых при выработке мясного продукта. Вследствие этого его обнаружение в продукте возможно без затруднений.

Все образцы текстурированных соевых белковых продуктов имеют пористую структуру с различными типами пор разнообразной формы и размеров. При микроскопическом изучении гистологических препаратов текстурированных соевых белковых продуктов было выявлено три основных компонента: слоистые белковые структуры, составляющие его основную часть и определяющие пищевую и технологическую ценность этого компонента; заполняющая пространство между слоями фибриллярного компонента зернистая составляющая; комплекс растительных клеток оболочки соевого боба, содержащих значительное количество целлюлозы. Фибриллярные слоистые белковые структуры и зернистый компонент окрашиваются гематоксилином и эозином в розовый цвет с фиолетовым оттенком различной интенсивности (рис. 4). В то же время комплексы чаще всего параллельных друг другу узких цилиндрических клеток остаются при этом практически не окрашенными вследствие целлюлозной природы (рис. 5).

Установлено, что соевые текстураты сохраняют свои микроструктурные характеристики после любых видов термической обработки, однако при 100 ˚С в структуре изменяется плотность расположения белковых волокон, что делает ее более рыхлой.

В ходе гистологических исследований установлено, что в составе муки соевых бобов частицы белкового продукта широко отличаются по размеру, форме и количеству составляющих их клеток. Они могут включать до нескольких десятков клеток, как однотипных, так и с различным морфологическим строением. Среди них можно выделить округлые и овально-цилиндрические клетки. Сами клеточные комплексы имеют более крупный размер с неправильной формой по сравнению с частицами соевого концентрата. В составе муки присутствуют не окрашиваемые обычными гистологическими приемами целлюлозные комплексы игольчатого или волокнистого характера, относящиеся к оболочке соевого боба.

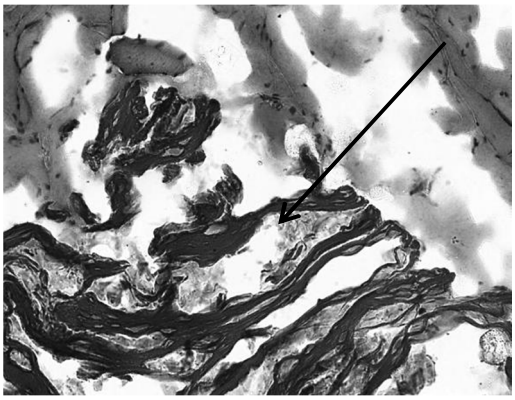

Рис. 4. Текстурированный соевый белок в пельменях. Слоистые белковые структуры (об. 20х)

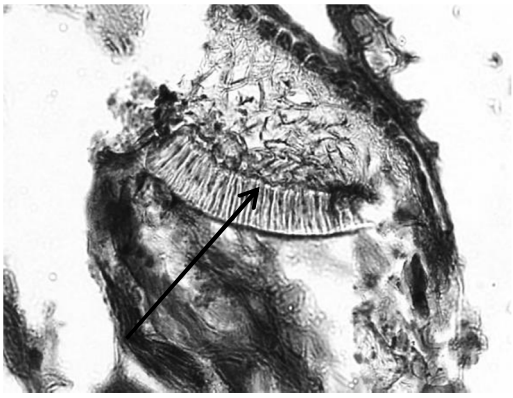

Рис. 5. Текстурированный соевый белок в пельменях. Комплекс клеток оболочки соевого боба (об. 40х)

Собранные сведения о морфологических особенностях соевых белковых компонентов, а также их изменениях в ходе технологических воздействий позволяют проводить их выявление и идентификацию в составе мясного сырья и готовых продуктов. Дополнительное использование компьютерных систем анализа изображения дает возможность получать объективные измерения линейных, плоскостных и объемных параметров частиц компонентов и определять их содержание в объемных процентах [9].

Возможности количественной оценки содержания соевых продуктов ограничиваются тем, что все получаемые гистологическим анализом морфометрические данные выражаются в *объемных процентах*, что отличается от *массовых процентов,* обусловленных технологическими требованиями и рецептурным составом. Следует также отметить, что представляемый в объемных процентах количественный результат будет несколько изменяться в зависимости от степени гидратации препарата белка и, соответственно, увеличения размеров ви-

димой частицы. Иными словами, увеличение связывания белком влаги и соответствующее увеличение размера частиц может приводить к некоторому завышению количества при определении содержания соевых белковых продуктов методом морфометрического микроструктурного анализа.

Выявление соевых белковых продуктов, дифференциация по технологическим вариантам и определение характеристик их качества могут осуществляться на базе разработанного ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок». Данный стандарт позволяет идентифицировать соевые компоненты в соответствии с их микроструктурными особенностями в любых видах мясного сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов [10].

Таким образом, применяя методы гистологического исследования, можно эффективно контролировать такую важную характеристику качества полуфабрикатов и готовой продукции, как состав использованного при их выработке сырья и разных технологических добавок не только животного, но и растительного происхождения.

Список литературы

1. Использование нетрадиционных источников белка растительного происхождения / Л.Д. Ерашова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2009. – № 10. – С. 14–15.

2. Сидоренко, Т.А. Экструзионная технология пищевых текстуратов / Т.А. Сидоренко // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2008. – № 2. – С. 563.

3. Меренкова, С.П. Практические аспекты использования растительных белковых добавок в технологии мясных продуктов / С.П. Меренкова, Т.В. Савостина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 23–29.

4. Хвыля, С.И. Фальсификация состава сырья копченых колбас / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, Е.А. Алексеева // Мясная индустрия. – 2013. – № 4. – С. 28–31.

5. Хвыля, С.И. Разработка национальных стандартов на гистологические методы исследования мясных продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Мясная индустрия. – 2010. – № 3. – С. 32–35.

6. Хвыля, С.И. Контроль качества мяса: гистологические методы / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина // Контроль качества продукции. – 2013. – № 10 – С. 30–34.

7. Хвыля, С.И. Микроструктурные особенности растительных белковых продуктов для мясной промышленности / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина // Все о мясе. – 2011. – № 2. – С. 10–14.

8. Хвыля, С.И. Особенности микроструктуры соевых белковых продуктов, применяемых в мясной промышленности / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Пищевая промышленность. – 2010. – № 10. – С. 54–55.

9. Randulova, Z. Determination of soya protein in model meat products using image analysis / Z. Randulova, B. Tremlova, Z. Rezacova-Lukaskova, M. Pospiech, I. Straka // Czech Journal of Food Sciences. – 2011. – Vol. 29. – Is. 4. – P. 318–321.

10. 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.

PRACTICAL ASPECTS OF APPLICATION OF GOST 31474-2012 «MEAT AND MEAT PRODUCTS. HISTOLOGICAL METHOD OF PLANT PROTEIN ADDITIVE IDENTIFICATION»

V.A. Pchelkina*, S.I. Khvilya

The Gorbatov's All-Russian Meat Research Institute (VNIIMP),
26, Talalikhina str., Moscow, 109316, Russia

**e-mail: gistolab@vniimp.ru*

Received: 23.04.2015
Accepted: 30.06.2015

Derivatives of soybeans with different technological preparation of these plant raw materials (isolated soy protein, concentrates, textured soy protein products) are often used in Russia and abroad while producing meat products. The use of soy protein in the composition of meat products is not always reflected by manufacturers on the label or in the accompanying documentation. Thus, an important task is to determine the actual composition of the finished product and to identify all components. The paper presents the research data on histological features of soy protein products used in the meat industry. It has been found that each type of soy protein component has its own distinctive histological characteristics that reliably identify it as a part of meat raw materials and finished products. The result of the research is the developed GOST 31474-2012 “Meat and meat products. Histological method of plant protein additive identification”, which enables to identify soy protein products in accordance with their microstructural features in all types of meat raw materials, semi-finished and finished products.

Meat, meat products, soy proteins, identification methods, histological analysis

References

1. Erashova L.D., Pavlova G.N., Ermolenko R.S., Artjuh L.V., Grom L.L. Ispol'zovanie netradicionnyh istochnikov belka rastitel'nogo proishozhdenija [The use of non-conventional sources of plant protein]. *Pishhevaja promyshlennost'* [Food Industry], 2009, no. 10, pp. 14–15.

2. Sidorenko T.A. Ekstruzionnaia tekhnologiia pishchevykh teksturatov [Extrusion technology of food texturates]. *Pishhevaja i pererabatyvajushhaja promyshlennost'. Referativnyj zhurnal* [Food and Processing Industry. Ref. Journal], 2008, no. 2, pp. 563.

3. Merenkova S.P., Savostina T.V. Prakticheskie aspekty ispol'zovaniia rastitel'nykh belkovykh dobavok v tekhnologii miasnykh produktov [Practical aspects of using plant protein supplements in meat product technology]. *Vestnik JuUrGU. Serija «Pishhevye i biotehnologii»* [Bulletin of South Ural State University, Series "Food and Biotechnology"], 2014, vol. 2, no. 1, pp. 23–29.

4. Khvilya S.I., Pchelkina V.A., Alekseeva E.A. Fal'sifikacija sostava syr'ja kopchenyh kolbas [Falsification of raw material composition of smoked sausages]. *Mjasnaja industrija* [Meat Industry], 2013, no. 4, pp. 28–31.

5. Khvilya S.I., Pchelkina V.A., Burlakova S.S. Razrabotka nacional'nyh standartov na gistologicheskie metody issledovanija mjasnyh produktov [The development of national standards for histological methods of meat products research]. *Mjasnaja industrija* [Meat Industry], 2010, no. 3, pp. 32–35.

6. Khvilya S.I., Pchelkina V.A. Kontrol' kachestva mjasa: gistologicheskie metody [Meat quality control: histological methods]. *Kontrol' kachestva produktsii* [Production Quality Control], 2013, no. 10, pp. 30–34.

7. Khvilya S.I., Pchelkina V.A. Mikrostrukturnye osobennosti rastitel'nyh belkovyh produktov dlja mjasnoj promyshlennosti [Microstructural features of plant proteins for meat industry]. *Vse o miase* [All About Meat], 2011, no. 2, pp. 10–14.

8. Khvilya S.I., Pchelkina V.A., Burlakova S.S. Osobennosti mikrostruktury soevyh belkovyh produktov, primenjaemyh v mjasnoj promyshlennosti [Microstructural features of soy proteins used in meat industry]. *Pishhevaja promyshlennost'* [Food Industry], 2010, no. 10, pp. 54–55.

9. Randulova Z., Tremlova B., Rezacova-Lukaskova Z., Pospiech M., Straka I. Determination of soya protein in model meat products using image analysis. *Czech Journal of Food Sciences*, 2011, vol. 29, iss. 4, pp. 318–321.

10. Khvylia S.I., Pchelkina V.A., Burlakova S.S. Standartizovannye gistologicheskie metody otsenki kachestva miasa i miasnykh produktov [Standardized histological methods for evaluating quality of meat and meat products]. *Vse o miase* [All About Meat], 2011, no. 6, pp. 32–35.

Дополнительная информация / Additional Information

Пчелкина, В.А. Практические аспекты применения ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок» / В.А. Пчелкина, С.И. Хвыля // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 50-54.

Pchelkina V.A., Khvilya S.I. Practical aspects of application of GOST 31474-2012 "Meat and meat products. Histological method of plant protein additive identification". *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 50-54 (In Russ.).

Пчелкина Виктория Александровна
канд. техн. наук, старший научный сотрудник Экспериментальной клиники-лаборатории биологически активных веществ животного происхождения, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова», 109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 26, тел.: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru

Хвыля Сергей Игоревич
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова», 109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 26, тел.: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru

Viktoriia A. Pchelkina
Cand. Tech. Sci., Senior Research Assistant of Experimental Clinic - Laboratory of Biologically Active Substances of an Animal Origin, Gorbatov's All-Russian Meat Research Institute (VNIIMP), 26, Talalikhina str., 109316, Moscow, phone: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru

Sergey I. Khvilya
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Research Assistant, Gorbatov's All-Russian Meat Research Institute (VNIIMP), 26, Talalikhina str., 109316, Moscow, phone: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru