

11. Feofilova EP (Kletochnaya stenka gribov. Moscow. 1983.
12. Karacsonyi S, Kuniak L. Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus* – Isolation and structure of pleuran, an alkali-insoluble β-D-glucan. Carbohydr. Polym. 1994; 24: 107-111.
13. Kanarskaja ZA. Poluchenie i svojstva hitin-gljukanovogo adsorbenta iz biomassy gribov: dis. kand. tehn. nauk. Kazan'. 2000.
14. Gorovoj LF, Kosjakov VN. Kletochnaja stenka gribov – optimal'naja struktura dlja biosorbci. Biopol. i kletka. 1996; 12(4): 49-60.
15. Muzzarelli RAA. Chitin. Oxford: Pergamon Press. 1977.
16. Obolenskaja AV, El'nickaja ZP, Leonovich AA. Laboratornye raboty po himii drevesiny i cellulozy. Moscow. 1991.
17. Il'ina AV, Varlamov VP. Vlijanie stepeni acetilirovaniya na fermentativnyj gidroliz hitozana preparatom Celoviridin G20H. Prikl. biokhimiya i mikrobiologija. 2003; 39(3): 273-277.
18. Chums SC. Recent developments in the chromatographic analysis of carbohydrates. J. of Chrom., 1990; 500: 555-583.
19. Manzi P, Gambelli L, Marconi S. Nutrients in edible mushrooms: An interspecies comparative study. Food Chem. 1999; 65: 477-482.
20. Selvakumar P, Rajasekar S, Periasamy K, Raaman N. Isolation and characterization of melanin pigment from *Pleurotus cystidiosus* (telomorph of *Antramycopsis macrocarpa*). World J. Microbiol. Biotechnol. 2008; 24: 2125-2133.
21. Ajvazov GV. Praktikum po himii poverhnostnyh javlenij i adsorbci. Moscow: Vysshaja shkola. 1973.
22. Chemo NK. Pishhevye volokna: sostav, svojstva, tehnologija proizvodstva: dis. dok. tehn. nauk. Odessa, 1990.
23. Chemo N, Stankevych G, Osolina S, Nikitina O. The optimization of conditions for obtaining food supplement with the adaptogenic activity from *Agaricus bisporus*. Ukr. J. of Food Sci. 2014; 2: 43-51.
24. Chemo NK, Shapkina KI. Struktura ta vlastyivosty β-gljukani *Saccharomyces cerevisiae*, otrzymanogo peroksydnyim metodom. Naukovi praci Odes'koj nacional'no' akademii' harchovyh tehnologij. 2013; 46(2): 104-108.

Отримано в редакцію 30.06.2015
 Прийнято до друку 20.08.2015

УДК 637.54:663.14.039.3

ПОДОВЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСА ПТИЦІ ШЛЯХОМ ОБРОБКИ ВИСОКИМ ГІДРОСТАТИЧНИМ ТИСКОМ

Л. Г. Винникова, доктор технічних наук, професор*, E-mail: yinnikova.luda@mail.ru
 І. А. Прокопенко, аспірант*, E-mail: irina41079@mail.ru
 А. Д. Солецка, кандидат технічних наук, доцент*, E-mail: anna-soletska@yandex.ru

*Кафедра технологій м'яса, риби і морепродуктів
 Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, г. Одеса, Україна, 65039

Анотація. У роботі проведено мікробіологічні, фізико-хімічні та органолептичні дослідження для визначення раціональних режимів обробки високим тиском м'яса птиці з метою подовження терміну його зберігання. Обробка харчових продуктів високим тиском дозволяє проводити контроль за ферментативними процесами, забезпечує інактивацію мікроорганізмів, запобігає розпаду вітамінів та інших поживних речовин. Гідростатичний тиск впливає одночасно на всю товщину продукту, внаслідок чого скорочується тривалість обробки сировини, відбувається економія енергоресурсів.

Результати проведених досліджень дозволили визначити оптимальні режими обробки м'яса птиці високим гідростатичним тиском. Раціональним режимом обробки слід вважати обробку при 225 МПа тривалістю 30-60'с, що сприяє подовженню терміну зберігання м'яса птиці при стандартних умовах у 2 рази у порівнянні з контрольними зразками. Атермічна обробка з розробленими режимами задовольняє органолептичним, мікробіологічним та хімічним показникам свіжості для охолодженого м'яса птиці.

Ключові слова: високій гідростатичний тиск, м'ясо птиці, термін зберігання.

УДЛИНЕНИЕ СРОКА ХРАНЕНИЯ МЯСА ПТИЦЫ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ ВИСОКИМ ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Л. Г. Винникова, доктор технических наук, профессор*, E-mail: yinnikova.luda@mail.ru
 И. А. Прокопенко, аспирант*, E-mail: irina41079@mail.ru
 А. Д. Солецкая, кандидат технических наук, доцент*, E-mail: anna-soletska@yandex.ru

*Кафедра технологий мяса, рыбы и морепродуктов
 Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

Аннотация. В работе проведены микробиологические, физико-химические и органолептические исследования для определения рациональных режимов обработки высоким давлением мяса птицы с целью удлинения срока его хранения. Обработка пищевых продуктов высоким давлением позволяет проводить контроль за ферментативными процессами, обеспечивает инактивацию микроорганизмов, предотвращает распад витаминов и других питательных веществ. Гидростатическое давление воздействует одновременно на всю толщину продукта, вследствие чего сокращается продолжительность обработки сырья, происходит экономия энергоресурсов.

Результаты проведенных исследований позволили определить оптимальные режимы обработки мяса птицы высоким гидростатическим давлением. Рациональным режимом обработки следует считать обработку при 225 МПа продолжительностью 30-60'с, что способствует удлинению срока хранения мяса птицы при стандартных условиях в 2 раза в сравнении с

контрольными образцами. Атермическая обработка с разработанными режимами удовлетворяет органолептическим, микробиологическим и химическим показателям свежести для охлажденного мяса птицы.

Ключевые слова: высокое гидростатическое давление, мясо птицы, срок хранения.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".
 This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

Введение

В настоящее время происходит рост потребления мяса птицы и продуктов с его использованием. Продукция птицеперерабатывающих производств относится к скоропортящейся, поэтому производители мяса птицы сталкиваются с необходимостью удлинения срока его хранения. Необходимо различать годность продуктов с точки зрения продолжительности хранения и пищевую безопасность, так как в мясе птицы при хранении могут содержаться опасные уровни патогенных бактерий без видимых причин порчи, не определяемых визуально или на вкус. Поэтому в современных условиях очень важно не только продлить срок хранения мяса и мясopодуктов, но и обеспечить микробиологическую безопасность продукции [1].

Постановка проблемы

Применение традиционных для украинского рынка технологий холодильной обработки, использования вакуумной упаковки, газовых смесей, многослойных пакетов и т. д. не позволяет добиться достаточно длительного срока хранения мяса птицы с высокими показателями качества и безопасности к готовой продукции. Следовательно, разработка новых методов для удлинения срока хранения мяса птицы является весьма актуальной.

Литературный обзор

С прогрессом техники в странах Северной Америки, Японии, Швеции, Голландии и др. широкое применение находит обработка пищевых продуктов высоким гидростатическим давлением (ВД). Технология высокого давления (ВД) включает в себя все преимущества тепловой обработки, при этом позволяет сохранить свежесть, питательные и органолептические характеристики пищевых продуктов [2], обеспечивая экологическую безопасность.

Из литературных источников известно [3], что применение обработки пищевых продуктов высоким давлением позволяет проводить контроль за ферментативными процессами, обеспечивает инактивацию микроорганизмов, предотвращает распад витаминов и других питательных веществ.

Одним из преимуществ использования высокого давления на пищевые продукты является одновременная и равномерная передача давления во всю массу производственной загрузки и, как следствие, на-

блюдаемая независимость параметров процесса от её размера и геометрии [4,5,6]. При обычной тепловой обработке размер и геометрия может быть лимитирующим фактором. К примеру, снижение размера фрагментов продовольственного сырья в тепловом водно-фазовом процессе необходимо для улучшения тепло и массопереноса, однако при этом ухудшаются питательные свойства продукта и состояние окружающей среды (загрязнение сточных вод). Процесс с использованием высокого давления, в связи с этим, приобретает большую гибкость и универсальность, а в конечном итоге, революционизирует традиционный метод переработки пищевых продуктов. Таким образом, процесс с использованием высокого давления является, ко всему прочему, экологически более чистым, так как существенно снижает отходы производства (образующиеся, например, как результат разрыва растительных и животных клеток или тканей).



Рис. 1. Оборудование для обработки пищевых продуктов высоким давлением

Многие исследователи изучали применение ВД в мясной промышленности, но влияние данной обработки на мясо птицы пока не изучено.

Определение оптимальных режимов обработки мяса птицы высоким гидростатическим давлением

Целью исследований является изучение влияния высокого давления на продолжительность хранения мяса птицы, а также установление рациональных режимов ВД.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение микробиологических показателей мяса птицы, обработанного давлением, в процессе хранения;
- изучение показателей свежести мяса в процессе хранения после обработки ВД;
- установление рациональных режимов атермической обработки для хранения мяса птицы.

Таблиця 1 – Параметри УВД

Показатели	Параметры
Максимальное давление в камере ВД при комнатной температуре	1000 МПа
Рабочее давление в камере ВД	900 МПа
Рабочий диаметр канала камеры ВД	40,38 мм
Максимальная высота исследуемого объекта	120 мм
Рабочий диапазон температур	-20...+80°C
Максимальная температура в камере ВД	+100°C
Минимальная температура в камере ВД	-40°C

Предмет исследований – модельные и контрольные образцы мяса, полученные из охлажденного филе цыплят-бройлеров, хранившегося не более 24 ч после убоя при температуре 0 – 4 °С.

Методы исследований. Подготовка образцов мяса птицы заключалась в нарезании охлажденного филе цыплят-бройлеров на куски размером 5×3×3 см с последующей упаковкой в полиамидную пленку во избежание взаимного влияния объектов исследования и рабочей среды при гидростатической обработке. Обработку высоким давлением проводили на экспериментальной установке высокого давления

Таблиця 2 – Бактериологические показатели опытных образцов на 10 сутки хранения

Режим обработки		Показатели				
P, МПа	τ, 60 ¹ с	КМАФАнМ, КОЕ в 1г	БГКП в 0,0001г	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. бактерии рода сальмонелл в 25 г	Сульфитредуцирующие клостридии в 0,01 г	Бактерии рода протей в 0,1 г
200	20	рост	выделено	не выделено	не выделено	не выделено
	30	рост	выделено	не выделено	не выделено	не выделено
225	20	не более 5 · 10 ⁵	единичные колонии	не выделено	не выделено	не выделено
	30	не более 5 · 10 ⁵	единичные колонии	не выделено	не выделено	не выделено
250	20	не более 5 · 10 ⁵	единичные колонии	не выделено	не выделено	не выделено
	30	не более 5 · 10 ⁵	единичные колонии	не выделено	не выделено	не выделено
Контроль – охлажденное мясо		сплошной рост	выделено	не выделено	не выделено	не выделено

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в указанный срок хранения только при режимах обработки 225 и 250 МПа в течение 20-60¹с и 30-60¹с

(УВД) в лаборатории кафедры общинженерных дисциплин Донецкого национального университета экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк. УВД предназначена для исследования влияния высокого гидростатического давления (до 1000 МПа) и температуры от -20 °С до +80 °С на пищевые продукты, медицинские препараты, биологические объекты и т. п.

В качестве рабочей среды использована жидкость ПЭС-3.

Экспериментальные исследования проводились в пятикратной повторности по стандартным методам исследований. Полученные результаты представлены в единицах международной системы СИ.

Анализ литературных источников [7-9] показал, что существует пороговая величина давления (300 МПа), выше которой происходит тепловая денатурация белков. Поэтому нами принято решение провести экспериментальные исследования в диапазоне давлений от 200 до 250 МПа с шагом 25 МПа. Продолжительность обработки ВД 20 и 30-60 °С.

Так как одной из основных причин порчи мяса является процесс жизнедеятельности микроорганизмов, содержащихся в тканях и на поверхности мяса, провели микробиологические исследования образцов на 10 сутки хранения. Для этого определяли общую обсемененность мяса (КМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП), патогенных микроорганизмов (в том числе бактерий группы сальмонелл), бактерий рода протей, а также коагулоположительных стафилококков. Срок хранения охлажденного мяса птицы при температуре 0 – 4 °С должен быть не более 4 суток [10]. Результаты бактериологического анализа для опытных образцов на 10 сутки хранения представлен в таблице (табл. 2).

возможно удлинение срока хранения мяса птицы в 2 раза. В процессе хранения наблюдалось постепенное нарастание микробного загрязнения, но не так ин-

тенсивно, как это было отмечено у контрольного образца.

Для определения степени свежести исследуемых образцов в процессе хранения провели микроскопию мазков-отпечатков [10]. Метод микроскопического анализа основан на определении количества бактерий и степени распада мышечной ткани путем микроскопирования мазков-отпечатков. Результаты исследования указаны в таблице (табл. 3).

Как видно из данных в таблице, обработка давлением 200 МПа не оказывает существенного влияния на увеличение сроков хранения, хотя данные образцы

на 5 сутки хранения удовлетворяли показателям свежего мяса, в то время как контрольный образец имел показатели сомнительной свежести, но на 10 сутки становились непригодными. При обработке давлением 225 и 250 МПа в течение 20-60¹с и 30-60¹с образцы имеют показатели свежего мяса.

К химическим исследованиям свежести мяса птицы в процессе хранения относятся определение количества летучих жирных кислот, определение кислотного числа жира, определение пероксидного числа [10]. Количество летучих жирных кислот в процессе хранения представлено на графике (рис. 2).

Таблиця 3 – Результаты микроскопии мазков-отпечатков в процессе хранения

Режим обработки		Количество палочек и кокков	
P, МПа	τ, 60 ¹ с	5 суток	10 суток
200	20	Свежее (единичные кокки, палочки)	Несвежее (свыше 30 в поле зрения)
	30	Свежее (единичные)	Несвежее (свыше 30 в поле зрения)
225	10	Свежее (единичные)	Свежее (до 10 в поле зрения)
	20	Свежее (единичные)	Свежее (до 10 в поле зрения)
250	10	Свежее (единичные)	Свежее (до 10 в поле зрения)
	20	Свежее (единичные)	Свежее (до 10 в поле зрения)
Контроль – охлажденное мясо		Сомнительной свежести (обильный рост)	Несвежее (сплошной рост)

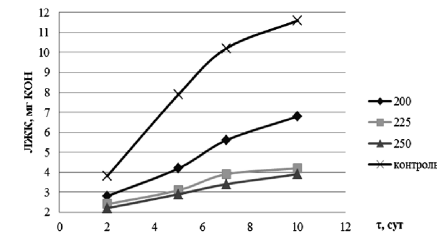


Рис. 2. Изменение количества летучих жирных кислот образцов в процессе хранения

Из рисунка видно, что контрольный образец имел показатели сомнительной свежести (4,5 мг КОИ) уже на 3 сутки хранения, показатель «не свежего» мяса – на 6 сутки (более 9 мг КОИ). Среди опытных наилучшие показатели имели образцы обработанные 225 и 250 МПа. На 10 сутки хранения количество летучих жирных кислот находилось в промежутке до 4,5 мг КОИ, что соответствует показателям «свежего» мяса.

Определение кислотного и пероксидного числа опытных и контрольных образцов позволит установить глубину гидролитического распада и степень окислительной порчи жиров. Результаты исследования представлены на рисунках 3 и 4 соответственно.

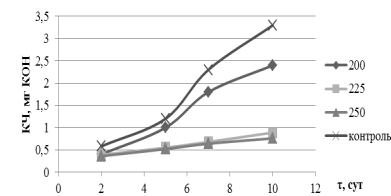


Рис. 3. Изменение кислотного числа образцов при хранении

Проведя анализ полученных результатов, можно сделать вывод, что на 2 сутки хранения все образцы

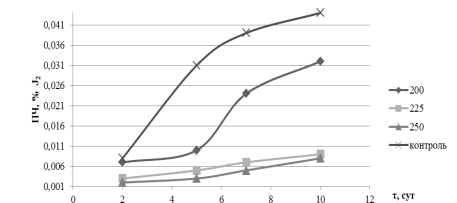


Рис. 4. Изменение пероксидного числа образцов при хранении

имели показатели кислотного и пероксидного числа, характерные для свежего мяса. По мере увеличения

продолжительности хранения образцов вследствие окислительной порчи происходит постепенное накопление свободных кислот и окисей, в результате чего контрольный образец, прошедший обработку давлением 200 МПа, на 5 сутки имеет показатели сомнительной свежести. В то время как у образцов, обработанных ВГД при 225 и 250 МПа, на 10 сутки по степени окислительной порчи жиров показатели соответствуют свежему мясу, но без дальнейшего хранения.

Анализируя полученные данные, пришли к заключению, что требованиям к охлажденному мясу

птицы удовлетворяют образцы, которые прошли обработку при 225 и 250 МПа в течение 20-60¹ и 30-60¹ с.

Органолептическая оценка мяса в процессе хранения имеет приоритетное значение, поэтому мы провели исследование органолептических показателей контрольного и опытных образцов на 5 и 10 сутки хранения. Для характеристики показателей использовали 5-бальную шкалу [11]. На основе полученных баллов рассчитали общий балл каждого образца. Результаты исследования показаны в таблице (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты органолептической оценки мяса при хранении

Продолжительность хранения, суток	Режим обработки		Органолептическая оценка показателей, балл				
	P, МПа	τ, 60 ¹ с	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Запах	Общая
5	200	20	4	4	5	5	4,5
		30	5	5	5	5	5,0
	225	20	5	5	5	5	5,0
		30	5	5	5	5	5,0
	250	20	5	5	4	5	4,75
		30	5	5	4	5	4,75
10	200	20	3	3	4	3	3,3
		30	3	3	4	3	3,3
	225	20	4	5	5	4	4,5
		30	5	5	5	4	4,75
	250	20	5	5	4	4	4,5
		30	5	5	4	4	4,5
Контроль – охлажденное мясо			4	3	4	3	3,5

Анализируя полученные данные, пришли к заключению, что требованиям свежести к охлажденному мясу птицы удовлетворяют образцы, которые прошли обработку при 225 и 250 МПа в течение 20-60¹ и 30-60¹ с. При этом дегустаторы отмечали, что у образцов после обработки давлением 250 МПа происходит незначительное изменение цвета. Консистенция опытных образцов на 10 сутки хранения оставалась плотной, упругой, мясо без постороннего запаха и имело глянецовую поверхность.

Список литературы:

- Шубина Г. Существуют ли способы продлить сроки хранения охлажденного мяса до 2 месяцев и выше [Текст] / Г. Шубина // Мясной бизнес. – 2013. – №10. – С. 42–44.
- Сукманов В. А. Сверхвысокое давление в пищевых технологиях. Состояние проблемы : монография [Текст] / В. А. Сукманов, В. А. Хазипов ; Донец. гос ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. – Донецк : [ДонГУЭТ], 2003. – 168 с.
- Knorr D. Effects of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality / Knorr D. // Trends in Food Science and Technology. – 1993. – 4. – P. 370–375.
- Wilson D.C. High pressure sterilization / D. C. Wilson // 34th Annual Meeting of the Institute of Food Technologist (New Orleans, LA. May). – 1980. – P. 12 – 15.

Выводы

На основании полученных результатов установлено, что использование обработки мяса птицы ВГД способствует удлинению сроков хранения: опытные образцы хранились при стандартных условиях в 2 раза дольше контрольных. Рациональным режимом обработки ВГД следует считать обработку при 225 МПа продолжительностью 30-60¹ с. Данные параметры атермической обработки удовлетворяют органолептическим, микробиологическим и химическим показателям свежести для охлажденного мяса птицы.

- Cheftel J.C. Review: High pressure: Microbial inactivation and food preservation / J.C. Cheftel // Food Sci. Technol. Int. – №1. – 1995. – P. 75 – 80.
- Hayashi R., Kunugi S., Shimadsu S. A preservation of fruits and vegetables / R. Hayashi // High Pressure Bioscience (San – Ei Japan, Co., Kyoto). - № 3. – 1994. – P. 51 – 58.
- Palou E. High-pressure treatment in food preservation / Palou E., Lopez-Malo A., Barbosa-Canovas G. V., etc. // Handbook of Food Preservation, M. S. Rahman, ed. – 1999 – P. 533–575.
- Shoji T. High pressure using in food / T. Shoji, H. Saeki // Processing foods, ser food Engineering and manufacturing. –1989. – Vol. 52. – P. 75–831.
- Suzuki C. The protein denaturation by high pressure / C. Suzuki, K. Suzuki // Journal Biochem. – 1962. – Vol. 52. – P. 67–71.
- Поздняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров: Учеб. – 2-е изд. исп. и доп. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1999. – 448 с.
- Журавская Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясopодуктов / Журавская Н.К., Алехина Л.Т., Отряженкова Л.М. - М.: Агрпромиздаг, 1985. – 296 с.

◆.....◆ LENGTHENING THE SHELF LIFE OF POULTRY MEAT BY TREATMENT WITH HIGH HYDROSTATIC PRESSURE

L.G. Vinnikov, Ph.D., professor*, E-mail: vinnikova.luda@mail.ru
I.A. Prokopenko, a graduate student*, E-mail: irina41079@mail.ru
A.D. Soletskaya, Ph.D., Associate Professor*, E-mail: anna-soletska@yandex.ru

*Department of Technology of meat, fish and seafood

Odessa National Academy of Food Technologies, Kanatnaya str., 112, Odessa, Ukraine, 65039

Annotation. Microbiological, physicochemical and organoleptic studies that are used to determine rational modes of high pressure processing of poultry with a view to lengthening its shelf life have been conducted in the work. Food processing with high pressure allows to monitor the enzymatic processes, ensures inactivation of microorganisms, prevents the collapse of vitamins and other nutrients. Hydrostatic pressure acts simultaneously on all thickness of the product, resulting the duration of raw material's processing reduces, energy resources are saving.

The results of conducted researches allowed to determine the optimal modes of processing of poultry meat with high hydrostatic pressure. Rational mode of processing should be considered as processing at 225 MPa with duration of 30-60¹ s, which contributes to the lengthening of the period of storage of poultry meat under standard conditions in 2 times in comparison with control samples. Athermal processing with the developed modes complies organoleptic, microbiological and chemical indicators of freshness for chilled poultry.

Keywords: high hydrostatic pressure, poultry, shelf life.

References

- Shubina G Sushhestvujut li sposoby prodliť sroki hranenija ohlazhdenogo mjasa do 2 mesjacev i vyshje. Mjasnoj biznes. 2013; 10: 42-44.
- Sukmanov VA, Hazipov VA Sverhvysoкое davlenie v pishhevij tehnologijah. Sostojanie problemy : monografija. Donec. gos un-t jekonomiki i torgovli im. M. Tugan-Baranovskogo. Donec. 2003.
- Knorr D Effects of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality. Trends in Food Science and Technology. 1993; 4: 370-375.
- Wilson DC High pressure sterilization. 34th Annual Meeting of the Institute of Food Technologist (New Orleans, LA. May., 1980; 12-15.
- Cheftel JC Review: High pressure: Microbial inactivation and food preservation. Food Sci. Technol. Int. 1995; 1: 75 - 80.
- Hayashi R, Kunugi S, Shimadsu S A preservation of fruits and vegetables. High Pressure Bioscience (San – Ei Japan, Co., Kyoto) 1994; 3: 51-58.
- Palou E. Lopez-Malo A, Barbosa-Canovas GV High-pressure treatment in food preservation. Handbook of Food Preservation, M. S. Rahman, ed. 1999; 533-575.
- Shoji T, Saeki H High pressure using in food. Processing foods, ser food Engineering and manufacturing. 1989; 52: 75-831.
- Suzuki C, Suzuki K The protein denaturation by high pressure. Journal Biochem. 1962; 52: 67-71.
- Pozdnjakovskij VM Gигиенические основы питания, bezopasnost' i ekspertiza prodovol'stvennyh tovarov: Ucheb. – 2-e izd. isp. i dop. – Novosibirsk: Izd-vo Novosib. un-ta .1999.
- Zhuravskaja NK, Alehina LT, Otrjashenkova LM Issledovanie i kontrol' kachestva mjasa i mjasoproduktov. M.: Agropromizdat. 1985.

Отримано в редакцію 02.06.2015

Прийнято до друку 10.08.2015