



Universitatea Tehnică a Moldovei

**Asigurarea calității și siguranței cărnii prin
utilizarea presiunii înalte**

Studenta:

Corbu Marina

Coordonator:

**Sandulachi Elisaveta,
dr., conf. univ.**

Chișinău, 2021

REZUMAT (RO)

Teza de master cu titlul „Asigurarea calității și siguranței cărnii prin utilizarea presiunii înalte”, se desfășoară pe 74 pagini, este structurată pe cinci capitole și beneficiază de sprijinul a 17 tabele, 22 figuri și 85 referințe bibliografice.

Scopul tezei de master „Asigurarea calității și siguranței cărnii prin utilizarea presiunii înalte” a fost studierea literaturii în conformitate cu tema tezei de master pentru a analiza influența utilizării presiunii înalte la calitatea produselor din carne.

În urma studiului efectuat s-a ajuns la următoarele obiective:

1. Studierea utilizării presiunii înalte în produsele alimentare;
2. Evaluarea calității microbiologice a cărnii;
3. Elaborarea și explicarea graficelor pe baza rezultatelor studiate;
4. Efectuarea unui studiu bibliografic, care include articole, brevete de invenții, materiale tehnice;
5. Evaluarea și concluzionarea metodelor implementate.

Capitolul 1. Studiul bibliografic. HPP includ conservarea produselor din carne, stridii, gemuri de fructe, sucuri de fructe, sosuri de salată, calamari proaspeți, tort de orez, ficat de rață, gem, guacamole și multe alimente gata consumate. În toate acestea cazuri, inactivarea microbiană și enzimatică se realizează fără a modifica calitatea produsului

Capitolul 2. Materiale și metode. Carnea, prin compoziția ei chimică, constituie un mediu nutritiv foarte prielnic pentru dezvoltarea microorganismelor. Iată de ce în industria cărnii este foarte importantă cunoașterea microorganismelor, care participă la modificarea proprietăților organoleptice și nutritive ale cărnii. În acest scop sunt studiate speciile microbiene, condițiile în care acestea se dezvoltă și riscul în declanșarea toxicoinfecțiilor alimentare .

Capitolul 3. Studiul de caz. Studierea influenței presiunii înalte asupra ratei de diminuare a *L. monocitogenes* în carnea de pui. Studiul a fost realizat folosind microbiologia previzionă.

Capitolul 4. Inactivarea microbiotei patogene și facultativ patogene cu ph. În acest capitol se studiază inactivarea microorganismelor de către HPP care este rezultatul unei combinații de factori, inclusiv modificări ale membranelor celulare, peretelui celular, proteinelor și funcțiilor celulare mediate de enzime.

Capitolul 5. Hpp: atinge standarde înalte de siguranță alimentară. În ultimul capitol s-a analizat cererea pentru un nivel mai ridicat de siguranță alimentară, combinată cu accentul pus pe calitatea alimentelor

SUMMARY (ENG)

The master's thesis entitled "Ensuring the quality and safety of meat by using high pressure", is 74 pages long, is structured in five chapters and is supported by 17 tables, 22 figures and 85 bibliographic references.

The purpose of the master's thesis "Ensuring the quality and safety of meat by using high pressure" was to study the literature in accordance with the theme of the master's thesis to analyze the influence of the use of high pressure on the quality of meat products.

Following the study, the following objectives were reached:

1. Studying the use of high pressure in food;
2. Evaluation of the microbiological quality of meat;
3. Elaboration and explanation of graphs based on the studied results;
4. Carrying out a bibliographic study, which includes articles, patents, technical materials;
5. Evaluation and conclusion of the implemented methods.

Chapter 1. Bibliographic study. HPPs include preserving meat products, oysters, fruit jams, fruit juices, salad dressings, fresh squid, rice cake, duck liver, jam, guacamole and many ready-to-eat foods. In all cases, microbial and enzymatic inactivation shall be performed without altering the quality of the product.

Chapter 2. Materials and methods. Meat, through its chemical composition, is a very favorable nutritional environment for the development of microorganisms. That is why in the meat industry it is very important to know the microorganisms, which participate in changing the organoleptic and nutritional properties of meat. For this purpose, the microbial species are studied, the conditions in which they develop and the risk of triggering food poisoning.

Chapter 3. Case study. Study of the influence of high pressure on the rate of decrease of *L. monocytogenes* in chicken meat. The study was performed using predictive microbiology.

Chapter 4. Inactivation of the pathogenic and facultatively pathogenic microbiota with ph. This chapter examines the inactivation of microorganisms by HPP which is the result of a combination of factors, including changes in cell membranes, cell walls, proteins, and enzyme-mediated cellular functions.

Chapter 5. Hpp: Achieves high food safety standards. The last chapter examined the demand for a higher level of food security, combined with the emphasis on food quality.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1. STUDIU BIBLIOGRAFIC	9
1.1. Generalități.....	9
1.2. Efectul HPP asupra calității alimentelor	10
1.3. HPP și inactivarea microbiană	11
1.4. Efecte de înaltă presiune asupra culorii și calității senzoriale a cărnii și a produselor din carne	12
1.5. Efectele presiunii ridicate asupra oxidării cărnii și a produselor din carne	13
1.6. Siguranța chimică a produselor din carne tratate la presiune înaltă	14
1.7. Efecte de înaltă presiune asupra inactivării microbiene în carne și produse din carne	15
1.8. HPP — Modul de funcționare	18
1.9. Ambalaje pentru prelucrare la presiune înaltă	20
1.10. Pasteurizarea la rece pentru asigurarea siguranței și prelungirea termenului de valabilitate	20
1.11. Cheltuieli de prelucrare, acceptarea consumatorilor și pieței și durabilitatea	22
2. MATERIALE ȘI METODE	23
2.1. Materia primă.....	23
2.2. Indicatori microbiologici	26
2.3. Cinetica de distrugere a microorganismelor la presiuni înaltă	29
3. STUDIUL DE CAZ	30
3.1. Rata de diminuare a <i>L. monocytogenes</i> sub presiune înaltă.....	30
3.2. Efectul procesării la presiune înaltă asupra decontaminării microbiene a produselor de pasăre	33
3.3. Efectul prelucrării la presiune înaltă asupra proprietăților fizico-chimice ale produselor de pasăre	34
3.4. Studiarea influenței presiunii înalte asupra ratei de diminuare a microorganismelor în tocătura de vită	34

4.INACTIVAREA MICROBIOTEI PATOGENE ȘI FACULTATIV PATOGENE CU PH37	
4.1. Inactivarea microbiotei vegetative.....	37
4.2. Inactivarea sporilor patogeni.....	39
5. HPP: ATINGEREA STANDARDELOR ÎNALTE DE SIGURANȚĂ ALIMENTARĂ	42
5.1. Presiuni hidrostatice ridicate.....	43
5.2. Utilizarea PH pentru soluționarea problemei de contaminare a materiilor prime de microorganisme patogene	45
5.3. Prelucrarea alimentelor la presiune ridicată.....	47
5.4. HPP - O alternativă în combaterea Listeriei în produsele din carne.....	50
5.5. Carnea – alegerea excelentă pentru HPP	51
5.6. Cerințele pentru ambalare la tratarea cu HPP	52
5.7. Oxidarea proteinelor și lipidelor în carnea sub presiune	54
CONCLUZII	57
BIBLIOGRAFIE.....	58
ANEXE	64

INTRODUCERE

În prezent, consumatorii din întreaga lume sunt mai pretențioși în ceea ce privește calitatea și siguranța alimentelor pe care le consumă, în special cele care produc percepția produselor sănătoase. Pentru a satisface aceste cerințe, industria alimentară și-a îmbunătățit procesele convenționale de conservare a căldurii, dezvoltând tratamente continue HTST (temperatură ridicată / timp scurt), UHT (temperatură ultra ridicată) și sisteme de ambalare aseptice. Aceste produse mențin un standard ridicat de nutriție și aromă, îndeplinind în același timp nivelul de siguranță cerut și obținând o perioadă lungă de valabilitate [1].

Pe lângă dezvoltarea și consumul crescut de alimente minim procesate din cauza conștiinței sănătății, au apărut diverse tehnologii de conservare. În cadrul acestui grup de procese „non-termice sau reci sau alternative metode de conservare”, care nu se bazează pe căldură pentru inactivarea microbiană și enzimatică, vor păstra alimentele în condiții de siguranță, vor păstra atributele senzoriale și conținutul de nutrienți ai produselor crude sau proaspete. Aceste tehnologii non-termice includ HHP (presiune hidrostatică ridicată), OMF (câmpuri magnetice oscilatorii), PEF (câmpuri electrice pulsate), SUA (ultrasunete), diferite forme de radiații ionizante (gamma, fascicul de electroni), gaze (ozon, plasmă rece), dioxid de clor, lumină (ultravioletă, lumină pulsată) și chimică (clor, surfactanți) dezinfectanți. Căldura ar putea fi generată de unele dintre aceste procese; cu toate acestea, creșterea temperaturii nu va atinge niciodată nivelurile unui proces termic convențional și ar putea fi controlată cu ajutorul unei stații de răcire [2-5].

Probabil cea mai dezvoltată și mai implementată tehnologie la nivel industrial este presiunea hidrostatică ridicată, în care alimentele sunt supuse unor presiuni de până la 6.000 de ori mai mari decât presiunea atmosferică în intervalul de 100-800 MPa. Această tehnologie și-a demonstrat capacitatea de a păstra calitatea alimentelor cu diverse beneficii, inclusiv o durată de valabilitate crescută și prospețime și aromă maximizate [6, 7].

Scopul tezei de master „**Asigurarea calității și siguranței cărnii prin utilizarea presiunii înalte**” a fost studierea literaturii în conformitate cu tema tezei de master pentru a analiza influența utilizării presiunii înalte la calitatea produselor din carne.

În urma studiului efectuat s-a ajuns la următoarele obiective:

6. Studierea utilizării presiunii înalte în produsele alimentare;
7. Evaluarea calității microbiologice a cărnii;
8. Elaborarea și explicarea graficelor pe baza rezultatelor studiate;
9. Efectuarea unui studiu bibliografic, care include articole, brevete de invenții, materiale tehnice;
10. Evaluarea și concluzionarea metodelor implementate.

BIBLIOGRAFIE

1. CHAWLA, R., PATIL, G. R., and SINGH, A. K. 2011. "High Hydrostatic Pressure Technology in Dairy Processing: A Review." *J Food SciTechnol.* 48: 260-8
2. PATEL, H. A., CARROLL, T., and KELLY, A. L. 2008. "Nonthermal Preservation Technologies for Dairy Applications." In *Dairy Processing and Quality Assurance*. Edited by Chandan, R. C. Kilara, A. Shah, N. P. Ames, IA: Wiley-Blackwell, 465-82.
3. GUPTA, S., AND ABU-GHANAM, N. 2012. "Recent Advances in the Application of Non Thermal Methods for the Prevention of Salmonella in Foods." In *Salmonella —A Dangerous Foodborne Pathogen*, Edited by B. S. M. Mahmoud. In Tech, 287-304
4. HIRNEISEN, K., REITH, J. L., WEI, J., HOOVER, D. G., HICKS, D. T., PIVARNICK, L. F., and KNIEL, K. E. 2014. "Comparison of Pressure Inactivation of Caliciviruses and Picornaviruses in a Model Food System." *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 26: 102-7.
5. YIKMIS, S. 2016. "New Approaches in Non-thermal Processes in the Food Industry." *Int. J. Nutr. Food Sci.* 5: 344-51.
6. KADAM, P. S., JADHAV, B. A., and MACHEWAD, G. M. 2012. "Review on the High Pressure Technology (HPT) for Food Preservation." *J. Food Process Technol.* 3: 1-5.
7. TORRES BELLO, E. F., MARTÍNEZ, G. G., CEBERIO, B. F. K., RODRIGO, D., and LÓPEZ, A. M. 2014. "High Pressure Treatment in Foods." *Foods.* 3: 476-90.
8. DALAI, S. R., and SAHU, J. J. 2010. "High Hydrostatic Pressure (HPP) in Food Processing: Design Aspects and Applications." *Assam University Journal of Science and Technology* 6: 70-87.
9. SAN MARTIN, M. F., BARBOSA-CANOVAS, G. V., and SWANSON, B. G. 2010. "Food Processing by High Hydrostatic Pressure." *Crit Rev. Food Sci. Nut.* 46: 627-45.
10. CONSIDINE, K. M., KELLY, A. L., FITZGERALD, G. F., HILL, C., and SLEATOR, R. D. 2008. "High Pressure Processing E Effects on Microbial Food Safety and Food Quality." *FEMS Micro. Lett.* 281: 1-9
11. TORRES BELLO, E. F., MARTÍNEZ, G. G., CEBERIO, B. F. K., RODRIGO, D., and LÓPEZ, A. M. 2014. "High Pressure Treatment in Foods." *Foods.* 3: 476-90.
12. LIEPA, M., ZAGORSKA, J., AND GALO BURDA, R. 2016. "High-Pressure Processing as Novel Technology in Dairy Industry: A Review." *Res. Rural Develop.* 1: 46-83.
13. CHOPDE, S. S., DESHMUKH, M. A., KALYANKAR, S. D., and CHANGADE, S. P. 2014. "Applications of High Pressure Technology for Milk Processing." *Res. J Animal Hus. Dairy Sci.*5: 143-7

14. HOGAN E, KELLY AL & SUN D-W (2005) High pressure processing of foods: an overview. *Emerging Technologies for Food Processing* (Sun Da Wen, ed), pp. 3–31. Academic Press.
15. RASTOGI NK, RAGHAVARAO KSMS, BALASUBRAMANIAM VM, NIRANJAN K & KNORR D (2007) Opportunities and challenges in high pressure processing of foods. *Crit Rev Food Sci Nutr* 47: 69–112.
16. HUGAS M, GARRIGA M & MONFIRT JM (2002) New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. *Meat Sci* 62: 359–371
17. SIMPSON, R. K., & GILMOUR, A. (1997). The effect of high hydrostatic pressure on *Listeria monocytogenes* in phosphate-buffered saline and model food systems. *Journal of Applied Microbiology*, 83, 181 – 188
18. FAUSTMAN C, CASSENS RG. 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. *J Muscle Foods* 1:217–243.
19. JUNG S, GHOUL M, DE LAMBALLERIE-ANTON M. 2003. Influence of high pressure on the color and microbial quality of beef meat. *LWT-Food Sci Technol* 36(6):625–31.
20. TUBOLY E, LEBOVICS VK, GAAL O, MESZAROS L, FARKAS J. 2003. Microbiological and lipid oxidation studies on mechanically deboned turkey meat treated by high hydrostatic pressure. *J Food Eng* 56(2–3):241–4.
21. ORLIEN V, HANSEN E, SKIBSTED LH. 2000. Lipid oxidation in high-pressure-processed chicken breast muscle during chill storage: critical working pressure in relation to oxidation mechanism. *Eur Food Res Technol* 211(2):99–104.
22. BELTRAN E, PLA R, YUSTE J, MOR-MUR M. 2004b. Use of antioxidants to minimize rancidity in pressurized and cooked chicken slurries. *Meat Sci* 66(3):719–25.
23. HAN D, MATSUNO M, IKEUCHI Y et al. 2002. Effects of heat and high-pressure treatments on antigenicity of beef extract. *Biosci, Biotechnol Biochem* 66(1):2025.
24. BALASUBRAMANIAM (2016). High-Pressure Processing Equipment for the Food Industry.. Springer Science & Business Media New York 2016. 39 – 65.
25. GEORGET, E., SEVENICH, R., REINEKE, K., MATHYS, A., HEINZ, V., CALLANAN, et al. (2015). Inactivation of microorganisms by high isostatic pressure processing in complex matrices: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 27, 1–14.
26. SHIMADA, S., ANDOU, M., NAITO, N., YAMADA, N., OSUMI, M., & HAYASHI, R. (1993). Effects of hydrostatic pressure on the ultrastructure and leakage of internal substances in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 40(1), 123–131.

27. BALASUBRAMANIAM (2008). Preserving foods through high-pressure processing. *Food Technology*, 62, 32-38
28. GARRIGA (2002). Bacterial synergism through bacteriocins and high pressure in a meat model system during storage. *Food microbiology*, 19, 509-518.
29. BAK, K. H., BOLUMAR, T., KARLSSON, A. H., LINDAHL, G., & ORLIEN, V. (2017). Effect of high pressure treatment on the color of fresh and processed meats: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **59**(2), 228–252.
30. SEACHEOL MIN, Q. HOWARD ZHANG, in [Innovations in Food Packaging](#), 2005
31. MOR-MUR, M., & YUSTE, J. (2010). Emerging bacterial pathogens in meat and poultry: An overview. *Food and Bioprocess Technology*, **3**(1), 24.
32. BAJOVIC, B., BOLUMAR, T., & HEINZ, V. (2012). Quality considerations with high pressure processing of fresh and value added meat products. *Meat Science*, **92**(3), 280–289.
33. TONELLO, S. C. (2018). Commercial applications of HPP & irradiation (ionizing radiation). International Nonthermal Processing Workshop and Short Course. IFT-EFFoST September 25–27, Sorrento, *Italy*.
34. CACACE, F., BOTTANI, E., RIZZI, A., & VIGNALI, G. (2020). Evaluation of the economic and environmental sustainability of high pressure processing of foods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **60**, 102281.
35. SORENSON, D., & HENCHION, M. (2011). Understanding consumers' cognitive structures with regard to high pressure processing: A means-end chain application to the chilled ready meals category. *Food Quality and Preference*, **22**(3), 271–280.
36. LAVILLA, M. (2019). Consumer attitudes to food preservation processes and strategies. In Reference module in food science.
37. HOTĂRÎRE de GUVERN Nr.221 din 16.03.2007 cu privire la aprobarea regulilor privind criteriile microbiologice pentru produsele alimentare.
38. HOTĂRÎRE de GUVERN Nr.624 din 19.09.2020 cu privire la aprobarea Cerințelor de calitate pentru preparate și produse din carne
39. SANDULACHI E., (2020), Activitatea apei în produsele alimentare. Monografie., Chișinău: Tehnica – UTM, p.160 – 185. ISBN 978-9975-45-622-7.
40. SANDULACHI L., RUBȚOV S., POPESCU L./., ș.a. Controlul microbiologic al produselor alimentare, UTM., TA, Ch., Tehnica , UTM , 2017, -128p. ISBN1 978-9975-45-472-8
41. TATAROV, Pavel. Chimia produselor alimentară, Chișinău, 2017, 450p

42. TATAROV, Pavel., Principii conceptuale ale calității alimentelor și capabilității proceselor tehnologice. Manul. Chișinău, 2019, 160p
43. BANU, C. și col. – Manualul inginerului din industria alimentară, vol. II, Editura Tehnică, București 2002
44. TEREFE, N. S., BUCKOW, R., & VERSTEEG, C. (2014). Quality-related enzymes in fruit and vegetable products: Effects of novel food processing technologies, part 1: High-pressure processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(1), 24–63. doi:10.1080/10408398.2011.566946
45. HEINZ, V., & KNORR, D. (2002). Effects of high pressure on spores. In *Ultra high pressure treatments of foods* (pp. 77–113). Boston, MA: Springer.
46. EVELYN, M. E., & SILVA, F. V. M. (2017). Comparing high pressure thermal processing and thermosonication with thermal processing for the inactivation of bacteria, moulds, and yeasts spores in foods. *Journal of Food Engineering*, 214, 90–96.
47. PATTERSON, M. F., & KILPATRICK, D. J. (1998). The combined effect of high hydrostatic pressure and mild heat on inactivation of pathogens in milk and poultry. *Journal of Food Protection*, 61(4)
48. WUYTACK, E. Y., SOONS, J., POSCHET, F., & MICHIELS, C. W. (2000). Comparative study of pressure-and nutrient-induced germination of *Bacillus subtilis* spores. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(1), 257–261
49. HOOVER, D.G. 2002. Microbial inactivation by high pressure. In *Control of Foodborne Microorganisms* (Juneja, V.K. and J.N. Sofos, eds.) Marcel Dekker, Inc., New York. pp. 419-449.
50. GROVE, S.F., A. LEE, T. LEWIS, C.M. STEWART, H. CHEN, and D.G. HOOVER. 2006. Inactivation of foodborne viruses of significance by high pressure and other processes. *J. Food Prot.* 69: 957-968.
51. https://foodsafetytech.com/feature_article/hpp-achieve-high-standards-food-safety-without-compromising-food-quality/
52. <http://biotech.spip.ac-rouen.fr/IMG/pdf/nellestechdestrmicro.pdf>
53. <https://www.scientecal.com/cours/conservation-des-aliments-par-hautes-pressions>
54. GOLBAN, R. (2015). *Microbiologie alimentară*. Chișinău. 142 p.
55. GUGUIANU, E. (2002). *Bacteriologie generală*. Iași: Editura Jenus, pp. 56-58.
56. <http://www.avicultura.ro/avicultura-romaneasca/carnea-pasare-aliment-ideal-pentru-toate-varstele>

57. MENUDIER A., ROUGIER F.P., BOSGIRAUD – Comparative virulence between different strains in Zebra Fish, *Brachydanio rerio* and mice, *Pathol. Biol.*, 44, 1996, p. 783-789.
58. YU L.S.L., FUNG D.Y.C. - Evaluation of FDA and USDA procedures for enumerating *Listeria monocytogenes* in ground beef. *Food Microbiol.*, 8, 1991, p. 69-74.
59. <https://www.rapidmicrobiology.com/test-method/listeria-detection-and-identification-methods>
60. TRACZ M. Effects of high hydrostatic pressure on *Campylobacter jejuni* in poultry meat. *Pol J Vet Sci.* (2015) 18:261–6. 10.1515/pjvs-2015-0034
61. SHEEN S, CASSIDY J, SCULLEN B, UKNALIS J, SOMMERS C. Inactivation of *Salmonella* spp. in ground chicken using high pressure processing. *Food Control.* (2015) 57:41–7. 10.1016/j.foodcont.2015.04.005
62. DISSING J, BRUUN-JENSEN L, SKIBSTED LH. Effect of high-pressure treatment on lipid oxidation in turkey thigh muscle during chill storage. *Eur Food Res Technol.* (1997) 205:11–3. 10.1007/s002170050115
63. ORLIEN V, HANSEN E, SKIBSTED LH. Lipid oxidation in high-pressure processed chicken breast muscle during chill storage: critical working pressure in relation to oxidation mechanism. *Eur Food Res Technol.* (2000) 211:99–104. 10.1007/s002179900118
64. YUSTE J, PLA R, CAPELLAS M, MOR-MUR M. Application of high-pressure processing and nisin to mechanically recovered poultry meat for microbial decontamination. *Food Control.* (2002) 13:451–5. 10.1016/S0956-7135(01)00071-8
65. OGIHARA H, YATUZUKA M, HORIE N, FURUKAWA S, YAMASAKI M. Synergistic effect of high hydrostatic pressure treatment and food additives on the inactivation of *Salmonella enteritidis*. *Food Control.* (2009) 20:963–6.
66. CHIEN S-Y, SHEEN S, SOMMERS CH, SHEEN L-Y. Modeling the inactivation of intestinal pathogenic *Escherichia coli* O157:H7 and uropathogenic *E. coli* in ground chicken by high pressure processing and thymol. *Front Microbiol.* (2016) 7:1–11. 10.3389/fmicb.2016.00920
67. КОСТЕНКО Ю.Г. Руководство по санитарно-микробиологическим основам и предупреждению рисков при производстве и хранении мясной продукции. М.: ВНИИМП, 2015. 586 с.
68. КАРАМОВА Н.С., Зеленихин П.В., Киселев В.Д., Липатникова А.А., Ильинская О.Н. Влияние высокого гидростатического давления на жизнеспособность и

уровень мутагенеза salmonella typhimurium // Экологическая генетика. 2015. Т. XIII. № 4. С. 99–107.

69. КАРЕТКИНА Г.Н. Листерииоз // Лечащий врач. 2008. № 9. 87 с.
70. ФАО и ВОЗ (2007): Методические указания по применению общих принципов гигиены пищевых продуктов для контроля бактерии листерия моноцитогенес (listeria monocytogenes) в пищевых продуктах (CAC/GL 61-2007) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh> (дата обращения: 15.11.2019).
71. <https://docs.cntd.ru/document/1200121505>
72. <https://www.meatbranch.com/publ/view/514.html>
73. <https://msp-magazine.com/ru/hpp-%D0%BC%D1%8F%D1%81%D0%BE-%D0%BF%D0%BE%D0%B4-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BC/>
74. <https://www.food-safety.com/articles/637-no-matter-how-you-slice-it-meat-is-a-great-choice-for-hpp>
75. <http://en.gazkhodro.ir/food-high-pressure-processing-hpp/>
76. MORA, L., GALLEGRO, M., ARISTOY, M. C., & TOLDRA, F. (2019). Protein oxidation. In L. Melton, F. Shahidi, & P. Valeris (Eds.), Encyclopedia of food chemistry (Vol. 2, pp. 41–47). London, UK: Elsevier B.V.
77. GROSSI, A., BOLUMAR, T., SØLTOFT-JENSEN, J., & ORLIEN, V. (2014). High pressure treatment of brine enhanced pork semitendinosus: Effect on microbial stability, drip loss, lipid and protein oxidation, and sensory properties. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 22, 11–21.
78. GUYON, C., LE VESSEL, V., MEYNIER, et.al. (2018). Modifications of protein-related compounds of beef minced meat treated by high pressure. Meat Science, 142, 32–37.
79. BOLUMAR, T., SKIBSTED, L. H., & ORLIEN, V. (2012). Kinetics of the formation of radicals in meat during high pressure processing. Food Chemistry, 134, 2114–2120.
80. BELTRAN, E., PLA, R., YUSTE, J., & MOR-MUR, M. (2004). Use of antioxidants to minimize rancidity in pressurized and cooked chicken slurries. Meat Science, 66(3), 719–725.
81. BOLUMAR, T., SKIBSTED, L. H., & ORLIEN, V. (2012). Kinetics of the formation of radicals in meat during high pressure processing. Food Chemistry, 134, 2114–2120.
82. BOLUMAR, T., ANDERSEN, M. L., & ORLIEN, V. (2011). Antioxidant active packaging for chicken meat processed by high pressure treatment. Food Chemistry, 129, 1406–1412..