



Universitatea Tehnică a Moldovei

**ASPECTE DE CALITATE
MICROBIOLOGICĂ ALE ANALOGILOR DE
CARNE VEGETALI**

Masterand:

BANU Teodor

Coordonator:

BULGARU Viorica

conf. univ., dr.

Chișinău, 2025

REZUMAT

Teza de master, elaborată de studentul grupei CSPA-231M, Teodor Banu, cu tema “Aspecte de calitate microbiologică ale analogilor de carne vegetali”.

Structura lucrării: introducere, patru capitole (analogi de carne vis-à-vis de produsele din carne, materiale și metode, rezultate și discuții, atributele de calitate și siguranță ale alternativelor de carne obținute prin extrudare), concluzii, bibliografie.

Scopul tezei de master: Analiza aspectelor microbiologice ale analogilor de carne vegetali obținute prin procese de extrudare.

Obiective:

- Studierea caracteristicilor analogilor de carne pe bază de surse vegetale de proteine.
- Alegerea metodelor de analiză a indicilor microbiologici pentru analogilor de carne pe bază de surse vegetale bogate în proteine.
- Determinarea și argumentarea indicilor microbiologici a analogilor de carne obținute prin extrudare.
- Descrierea atributelor de calitate și siguranță alimentară a produselor analizate.

În cadrul tezei de master s-au studiat și prezentate metodelor de extrudare ale analogilor de carne cu umiditate înaltă și umiditate scăzută, obținute din diverse surse vegetale bogate în proteine.

Au fost studiate aspectelor microbiologice ale analogilor de carne obținute din surse vegetale, influența calității materiilor prime asupra acestui aspect a produsului finit. Pe parcursul cercetării au fost realizate următoarele analize. Au fost realizate 10 probe de analogi de carne cu umiditate ridicată, utilizând extrudarea la temperaturi de 100 °C și 120 °C. Dintre acestea, 6 probe au fost fabricate din făină de năut, făină de soriz sau șrot de alune, în combinație cu izolat proteic de mazăre (IPM), într-un raport de 50:50, iar 4 probe au fost utilizate drept martor: 2 cu izolat proteic din soia (IPS) și 2 cu izolat proteic din mazăre (IPM). Probele de analogi de carne cu umiditate ridicată au fost depozitate la -18 °C, apoi decongelate și păstrate la +4 °C timp de 24 de zile. Indicii microbiologici au fost monitorizați în zilele 1, 6, 12, 18 și 24 de păstrare.

În cadrul cercetării, s-au determinat umiditatea, conținutul de substanță uscată (SU), activitatea apei și indicii microbiologici ai analogilor de carne pe bază de plante. Rezultatele obținute pentru acești indicatori de calitate au fost analizate comparativ cu cele ale analogilor de carne produși prin metode convenționale, pentru a identifica potențialele riscuri asociate analogilor pe bază de plante în comparație cu carnea tradițională.

Cuvinte cheie: analog de carne, proteine vegetale, extrudare, aspect microbiologice, indici de calitate.

ABSTRACT

Master thesis, elaborated by the student of CSPA-231M group, Teodor Banu, on "Microbiological quality aspects of vegetable meat analogs".

Structure of the paper: introduction, four chapters (meat analogs vis-à-vis meat products, materials and methods, results and discussions, quality and safety attributes of meat alternatives obtained by extrusion), conclusions, bibliography.

Thesis aim: To analyze the microbiological aspects of vegetable meat analogs obtained by extrusion processes.

Objectives:

- To study the characteristics of meat analogs based on vegetable protein sources.
- Choice of methods for the analysis of microbiological indices for meat analogs based on vegetable sources rich in protein.
- Determination and argumentation of microbiological indices of meat analogs obtained by extrusion.
- Description of quality and food safety attributes of the analyzed products.

In the Master's thesis, the methods of extrusion of high moisture and low moisture meat analogs obtained from various protein-rich vegetable sources were studied and presented.

The microbiological aspects of meat analogs obtained from vegetable sources, the influence of raw material quality on this aspect of the finished product were studied. In the course of the research the following analyses were performed. Ten samples of high moisture meat analogs were made using extrusion at temperatures of 100 °C and 120 °C. Of these, 6 samples were made from chickpea meal, sorghum meal or peanut groats in combination with pea protein isolate (MPI) in a 50:50 ratio, and 4 samples were used as a control: 2 with soy protein isolate (SPI) and 2 with pea protein isolate (MPI). The samples of high moisture meat analogs were stored at -18 °C, then thawed and kept at +4 °C for 24 days. Microbiological indices were monitored on days 1, 6, 12, 18 and 24 of storage.

Moisture, dry matter (DM) content, water activity and microbiological indices of herbal meat analogs were determined. The results obtained for these quality indicators were analyzed in comparison with those of conventionally produced meat analogs in order to identify potential risks associated with herbal analogs in comparison with traditional meat.

Keywords: meat analog, vegetable proteins, extrusion, microbiological aspects, quality indices.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	8
1. ANALOGI DE CARNE VIS-Ă-VIS DE PRODUSELE DIN CARNE.....	10
1.1 Preocupări de sănătate și atitudini legate de produsele din carne.....	10
1.2 Materii prime vegetale utilizate la formularea analogilor de carne	11
1.3 Parametrii fizico-chimici și funcționali ai analogilor de carne vegetali.....	24
1.4 Stabilitatea microbiologică a analogilor de carne vegetali.....	28
1.5 Concluzii capitolul 1.....	29
2. MATERIALE ȘI METODE.....	30
2.1. Materiale utilizate la obținerea analogilor de carne vegetali.....	30
2.2. Aspecte ale tehnologiei de obținere a analogilor de carne vegetali.....	31
2.3. Metode de analiză a indicilor de calitate a analogilor de carne pe bază de plante	42
3. REZULTATE ȘI DISCUȚII.....	43
3.1. Cercetări privind analiza indicilor de calitate a analogilor de carne vegetali.....	43
3.2. Cercetări privind stabilitatea produsului finit pe durata păstrării	44
3.3. Concluzii capitolul 3.....	47
4. ATRIBUTELE DE CALITATE ȘI SIGURANȚĂ ALE ALTERNATIVELOR DE CARNE PE BAZĂ DE PLANTE.....	48
4.1. Atributele de siguranță și calitate din punct de vedere microbiologic ale alternativelor de carne vegetali	48
4.2. Pericole potențiale în analogii cărnii vegetali	49
4.3. Concluzii capitolul 4.....	53
CONCLUZII GENERALE	54
BIBLIOGRAFIE.....	55

INTRODUCERE

Cererea în creștere a consumatorilor pentru mai multe diete pe bază de plante propulsează progresele în dezvoltarea alternativelor de carne pe bază de plante (PBMA), care sunt de obicei formulate din proteine vegetale și alte ingrediente.

Segmentul înlocuitorilor de carne este cel mai mare contributor la creșterea pieței pe bază de plante. În 2020, consumul global de proteine alternative a ajuns la aproximativ 13 milioane de tone metrice.

Categoria de produse PBMA este gata să prezinte caracteristici fizice, funcționale, nutriționale și senzoriale distincte. Pentru a realiza acest lucru într-un mod eficient din punct de vedere al costurilor la scară de masă, industria alimentară trebuie să discearnă cu pricepere combinațiile de ingrediente și procesele de fabricație potrivite pentru a se potrivi cu tendințele pieței. Creșterea prognozată pentru piața mondială a alimentelor pe bază de plante (în primul rând PBMA și băuturi) indică o valoare estimată de 162 miliarde USD până în 2030, o creștere substanțială față de cele 4,6 miliarde USD înregistrate în 2018.

Profilul nutrițional al analogilor de carne pe bază de plante atrage o atenție substanțială din partea consumatorilor conștienți de sănătate, în timp ce cititorii de etichete acordă atenție suplimentară gradului de calitate a ingredientelor înlocuitorilor de carne.

Recent, tehnicile moderne de structurare a alternativelor de carne pe bază de plante și-au îmbunătățit funcționalitatea, cu toate acestea, există o nevoie de a se concentra asupra îmbunătățirii funcționalității, caracteristicilor senzoriale, siguranței și selecției ingredientelor potrivite pentru producerea de analogi de carne. În plus, acceptabilitatea consumatorilor față de analogii cărnii este destul de nesatisfăcătoare, ceea ce trebuie îmbunătățit prin cercetare adecvată și conștientizare.

Analogii de carne pe bază de plante conțin adesea multe ingrediente prelucrate și implică procese de fabricație complexe, introducând noi probleme de siguranță și de calitate care nu sunt prezente în produsele tradiționale din carne. Multe dintre aceste preocupări apar din cauza noutății acestor ingrediente și cunoștințelor noastre limitate cu privire la siguranța alimentară și alimentare și de calitate ale analogilor de carne pe bază de plante. Analogii de carne pe bază de plante din plante sunt caracterizate prin niveluri ridicate de proteine și umiditate, precum și precum și o valoare neutră a pH-ului, toate acestea creând condiții favorabile pentru proliferarea microorganismelor de alterare și a agenților patogeni de origine alimentară.

Riscul de siguranță alimentară al meselor preparate cu analogi de carne este ușor mai mare decât cel al analogilor care conțin carne, prin urmare trebuie acordată mai multă atenție la prepararea, prelucrarea și depozitarea acestor alimente.

Scopul tezei de master: Analiza aspectelor microbiologice ale analogilor de carne vegetali obținuți prin procese de extrudare.

Obiective:

- Studierea caracteristicilor analogilor de carne pe bază de surse vegetale de proteine.
- Alegerea metodelor de analiză a indicilor microbiologici pentru analogilor de carne pe bază de surse vegetale bogate în proteine.
- Determinarea și argumentarea aspectelor de calitate microbiologică a analogilor de carne obținuți prin extrudare.
- Descrierea atributelor de calitate și siguranță alimentară a produselor analizate.

BIBLIOGRAFIE

1. HOTĂRÂRE Nr. 624 din 19-09-2020 cu privire la aprobarea Cerințelor de calitate pentru preparate și produse din carne.
2. LEROY, F., COFNAS, N. Should dietary guidelines recommend low red meat intake? *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2019, 60, p. 2763–2772.
3. GEHRING, K.B. Chapter 21-Meat and Health. In *Lawrie's Meat Science*, 8th ed.; Toldrá, F., Ed., Woodhead Publishing: Duxford, UK, 2017, p. 661–678.
4. KUMAR, S. Meat Analogs “Plant based alternatives to meat products: their production technology and applications”. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2016,
5. ANUM, I., SHAFEEQA, I., AROOBA, S., NAUMAN, K. Plant-based meat analogs: A review with reference to formulation and gastrointestinal fate. *Department of Food Science and Technology, School of Food and Agricultural Sciences, University of Management and Technology, Lahore, Pakistan*. Available online 7 June 2022, p. 2665-9271
6. GODFRAY, H.C.J., AVEYARD, P., GARNETT, T., HALL, J.W., KEY, T.J., LORIMER, J., PIERREHUMBERT, R.T., SCARBOROUGH, P., SPRINGMANN, M., JEBB, S.A. Meat Consumption, Health, and the Environment. *Science*, 2018, 361, p. 5324.
7. UN. The Sustainable Development Goals Report , United Nations Publications: New York, NY, USA., 2022, p. 66.
8. FONT-I-FURNOLS, M., GUERRERO, L. Understanding the future meat consumers. *Meat Sci.*, 2022, 193, p. 108941.
9. THAVAMANI, A., SFERRA, T.J., SANKARARAMAN, S. Meet the Meat Alternatives: The Value of Alternative Protein Sources. *Curr. Nutr. Rep.*, 2020, 9, p. 346–355.
10. KUMAR, P., CHATLI, M.K., MEHTA, N., SINGH, P., MALAV O.P., VERMA, A.K. Meat Analogues: Health Promising Sustainable Meat Substitutes. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2017, 57, p. 923–932.
11. ISHAQ, A., IRFAN, S., SAMEEN, A., KHALID, N. Plant-based meat analogs: A review with reference to formulation and gastrointestinal fate. *Curr Res Food Sci.* 2022, 973-983.
12. CURTAIN, F., GRAFENAUER, S. Plant-Based Meat Substitutes in the Flexitarian Age: An Audit of Products on Supermarket Shelves. *Nutrients*, 2019, 11, p. 2603.
13. SMETANA, S., PROFETA, A., VOIGT, R., KIRCHER, C., HEINZ, V. Meat Substitution in Burgers: Nutritional Scoring, Sensorial Testing, and Life Cycle Assessment. *Future Foods* ., 2021, 4, p. 100042.
14. BOYE, J., ZARE, F., PLETCH, A. Pulse Proteins: Processing, Characterization, Functional Properties and Applications in Food and Feed. *Food Res. Int.*, 2010, 43, p. 414–431.

15. NADATHUR, S.R., WANASUNDARA, J.P.D., SCANLIN, L. (Eds.) Sustainable Protein Sources. *Elsevier: Amsterdam, The Netherlands*, 2017, p. 678.
16. PÄIVÄRINTA, E., ITKONEN, ST., PELLINEN, T., LEHTOVIRTA, M., ERKKOLA, M., PAJARI, AM. Replacing animal-based proteins with plantbased proteins changes the composition of a whole nordic dieta randomised clinical trial in healthy fnnish adults. *Nutrients.*, 2020, 12(4), p. 943..
17. SIDDIQUI, SA., KHALIFA, I., YIN, T. Valorificarea proteinelor vegetale pentru designul analogilor de carne - o revizuire cuprinzătoare. *Eur Food Res Technol.*, 2024, 250, p. 2479–2513.
18. BESSADA, SMF., BARREIRA, JCM., OLIVEIRA, MBPP. Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends Food Sci Technol.*, 2019, 93, p. 53–68,
19. XIAO, S., LI, Z., ZHOU, K., FU, Y. Chemical composition of kabuli and desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Xinjiang, China. *Food Sci Nutr.*, 2023, 11, p. 236–248.
20. FETZER, A., HERFELLNER, T., STÄBLER, A., MENNER, M., EISNER, P. Influence of process conditions during aqueous protein extraction upon yield from pre-pressed and cold-pressed rapeseed press cake. *Ind Crops Prod.*, 2018, 112, p. 236–246.
21. MALIK, MA., SAINI, CS. Rheological and structural properties of protein isolates extracted from dephenolized sunflower meal: Efect of high intensity ultrasound. *Food Hydrocolloids .*, 2018, 81, p. 229–241.
22. JIA, W., RODRIGUEZ-ALONSO, E., BIANEIS, M., KEPPLER, JK., VAN DER GOOT, AJ. Assessing functional properties of rapeseed protein concentrate versus isolate for food applications. *Innov Food Sci Emerg Technol.*, 2021, 68, p.102636.
23. KIM, JH., VARANKOVICH, NV., STONE, AK., NICKERSON, MT. Nature of protein-protein interactions during the gelation of canola protein isolate networks. *Food Res Int.*, 2016, 89, p. 408–414.
24. COELHO, MS., DE SALAS-MELLADO, M. How extraction method affects the physicochemical and functional properties of chia proteins. *LWT*, 2018, 96, p. 26–33.
25. REZIG, L., CHIBANI, F., CHOUAIBI, M., DALGALARRONDO, M., HESSINI, K., GUÉGUEN, J., HAMDI, S. Pumpkin (*cucurbita maxima*) seed proteins: Sequential extraction processing and fraction characterization. *J Agric Food Chem.*, 2013, 61, p. 7715–7721.

26. BARAK, S., MUDGIL, D., KHATKAR, BS. Influence of gliadin and glutenin fractions on rheological, pasting, and textural properties of dough. *Int J Food Prop.*, 2014, 17, p. 1428–1438.
27. KYRIAKOPOULOU, K., KEPPLER, JK., VAN DER GOOT, AJ. Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 2021, 10(3), p. 600.
28. IMRAN, M., IMRAN, ZHANG, L. Production of plant-based meat: functionality, limitations and future prospects. *European Food Research and Technology*, 2023, 249.p. 1-25.
29. GEERTS, MEJ., DEKKERS, BL., VAN DER PADT, A., VAN DER GOOT, AJ. Aqueous fractionation processes of soy protein for fibrous structure formation. *Innov Food Sci Emerg Technol.*, 2018, 45, p. 313–319.
30. MARTINS, AJ., LORENZO, JM., FRANCO, D., VICENTE, AA., CUNHA, RL., PASTRANA, LM., QUIÑONES, J., CERQUEIRA, MA. Omega-3 and polyunsaturated fatty acids-enriched hamburgers using sterol-based oleogels. *Eur J Lipid Sci Technol.*, 2019, 121, p. 1900111.
31. SAMARD, S., GUM, BY., RYU, GH. Effects of extrusion types, screw speed and addition of wheat gluten on physicochemical characteristics and cooking stability of meat analogues. *J Sci Food Agric.*, 2019, 99, p. 4922–4931.
32. LI, X., LI, J. The favor of plant-based meat analogues. *Cereal Foods World*, 2020.
33. DUQUE-ESTRADA, P., KYRIAKOPOULOU, K., DE GROOT, W., VAN DER GOOT, AJ., BERTON-CARABIN, CC. Oxidative stability of soy proteins: From ground soybeans to structured products. *Food Chem.*, 2020, 318, p. 126499.
34. HE, J., LIU, H., BALAMURUGAN, S., SHAO, S. Fatty acids and volatile favor compounds in commercial plant-based burgers. *J Food Sci.*, 2021, 86, p. 293–305.
35. GUO, Z., TENG, F., HUANG, Z., LV, B., LV, X., BABICH, O., YU, W., LI, Y., WANG, Z., JIANG, L. Effects of material characteristics on the structural characteristics and favor substances retention of meat analogs. *Food Hydrocolloids*, 2020, 105, p. 105752.
36. MALAV, OP., TALUKDER, S., GOKULAKRISHNAN, P., CHAND, S. Meat analog: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 2015, 55, p. 1241–1245.
37. BOTELLA-MARTÍNEZ, C., VIUDA-MARTOS, M., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, JA., PÉREZ-ALVAREZ, JA., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Development of plant-based burgers using gelled emulsions as fat source and beetroot juice as colorant: Effects on chemical, physicochemical, appearance and sensory characteristics. *LWT.*, 2022, 172, p. 114193.
38. AKRAMZADEH, N., HOSSEIN, I H., PILEVAR, Z., KARIMIAN KHOSROSHAHI, N/, KHOSRAVI-DARANI, K., KOMEYLI, R., BARBA, FJ., PUGLIESE, A., POOJARY,

- MM., KHANEGHAH, AM. Physicochemical properties of novel non-meat sausages containing natural colorants and preservatives. *J Food Process Preserv.*, 2018, 42, p. 13660.
39. BOLOGNESI, VJ., GARCIA, CER. Annatto carotenoids as additives replacers in meat products. *Altern Replace Foods*, 2018, 17, p. 355–384.
40. ARORA, B., KAMAL, S., SHARMA, VP. Effect of binding agents on quality characteristics of mushroom based sausage analogue. *J Food Process Preserv.*, 2017, 41, p. 13134.
41. GLORIEUX, S., GOEMAERE, O., STEEN, L., FRAEYE, I. Phosphate reduction in emulsified meat products: impact of phosphate type and dosage on quality characteristics. *Food Technol Biotechnol*, 2018, 55, p. 390.
42. NAWROCKA, A., SZYMAŃSKA-CHARGOT, M., MIŚ, A., WILCZEWSKA, AZ., MARKIEWICZ, KH. Aggregation of gluten proteins in model dough after fibre polysaccharide addition. *Food Chem.*, 2017, 231, p. 51–60.
43. PETERS, JPCM., VERGELDT, FJ., BOOM, RM., VAN DER GOOT, AJ. Water-binding capacity of protein-rich particles and their pellets. *Food Hydrocolloids* ., 2017, 65, p. 144–156.
44. BANACH, J.L., VAN DER BERG, J.P., KLETER, G., VAN BOKHORST-VAN DE VEEN, H., BASTIAAN-NET, S., POUVREAU, L., VAN ASSELT, E.D. Alternative Proteins for Meat and Dairy Replacers: Food Safety and Future Trends. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2023, 63, 11063–11080.
45. CURTAIN, F., GRAFENAUER, S. Plant-Based Meat Substitutes in the Flexitarian Age: An Audit of Products on Supermarket Shelves. *Nutrients* ., 2019, 11, 2603.
46. GRÄFENHAHN, M., BEYRER, M. Plant-Based Meat Analogues in the Human Diet: What Are the Hazards? *Foods* ., 2024, 13, 1541.
47. BOHRER, B.M. An Investigation of the Formulation and Nutritional Composition of Modern Meat Analogue Products. *Food Sci. Hum. Wellness* ., 2019, 8, 320–329.
48. LEE, H.J., YONG, H.I., KIM, M., CHOI, Y.-S., JO, C. Status of Meat Alternatives and Their Potential Role in the Future Meat Market—A Review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 2020, 33, 1533–1543.
49. ANUM, I., SHAFEEQA, I., AROOBA, S., NAUMAN, K. Plant-based meat analogs: A review with reference to formulation and gastrointestinal fate, *Current Research in Food Science.*, 2022, 5, p. 973-983.
50. SE-JIN, L., EUN-YEONG, L., YOUNG-HWA, H., AND SEON-TEA, J. A comparative study on physicochemical, textural, and sensorial characteristics of a plant-based meat

- analog as it relates to beef and pork meats *J.Food Science & Technology.*, 2021, 6, p. 325-335.
51. VILA-CLARÀ, G., VILA-MARTÍ, A., VERGÉS-CANE, T L., TORRES-MORENO, M. Exploring the Role and Functionality of Ingredients in Plant-Based Meat Analogue Burgers: A Comprehensive Review. *Alimente .*, 2024, 13, p. 1258.
 52. AHMAD, M., QURESHI, S., AKBAR, MH., SIDDIQUI, SA., GANI, A., MUSHTAQ, M., HASSAN, I., DHULL, SB. Plant-based meat alternatives: compositional analysis, current development and challenges. *Appl. Alimentare Res.*, 2022 , 2 , 100154.
 53. WILD, F. Final Report Summary - LIKEMEAT (High quality meat-like products - from niche markets to widely accepted meat alternatives), 2014.
 54. GEERAERTS, W., VUYST, L., LEROY, F. Ready-to-eat meat alternatives, a study of their associated bacterial communities. *Food Biosci .*, 2020, p. 37.
 55. KABISCH, J., JOSWIG, G., BÖHNLEIN, C. Microbiological status of vegan minced meat products in German retail. *J Consum Prot Food Saf.*, 2024, 19 , p. 33–40.
 56. TÓTH, AJ., DUNAY, A., BATTAY, M., ILLÉS, CB., BITTSÁNSZKY, A., SÜTH, M. Microbial alteration of plant-based meat analogues. *Appl.Sci.*, 2021 , 11 , p. 8309.
 57. XIRAN, L., HONGYE, W., CHENXI, G., LUXIN, W. Profiling of microbial populations present in ground beef and plant-based meat analogues, *LWT.*, 2024, 196, p.115845.
 58. JANG, J., LEE, DW. Progrese în analogii de carne pe bază de plante care îmbunătățesc attributele senzoriale și nutriționale. *Sci Food.*, 2024 , 8 , p. 50 .
 59. ZHOU, H., HU, Y., TAN, Y., ZHANG, Z., MCCLEMENTS, D. J. Digestibility and gastrointestinal fate of meat versus plant-based meat analogs: An in vitro comparison. *Food Chem.*, 2021, 364, p. 130439.
 60. YU, J., WANG, L., ZHANG, Z. Plant-Based Meat Proteins: Processing, Nutrition Composition, and Future Prospects. *Foods.*, 2023, 12, p. 4180.
 61. BIRGIT, L., DEKKERS, REMKO, M., Boom. Structuring processes for meat analogues. *Trends in Food Science & Technology*, 2018, 81, p. 25-36.
 62. OGUZ, K., OZTURK, B., HAMAKER, R. Texturization of plant protein-based meat alternatives: Processing, base proteins, and other constructional ingredients. *Future Foods.*, 2023, 8, p. 100248. ISSN 2666-8335.
 63. MCCLEMENTS, D.J., GROSSMANN, L. A brief review of the science behind the design of healthy and sustainable plant-based foods. *npj Sci Food .*, 2017, 5, p. 17 .
 64. RATCHANON, C., SHINSUKE, N., TAKASHI, K., KYUYA, N. Preparation of soy protein-based food gels and control of fibrous structure and rheological property by freezing. *Food Structure.*, 2022, 32, p. 100258. ISSN 2213-3291.

65. MISHAL, S., KANCHAN, SHRADDHAR, BHUSHETTE, PRAVIN, SONAWANE, SACHIN. Development of Plant based meat analogue. *Food Science and Applied Biotechnology*, 2022, 5, p. 45.
66. BARBOSA-CÁNOVAS, G., FONTANA, V., SCHMIDT, A.J., LABUZA, S.J. Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications. *Wiley-Blackwell*, 2017, ISBN: 978-0-8138-0219-2.
67. American Public Health Association (APHA). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. *APHA Press*, 2015, ISBN: 978-0875530184.
68. FERNANDEZ, M.V.; DENOYA, G.; AGÜERO, M.; JAGUS, R.; VAUDAGNA, S. Optimization of high pressure processing parameters to preserve quality attributes of a mixed fruit and vegetable smoothie. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2018, 47, p. 170–179.
69. MCCLEMENTS, D.J., GROSSMANN, L. The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2021, 20, p. 4049–4100.
70. MIHALACHE, O., DELLAFIORA, L., DALL’ASTA, C. Assessing the Mycotoxin-related Health Impact of Shifting from Meat-based Diets to Soy-based Meat Analogues in a Model Scenario Based on Italian Consumption Data. *Expo. Health.*, 2022, 15, p. 661–675.
71. MIHALACHE, O.A., DELLAFIORA, L., DALL’ASTA, C. A systematic review of natural toxins occurrence in plant commodities used for plant-based meat alternatives production. *Food Res. Int.*, 2022, 158, p. 111490.
72. TOTH, A.J., DUNAY, A., TATTAY, M., ILLES, C.B., BITTSANSZKY, A., SUTH, M. Microbial spoilage of plant-based meat nalogues. *Appl. Sci.*, 2021, 11, p. 8309.
73. BONNY, S.P.F., GARDNER, G.E., PETHICK, D.W., Hocquette, J.F. What Is Artificial Meat and What Does It Mean for the Future of the Meat Industry? *J. Integr. Agric.*, 2015, 14, p. 255–263.
74. GRÄFENHAHN, M., BEYRER, M. Plant-Based Meat Analogues in the Human Diet: What Are the Hazards? *Foods* 2024, 13, p. 1541.
75. European Commission. Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017 Establishing Mitigation Measures and Benchmark Levels for the Reduction of the Presence of Acrylamide in Food 2017. *Off. J.*, 2017, 204, p. 24–44.
76. European Commission. Commission Regulation (EU) 2020/1255 of 7 September 2020 Amending Regulation (EC) No 1881/2006 as Regards Maximum Levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Traditionally Smoked Meat and Smoked Meat Products

and Traditionally Smoked Fish and Smoked Fishery Products and Establishing a Maximum Level of PAHs in Powders of Food of Plant Origin Used for the Preparation of Beverages. *Off. J.*, 2020, 293, p. 1–4.

77. JEUNINK, J., CHEFTEL, J.C. Chemical and Physicochemical Changes in Field Bean and Soybean Proteins Texturized by Extrusion. *J. Food Sci.* 1979, 44, p. 1322–1325.
78. BENARD, C., CULTRONE, A., MICHEL, C., ROSALES, C., SEGAIN, J.-P. LAHAYE, M.L GALMICHE, J.P., CHERBUT, C., BLOTTIÈRE, H.M. Degraded Carrageenan Causing Colitis in Rats Induces TNF Secretion and ICAM-1 Upregulation in Monocytes through NF-KB Activation. *PLoS ONE* ., 2010, 5, p. 8666.
79. CFIA. Bacterial Pathogens in Seed Powder and Plant-Based Protein Powder. *CFIA: Ottawa, ON, Canada.*, 2018.