

Dr hab. Marek GRUCHELSKI Prof. WSM
 Warsaw Management University, Poland
 Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Polska
 inż. Marcin GRUCHELSKI
 Katarzyna POREBSKA
 Warsaw, Poland

THE USE OF PASCALIZATION IN THE POLISH FOOD INDUSTRY – CHARACTERISTICS AND PROSPECTS®

Zastosowanie paskalizacji w polskim przemyśle spożywczym – charakterystyka i perspektywy®

In recent years, pro-health food has become more and more popular. Particular attention is paid not only to unprocessed, nutritional fruit and vegetable products, but also high-quality meat products, dairy products and ready meals. It is the changes in consumer preferences that constitute the main, amongst others, driving force for scientists and food producers who are looking for new concepts and directions to develop the food industry.

One of the hi-tech solutions, in line with the principle of “minimal processing”, as well as responding to the market demand, is the method of high-pressure food preservation, often referred to as “pascalization”. The advantage of this method is the combination of effective degradation of microorganisms and pathogens while maintaining the high quality of the preserved product. Additionally, it allows to influence the texture, functional properties and sensory features of the product without adversely affecting its nutrients.

Modern technologies of food preservation are still rarely used on the domestic food processing market. This is due, inter alia, to the fact that innovations in the production sector require high capital outlays, and individual food processing plants most often do not have a sufficient capital base to invest in modern technologies. The current limitations in the large-scale application of the high-pressure food preservation method in the Polish food processing sector result directly from the high price of high-pressure systems and higher processing costs than contemporary methods.

The solution to the problem of currently limited use of these technologies on the Polish market should be sought, first of all, in the approach to the issue of capital cooperation between economic entities and in changing the states policy towards small and medium-sized enterprises.

The aim of this article is to present pascalization as an alternative and a modern method of pressure food preservation as well as an indication of the prospects and possibilities of introducing this technology on a large scale in the Polish food processing sector.

Key words: pascalization, food processing, food industry, sustainable development, HPP, high pressure processing, high pressure pasteurization, HHP, high hydrostatic pressure, UHP, ultra high pressure.

W ostatnich latach żywność prozdrowotna cieszy się coraz większą popularnością. Szczególne zainteresowanie budzą nie tylko nieprzetworzone, wartościowe produkty owocowo-warzywne, ale również wysokiej jakości produkty mięsne, nabiał oraz dania gotowe. To właśnie zmiany preferencji konsumentów stanowią główną, choć nie jedyną, przyczynę poszukiwania przez naukowców oraz producentów żywności nowych koncepcji i kierunków rozwoju przemysłu spożywczego. Jednym z nowoczesnych rozwiązań, zgodnych z zasadą „minimalnego przetwarzania”, jak również, odpowiadających na zapotrzebowanie rynku jest metoda wysokociśnieniowego utrwalania żywności, często określana mianem „paskalizacji”. Zaletą tej metody jest połączenie skutecznej degradacji drobnoustrojów oraz patogenów z jednoczesnym zachowaniem wysokiej jakości utrwalanego produktu. Dodatkowo, pozwala ona wpływać na kształtowanie tekstury, właściwości funkcjonalne oraz cechy sensoryczne produktu bez wywierania negatywnych skutków na jego składniki odżywcze.

Nowoczesne technologie utrwalania żywności są jeszcze dosyć rzadko wykorzystywane na rodzimym rynku przetwórstwa spożywczego. Wynika to między innymi z faktu, iż innowacje w sektorze produkcyjnym wymagają wysokich nakładów kapitałowych, a pojedyncze zakłady przetwórstwa spożywczego najczęściej nie posiadają wystarczającej bazy kapitałowej pozwalającej na inwestycje w nowoczesne technologie. Obecne ograniczenia w zastosowaniu na szeroką skalę metody wysokociśnieniowego utrwalania żywności w polskim sektorze przetwórstwa spożywczego wynikają bezpośrednio z wysokiej ceny systemów wysokociśnieniowych oraz wyższych, względem metod klasycznych, kosztów przetwarzania.

Rozwiązania problemu ograniczonego obecnie wykorzystania tych technologii na polskim rynku należy szukać, przede wszystkim, w sposobie podejścia do kwestii współpracy kapitałowej pomiędzy podmiotami gospodarczymi oraz w zmianie polityki państwa wobec małych i średnich przedsiębiorstw.

Celem artykułu jest przedstawienie paskalizacji, jako alternatywnej i nowoczesnej metody ciśnieniowego utrwalania żywności oraz wskazanie perspektyw i możliwości wprowadzenia tej technologii na szeroką skalę w polskim sektorze przetwórstwa spożywczego.

Słowa kluczowe: paskalizacja, przetwórstwo spożywcze, przemysł spożywczy, rozwój zrównoważony, wysokociśnieniowe utrwalanie żywności, HPP, HHP, UHP.

INTRODUCTION

Consumer awareness makes natural and healthy food a standard element of the daily diet of consumers who lead a healthy and active lifestyle. Unprocessed, nutritious fruit and vegetable products are of particular interest [1, 2].

Health-oriented expectations of customers refer not only to products of plant origin, but also to meat products, dairy products and ready meals [3]. Customers expect fresh, healthy and preservative-free products, which are convenient and tasty at the same time [10, 12].

Changes in consumer preferences are the main, but not the only, reason why scientists and food producers are looking for new concepts and directions for the development of the food industry. In addition, companies involved in the development or transport of food products are increasingly looking for new technologies to increase food safety and extend its shelf life [16, 17].

PASCALIZATION – CHARACTERISTICS OF AN ALTERNATIVE METHOD OF PRESERVING FOOD

Pascalization – Introductory issues

Since recently, Polish consumers can learn about new food preservation technology, which is pascalization, i.e. high-pressure treatment. Other names for this process are: HPP (High Pressure Pasteurization), HHP (High Hydrostatic Pressure) and UHP (Ultra High Pressure) [12]. The impact of high pressure is also called pre-pressure or pressurization. The most common name turns out to be the first abbreviation that will also be used in this article.

The advantage of pascalization method is the combination of effective degradation of microorganisms and pathogens while maintaining the high quality of the preserved product. The high pressure targets the microbial cells, causing irreversible changes in them. It can also inactivate enzymes responsible for the deterioration of food quality, such as changes in consistency or color. Thanks to the pascalization, a product with an extended shelf life is obtained, with a quality similar to that of a natural product before the preservation process. Low molecular weight compounds, such as vitamins, dyes and flavors, remain intact, so the high-pressure preserved product does not lose quality [1].

This method not only helps preserve food by destroying harmful microorganisms, but also influences the texture, functional properties and sensory characteristics of the product without adversely affecting its nutrients [4].

The course of the pascalization process

The general principle of the pascalization process is that food put in flexible packages, is placed in a chamber gradually filled with water until the desired pressure is achieved, most often up to 600 MPa [17].

The range of pressures used in industrial practice is usually in the range of 400 - 600 MPa. The high pressure cured product should be in its final packaging to avoid recontamination [1, 6].

The final quality of the manufactured product is largely influenced by both the method and conditions of packaging and storage. There may be post-production hazards, secondary contamination of food caused, *inter alia*, by: contact with production and commercial personnel, contaminated devices, machines and storage areas. Recontamination often occurs during the portioning and packaging of finished products [16].

The important features of the packaging are not only its durability and flexibility, but also a correspondingly high barrier. It should be taken into account that the water present in the products under the pressure used in the pascalization process has a compressibility of 16%.

The packaging, in addition to high barrier properties, should be flexible and tight. Other parameters that greatly influence the efficiency of the pascalization process are the pressure value, the initial temperature of the product and the process time. The pressure level and the process time are values depending on the specificity of a given product. The parameters are determined on the basis of preliminary tests, carried out individually in order to optimize a given process.

Although the high-pressure setting treatment is classified as a non-thermal process, the increase in pressure causes an adiabatic increase in temperature, which means that an increase in pressure by every 100 MPa increases the temperature of the product by 3-5 ° C. The temperature then returns to its original level at the time of decompression, which marks the end of the process. Compared to the temperature achieved during thermal processes such as pasteurization, this increase is insignificant [1, 6].

The standard system for high-pressure machining consists of four basic parts:

- ◆ a pressure vessel with a closure system and a heating mantle that allows to obtain the appropriate temperature;
- ◆ pressure generating system;
- ◆ pressure and temperature control and monitoring device;
- ◆ system for moving the product to and from the tank.

The pressure vessel is usually a cylindrical vessel made of low-alloy, high-tensile steel. The thickness of its walls depends on the maximum working pressure, the diameter of the tank and the number of cycles for which the chamber has been designed. The most frequently used tanks have both vertical and horizontal configuration and internal volume ranging from 30 to 600 liters [4, 5].

Characteristics and scope of use of the pascalization method

The range of products that can be pascalized is very wide:

- ◆ juices and soft drinks;
- ◆ fruit and vegetable salads;
- ◆ ready meals;
- ◆ sauces, pastes, soups;
- ◆ dairy;
- ◆ fish, seafood, shellfish;

- ◆ meat;
- ◆ food for animals;
- ◆ cosmetics;
- ◆ pharmaceuticals [15, 17].

The pascalization process can be used universally in the food industry. Its main advantages include:

- ◆ preserving the taste, color and texture of the product;
- ◆ preservation of the nutritional value of the product (as opposed to pasteurization or adding preservatives);
- ◆ the possibility of producing low-sodium, and therefore healthier food for the consumer;
- ◆ two or even three times longer expiration date (longer transport possible);
- ◆ inactivation of food spoiling and pathogenic bacteria: *Listeria*, *E. coli* and *Salmonella* [17].

The classification of bacteria resistance to the level of applied pressures begins with the resistance of bacterial spores, i.e. the most resistant forms. Gram-positive bacteria G(+) are less resistant than them. Gram-negative bacteria G(-) are the most sensitive to high pressure [1].

The pressure levels used in practice can be divided into 3 groups in the range of 200–600 MPa [1, 4, 5]:

- ◆ 200–300 MPa – inactivation of yeast and mold;
- ◆ 300–400 MPa – inactivation of gram-negative bacteria;
- ◆ 500–600 MPa – the highest pressure range used in the food industry – reduction of the most resistant gram-positive bacteria [4, 5].

High pressure technology, in addition to the ability to preserve food, has an impact on the texture of food. For this reason, this method has been indicated as a physical process applicable to the softening (tenderizing) of meat and meat products without the use of additives. Such structural modifications of meat proteins can be used in the food industry in the development of new products and recipes [3, 12].

Furthermore, the high-pressure food preservation method has significant potential for use in the preservation of beer and wine [15].

PASCALIZATION AND THE FOOD PROCESSING MARKET

Demand for modern technologies in food processing

Consumer awareness makes natural and healthy food a staple of the daily diet, and the pro-health expectations of customers refer not only to plant-based products, but also to meat products, dairy products and ready meals. Customers are looking for fresh, healthy and preservative-free products, which are convenient to prepare and, above all, tasty.

Unprocessed, valuable fruit and vegetable products are of particular interest [1, 2]. The widest use of high-pressure processing is currently in the processing of fruit and vegetables. The products most often preserved using pascalization include: juices, smoothies, plant drinks, vegetable pastes, soups and fruit mousses. Both fruit and vegetable juices are

products particularly suitable for high-pressure processing. This is because that their favorable pH and high water content favors homogeneous pressure transfer and does not reduce the volume of the product after the process [1, 13, 14].

The best example of products successfully conquering the Polish market are freshly squeezed, unpasteurized fruit juices. For years, producers of juices have been intensively looking for solutions that would allow to maintain the highest nutritional value of manufactured products, while extending their shelf life. Traditional thermal processing of juices damages vitamins and other heat-sensitive compounds. A substance of significant value for human health is vitamin C, i.e. ascorbic acid. It is an antioxidant, but also a thermally highly labile compound. Due to its solubility in water, it is very exposed to oxidation and degradation under conditions of even slightly elevated temperatures. Other compounds of particular value for human health are polyphenols, which like vitamin C, have an antioxidant effect. Their antioxidant potential can be up to 30 times greater than that of ascorbic acid. However, as in the case of ascorbic acid, polyphenols are degraded under the influence of high temperature used in the pasteurization process. The solution allowing to protect these compounds against degradation may be the high-pressure food preservation technology [1, 11, 13].

Despite the fact, that changes in consumer preferences are the main reason why scientists and food producers are looking for new concepts and directions for product development, it should be remembered that also companies dealing with the development or transport of food products are increasingly looking for new technologies to increase food safety and extend its shelf life [16, 17].

The current use of pascalization on the Polish food processing market

There is no doubt that modern technologies of food preservation are still rarely used in the domestic food processing market. This is due, inter alia, to the fact that innovations in the production sector require high capital outlays, and individual food processing plants most often do not have a sufficient capital base to invest in modern technologies.

The current limitations in the large-scale use of the high-pressure food preservation method in the Polish food processing sector result from the high price of high-pressure systems and higher processing costs compared to classic methods. It should be noted that the prices of such systems range from 500,000 up to USD 2.5 million, depending on device capacity and degree of automation, while processing costs range from 9 to 22 cents / kg, including operating costs and depreciation [4].

The use of modern, and at the same time consistent with the principle of “minimal processing”, methods of food preservation will allow to obtain low-processed products of high quality. Nevertheless, a solution to the problem of the limited use of these technologies on the Polish market should be sought, first of all, in the approach to the issue of capital cooperation between economic entities and in changing the state’s policy towards small and medium-sized enterprises.

Prospects for the large-scale use of modern food preservation methods in the Polish food processing sector

Determining the perspectives for action aimed at enabling the large-scale use of modern methods of food preservation in the Polish food processing sector is a complex issue and goes beyond the scope of this article. However, it is possible to define certain thematic and research areas of the issues raised.

The analysis should begin with the structure of the Polish market and its imperfections, resulting, *inter alia*, from the political, social and economic changes that took place in the period of the systemic transformation after 1989.

One of the significant disadvantages of the current structure of the domestic market is the existing high fragmentation of private enterprises, which, due to an insufficient capital base, have no chance to compete with large foreign enterprises. One of the solutions to such a situation could be the establishment of multi-industry conglomerates integrating domestic economic entities. There are many forms of business association, including solutions such as: consortia, cooperatives and cooperation based on civil law contracts. However, the form of multi-industry conglomerates is the most comprehensive solution.

In the long term, the state should support, similarly to Asian countries, the creation of mixed multi-industry conglomerates including economic entities, both from the agricultural sector, the agri-food processing industry, and non-agricultural sectors. Conglomerates would include producers, the maximum number of recipients and public sector entities. The ownership structure of conglomerates would be public-private, and with time private-public [7, 8].

Another issue is the need to introduce changes in using EU funds by creating consortia in order to increase the participation of domestic entities in the implementation of tasks co-financed from EU funds and to activate employment [7, 8, 9].

Comprehensive state policy, to be effective, must become a part of a coherent economic policy and be coupled with tax and education policies as well as labor market reform. In its implementation, in addition to state administration, multi-sector conglomerates should play a key role. [8]

Food production, using modern technologies, should not only be competitive, but also more sustainable. When supporting sustainable development, one should be aware of the fundamental relationship between technical and economic development and the natural environment [9].

The advantage of the Polish market is that the raw material base is largely based on domestic agricultural production, often with a low degree of schematization and high quality products. Thus, the use of modern food preservation technologies will enable the introduction to the market on a larger scale of unprocessed, fully valuable fruit and vegetable products.

SUMMARY

Natural and healthy food is becoming a standard element of the daily diet among consumers, and the pro-health expectations of customers refer not only to plant-based products, but also to meat products, dairy products and ready meals.

One of the modern solutions, responding to the market demand, and at the same time in line with the principle of “minimal processing”, is pascalization, a high-pressure method of food preservation, the advantage of which is the combination of effective degradation of microorganisms and pathogens while maintaining the high quality of the preserved product. Furthermore, thanks to this method it is possible to influence the texture, functional properties and sensory characteristics of the product without adversely affecting its nutrient. The general principle of the pascalization process is that it is food in flexible packages, it is placed in a chamber gradually filled with water until the desired pressure is achieved, most often up to 600 MPa. In this process, high pressure acts on the microbial cells, causing them to change irreversibly. Pascalization can also inactivate enzymes responsible for the deterioration of food quality, such as changes in consistency or color.

As a result, a product with an extended shelf life is obtained with a quality close to that of the natural product before the preservation process. Low molecular weight compounds, such as vitamins, dyes or flavors, remain intact, so that the quality of the high-pressure preserved product remains intact.

The range of products that can be pascalised is very wide and includes, among others: juices and drinks, fruit and vegetable salads, ready meals, sauces, pastes, soups, dairy products, fish, seafood, shellfish, meat, food for animals, cosmetics, pharmaceuticals. The pascalization process can be used universally in the food industry and in other industries.

Modern technologies of food preservation are still rarely used on the domestic food processing market. This is due, *inter alia*, to the fact that innovations in the production sector require high capital expenditure related to high prices of high-pressure systems and higher, compared to classic methods, processing costs. Single food processing plants most often do not have a sufficient capital base allowing for this type of investments, and also do not have a chance to compete with large foreign enterprises.

A solution to this problem should be sought, first of all, in the approach to the issue of capital cooperation between economic entities and in changing the state's policy towards small and medium-sized enterprises. One solution could be the establishment of multi-industry conglomerates that would integrate domestic economic entities. These conglomerates should include both producers, the maximum number of recipients and public sector entities.

PODSUMOWANIE

Naturalna i zdrowa żywność staje się standardowym elementem codziennej diety wśród konsumentów, a prozdrowotne oczekiwania klientów odnoszą się nie tylko do produktów pochodzenia roślinnego, ale również do produktów mięsnych, nabiału oraz dań gotowych.

Jednym z nowoczesnych rozwiązań, odpowiadających na zapotrzebowanie rynku, a zarazem zgodnych z zasadą „minimalnego przetwarzania”, jest paskalizacja, czyli wysokociśnieniowa metoda utrwalania żywności, której zaletą jest połączenie skutecznej degradacji drobnoustrojów oraz patogenów z jednoczesnym zachowaniem wysokiej jakości utrwalanego produktu. Ponadto, dzięki tej metodzie można wpływać na

kształtowanie tekstury, właściwości funkcjonalne oraz cechy sensoryczne produktu, bez wywierania negatywnych skutków na jego składniki odżywcze.

Generalna zasada procesu paskalizacji polega na tym, że żywność w elastycznych opakowaniach zostaje umieszczona w komorze stopniowo wypełnianej wodą, do momentu, aż zostanie osiągnięte pożądane ciśnienie, najczęściej w wysokości do 600 MPa. W procesie tym, wysokie ciśnienie oddziałuje na komórki drobnoustrojów, powodując w nich nieodwracalne zmiany. Paskalizacja może także inaktywować enzymy odpowiedzialne za pogarszanie się jakości żywności, takich jak zmiany konsystencji lub barwy. W rezultacie, uzyskuje się produkt o przedłużonym terminie przydatności do spożycia o jakości zbliżonej do naturalnego produktu przed procesem utrwalania. Związki o niskiej masie cząsteczkowej, takie jak witaminy, barwniki czy związki smakowo-zapachowe, pozostają w formie nienaruszonej, przez co produkt utrwalony metodą wysokociśnieniową nie traci na jakości.

Asortyment produktów, które mogą zostać poddane procesowi paskalizacji jest bardzo szeroki i obejmuje między innymi: soki i napoje, sałatki owocowe i warzywne, dania gotowe, sosy, pasty, zupy, nabiał, ryby, owoce morza, skorupiaki, mięso, żywność dla zwierząt, kosmetyki, farmaceutyki. Proces paskalizacji może mieć uniwersalne zastosowanie w przemyśle spożywczym oraz w innych gałęziach przemysłu.

Nowoczesne technologie utrwalania żywności są jeszcze dosyć rzadko wykorzystywane na rodzimym rynku przetwórstwa spożywczego. Wynika to między innymi z faktu, iż innowacje w sektorze produkcyjnym wymagają wysokich nakładów kapitałowych, związanych z wysokimi cenami systemów wysokociśnieniowych oraz wyższych, względem metod klasycznych, kosztów przetwarzania. Pojedyncze zakłady przetwórstwa spożywczego najczęściej nie posiadają wystarczającej bazy kapitałowej pozwalającej na tego typu inwestycje, jak również, nie mają szansy konkurować z dużymi przedsiębiorstwami zagranicznymi.

Rozwiązania tego problemu należy szukać, przede wszystkim, w sposobie podejścia do kwestii współpracy kapitałowej pomiędzy podmiotami gospodarczymi oraz w zmianie polityki państwa wobec małych i średnich przedsiębiorstw. Jednym z rozwiązań mogłoby być powołanie konglomeratów wielobranżowych, które integrowałyby krajowe podmioty ekonomiczne. Konglomeraty te powinny obejmować zarówno producentów, maksymalną ilość odbiorców oraz jednostki sektora publicznego.

REFERENCES

- [1] **BONE J., L. WACHOWICZ, G. WIDLAK. 2019.** „Utrwalanie soków wysokiej jakości z wykorzystaniem wysokich ciśnień”. *Przemysł Spożywczy* 3/2019.
- [2] **DEHER D., S. LE GOURRIEREC, C. PÉREZ-LAMELA. 2017.** „Effect of high pressure processing on the microbial inactivation in fruit preparations and other vegetable based beverages”. *Agriculture* 7/2017.
- [3] **DOMARADZKI P., FLOREK M., A. LITWIŃCZUK, Z. LITWIŃCZUK. 2016.** „Zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięsa wołowego w zależności od warunków jego dojrzewania”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3/2016.
- [4] **DUDZIŃSKA A., J. DOMAGAŁA, M. WSZOLEK. 2014.** „Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na mikroorganizmy występujące w mleku i na właściwości mleka”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3/2014.
- [5] **DUDZIŃSKA A., J. DOMAGAŁA, M. WSZOLEK. 2014.** „Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na podstawowe składniki mleka”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2/2014.
- [6] **FOOD SAFETY AUTHORITY OF IRELAND. 2015.** „High Pressure Processing of Foods”. *Microbial Factsheet Series* 1/2015.

REFERENCES

- [1] **BONE J., L. WACHOWICZ, G. WIDLAK. 2019.** „Utrwalanie soków wysokiej jakości z wykorzystaniem wysokich ciśnień”. *Przemysł Spożywczy* 3/2019.
- [2] **DEHER D., S. LE GOURRIEREC, C. PÉREZ-LAMELA. 2017.** „Effect of high pressure processing on the microbial inactivation in fruit preparations and other vegetable based beverages”. *Agriculture* 7/2017.
- [3] **DOMARADZKI P., FLOREK M., A. LITWIŃCZUK, Z. LITWIŃCZUK. 2016.** „Zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięsa wołowego w zależności od warunków jego dojrzewania”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3/2016.
- [4] **DUDZIŃSKA A., J. DOMAGAŁA, M. WSZOLEK. 2014.** „Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na mikroorganizmy występujące w mleku i na właściwości mleka”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3/2014.
- [5] **DUDZIŃSKA A., J. DOMAGAŁA, M. WSZOLEK. 2014.** „Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na podstawowe składniki mleka”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2/2014.
- [6] **FOOD SAFETY AUTHORITY OF IRELAND. 2015.** „High Pressure Processing of Foods”. *Microbial Factsheet Series* 1/2015.

- [7] **GRUCHELSKI M. 2013.** Bezrobocie w procesie wzrostu gospodarczego. Teoria i praktyka. Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie.
- [8] **GRUCHELSKI M. 2020.** „Możliwości wykorzystania dla potrzeb polskiej gospodarki doświadczeń z procesów industrializacji Korei Południowej, ze szczególnym uwzględnieniem współpracy sektora publicznego i prywatnego”. w: Sektor prywatny a sektor publiczny. Ujęcie interdyscyplinarne. Oficyna Wydawnicza ASPRA.
- [9] **GRUCHELSKI M., J. NIEMCZYK. 2019.** „Środowisko naturalne w Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa 2030”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2/2019: 137–141.
- [10] **HAC-SZYMAŃCZUK E., J. MROCZEK, B. STOLPE, S. TWORZYDLAK. 2005.** „Wpływ wysokiego ciśnienia na wybrane cechy jakościowe polędwicy sopockiej i surowej polędwicy wędzonej”. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 4/2005.
- [11] **JABŁOŃSKA-RYŚ E., W. GUSTAW, A. LATOCH. 2014.** „Ocena przydatności technologicznej wybranych odmian jabłek pod względem potencjału brązowienia”. Żywność. Nauka. Technika. Jakość 1/2014.
- [12] **MAKAŁA H., S. PTASZNIK, A. J. ROSTOCKI, R. TARAKOWSKI. 2018.** „Ocena przydatności technologii wysokociśnieniowej do konserwowania mięsa. Studium przypadku”. Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego 1/2018.
- [13] **MARSZAŁEK K., S. SKĄPSKA, J. SZCZEPAN-SKA. 2017.** „Zastosowanie wysokich ciśnień do utrwalania soków NFC”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 11–12/2017.
- [14] **MARSZAŁEK K., S. SKĄPSKA, Ł. WOŹNIAK. 2014.** „Wysokie ciśnienia w przemyśle owocowo-warzywnym”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 11–12/2014.
- [15] **OPIELA J., J. ROMANEK. 2015.** „Zastosowanie wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (HHP) w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz medycynie”. Wiadomości Zootechniczne 4/2015.
- [16] **PIETRZAK D. 2010.** „Perspektywy stosowania wysokich ciśnień w produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego”. Żywność. Nauka. Technika. Jakość 2/2010.
- [17] **WALCZYŃSKI P. 2014.** „Wysokociśnieniowe utrwalanie żywności – HPP”. Przemysł Spożywczy 4/2014.
- [7] **GRUCHELSKI M. 2013.** Bezrobocie w procesie wzrostu gospodarczego. Teoria i praktyka. Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie.
- [8] **GRUCHELSKI M. 2020.** „Możliwości wykorzystania dla potrzeb polskiej gospodarki doświadczeń z procesów industrializacji Korei Południowej, ze szczególnym uwzględnieniem współpracy sektora publicznego i prywatnego”. w: Sektor prywatny a sektor publiczny. Ujęcie interdyscyplinarne. Oficyna Wydawnicza ASPRA.
- [9] **GRUCHELSKI M., J. NIEMCZYK. 2019.** „Środowisko naturalne w Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa 2030”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2/2019: 137–141.
- [10] **HAC-SZYMANCZUK E., J. MROCZEK, B. STOLPE, S. TWORZYDLAK. 2005.** „Wpływ wysokiego ciśnienia na wybrane cechy jakościowe polędwicy sopockiej i surowej polędwicy wędzonej”. Żywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc 4/2005.
- [11] **JABLONSKA-RYS E., W. GUSTAW, A. LATOCH. 2014.** „Ocena przydatności technologicznej wybranych odmian jabłek pod względem potencjału brązowienia”. Żywnosc. Nauka. Technika. Jakosc 1/2014.
- [12] **MAKAŁA H., S. PTASZNIK, A. J. ROSTOCKI, R. TARAKOWSKI. 2018.** „Ocena przydatności technologii wysokociśnieniowej do konserwowania mięsa. Studium przypadku”. Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego 1/2018.
- [13] **MARSZAŁEK K., S. SKĄPSKA, J. SZCZEPAN-SKA. 2017.** „Zastosowanie wysokich ciśnień do utrwalania soków NFC”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 11–12/2017.
- [14] **MARSZAŁEK K., S. SKĄPSKA, L. WOZNIAK. 2014.** „Wysokie ciśnienia w przemyśle owocowo-warzywnym”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 11–12/2014.
- [15] **OPIELA J., J. ROMANEK. 2015.** „Zastosowanie wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (HHP) w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz medycynie”. Wiadomosci Zootechniczne 4/2015.
- [16] **PIETRZAK D. 2010.** „Perspektywy stosowania wysokich ciśnień w produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego”. Żywnosc. Nauka. Technika. Jakosc 2/2010.
- [17] **WALCZYNSKI P. 2014.** „Wysokociśnieniowe utrwalanie żywności – HPP”. Przemysł Spożywczy 4/2014.