

**POSTĘPY
TECHNIKI
przetwórstwa
spożywczego**

**TECHNOLOGICAL
PROGRESS
in food processing**

1

2015



Wyższa Szkoła Menedżerska

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

tel. 22 59-00-700, www.wsm.warszawa.pl





Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

Warsaw Management University

03-772 Warszawa, ul. Kawęczyńska 36

tel. +48 22 59 00 700; fax +48 22 59 00 713

www.wsm.warszawa.pl

Oferta edukacyjna 2015/2016

Kierunki studiów w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie

Studia magisterskie:

- Prawo
- Psychologia

Studia licencjackie i magisterskie (II st.):

- Zarządzanie
- Administracja
- Stosunki Międzynarodowe
- Pedagogika

Studia licencjackie:

- Finanse i rachunkowość
- Bezpieczeństwo Narodowe

Studia inżynierskie (I st.):

- Informatyka
- Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

REKRUTACJA

22 59 00 730 rekrutacja@wsm.warszawa.pl

Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie jest jedną z najstarszych niepublicznych uczelni w Polsce, o ugruntowanym prawnie i trwałym miejscu w systemie edukacyjnym. W ciągu 20 lat działalności wykształciła ponad 40 000 absolwentów. Uczelnia ma liczne grono doświadczonych profesorów oraz kreatywną kadrę wykładowców. Dysponuje też europejskiej klasy nowoczesnymi obiektami dydaktycznymi, socjalnymi i sportowymi oraz Domem Studenta.

Centrum Kształcenia Ustawicznego – Studia Podyplomowe

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

Budynek B (p. B005)

tel. 22 59 00 765; fax 22 59 00 853

e-mail: podyplomowe@wsm.warszawa.pl

wsm.warszawa.pl/podyplomowe

WYDZIAŁY

- **MENEDŻERSKI I NAUK
TECHNICZNYCH**



- **PRAWA I ADMINISTRACJI**
- **NAUK SPOŁECZNYCH**

Tom 25/46

PL ISSN
0867-793x

5 pkt
na liście
rankingowej
czasopism
punktowanych

POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

Nr 1/2015

Adres redakcji

03-772 Warszawa
ul. Kawęczyńska 36
pok. 03
tel. 22 59 00 828
fax: 22 59 00 774
e-mail: ptps@mac.edu.pl

**B. Czasopisma
naukowe
nieposiadające
współczynnika
wpływu**

IMPACT FACTOR (IF)

L.p. 1627



**Czasopismo recenzowane
Wyższej Szkoły Menedżerskiej
w Warszawie**

**Wydanie publikacji dofinansował
Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego**

Istnieje od 1992 r.

Do 2003 r. wydawane przez Instytut Maszyn Spożywczych

Czasopismo naukowe, o zasięgu ogólnokrajowym, promujące branżę maszyn spożywczych i nauki ekonomiczne, zamieszczające prace naukowo-badawcze, badawczo-rozwojowe, wdrożeniowe i przeglądowe z zakresu: inżynierii żywności i organizacji produkcji, projektowania, konstrukcji, wykonawstwa oraz eksploatacji i energochłonności maszyn spożywczych, a także z ekonomii, ekologii, zarządzania, marketingu i przedsiębiorczości w nauce, gospodarce, usługach i administracji.

„Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” są forum prezentacji dorobku naukowego i wymiany myśli techniczno-ekonomicznej kadry Polskiej Akademii Nauk, uczelni technicznych, rolniczych, ekonomicznych, Wyższej Szkoły Menedżerskiej oraz innych jednostek badawczo-rozwojowych i produkcyjnych w kraju, zajmujących się w.w. zagadnieniami.

Wersja papierowa jest wersją pierwotną czasopisma

Prenumerata – w siedzibie redakcji. **Wydawca** – Wyższa Szkoła Menedżerska, 03-772 Warszawa ul. Kawęczyńska 36,
tel. 22 59 00 700, fax: 22 59 00 774; <http://redakcja.wsm.warszawa.pl>

Druk: PP-W „GRAF” Janusz Janiszewski, tel. 501 376 898, e-mail: janusz.graf@wp.pl;

Nakład: 600 egz.

SPIS TREŚCI

CONTENTS

Od Redakcji	4
<i>Editorial</i>	
OFERTA EDUKACYJNA WSM 2015/2016	5
<i>EDUCATION OFFER OF WSM 2015/2016</i>	

INŻYNIERIA ŻYWNOŚCI

FOOD ENGINEERING

1. PALACHA Z., ŚWISTAK G.:	
Analiza czasu zamrażania wybranych warzyw przy zmiennych parametrach procesu zamrażania	9
<i>Freezing time analysis of some vegetables the variable parameters of freezing.</i>	
2. MIASTKOWSKI K., BAKONIUK J., CZAPLICKA M., OBIDZIŃSKI S.:	
Charakterystyka wiązania wody przez błonnik kakaowy	15
<i>Characteristics of binding water by cocoa fiber.</i>	
3. WRZODAK A., GRZEGORZEWSKA M.:	
Jakość sensoryczna kapusty głowiastej i selerów korzeniowych w zależności od odmiany i przechowywania	20
<i>Sensory quality of white cabbage and seleriac depending on the cultivar and storage.</i>	
4. STARZYCKI M., STARZYCKA-KORBAS E., MIRY A., STERCZYŃSKA M., JAKUBOWSKI M.:	
Badania chromatograficzne GC-FID zawartości kwasów tłuszczowych w pestkach wybranych owoców drzew pestkowych	25
<i>GC-FID chromatographic research on the content of fatty acids in the stones of selected stone fruit trees.</i>	
5. MIESZKALSKI L.:	
Matematyczne modelowanie konstrukcji mebli gastronomicznych, restauracyjnych i hotelowych z wykorzystaniem sześcianu jednostkowego	29
<i>Mathematical modeling design dining furniture, restaurant and hotel using the unit cube.</i>	
6. BIEŃCZAK A., MARCINKIEWICZ J., OBIDZIŃSKI S.:	
Badania pomp zębatych wykorzystywanych do przetłaczania cieczy spożywczych w aspekcie odciążenia przestrzeni zasklepionej	35
<i>Analysis of the gear pumps used for pumping food industry fluids in the context of the pressure reduction in the vaulted spaces.</i>	
7. MADEJ-LACHOWSKA M., SZWEDZIAK K., POLAŃCZYK E., PIECHACZEK N.:	
Ocena jakości wybranych produktów żywnościowych za pomocą metod wizyjnych	40
<i>Quality evaluation of selected food products with visual methods.</i>	
8. KABZIŃSKI M., PTASZEK P., PTASZEK A., GRZESIK M.:	
Wpływ rodzaju użytego mieszadła na zapotrzebowanie mocy mieszania oraz zmiany lepkości pozornej roztworów mączki chleba świętojańskiego	44
<i>The impact of stirrer type on mixing power consumption and apparent viscosity changes of locust bean gum solutions.</i>	
9. DEC D., STEFANIAK M., OBIDZIŃSKI S., PIEKUT J.:	
Ocena mikrobiologiczna produktów zbożowych dostępnych na rynku województwa Podlaskiego	48
<i>Evaluation of microbial products available on the market cereal province of Podlasie.</i>	
10. HOFFMANN M., KOSTYRA E.:	
Jakość sensoryczna i wartość odżywcza wegańskich substytutów mleka krowiego	52
<i>Sensory quality and nutritional value of vegan substitutes of milk.</i>	
11. SZWEDZIAK K., POLAŃCZYK E., SZWANCARZ M., ŻURAWSKA A.:	
Napoje izotoniczne w diecie sportowców	58
<i>Isotonic drinks in the diet of athletes.</i>	
12. MIESZKALSKI L., ŻUK Z., SZCZYGLAK P.:	
Matematyczne modelowanie kształtu nasienia gorczyca białej (<i>Sinapis alba</i> L.)	62
<i>Mathematical modeling of the shape of the seed of white mustard (<i>Sinapis alba</i> L.).</i>	
13. ŻBIKOWSKA A., ONACIK-GŪR S., KOWALSKA M.:	
Wpływ błonnika jabłkowego na jakość fizyczną i sensoryczną wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych	67
<i>Impact of apple fiber on the physical and sensory quality of sponge-fat products.</i>	
14. FIUTAK G., MACURA R., MICHALCZYK M., SURÓWKA K.:	
Wpływ metody zamrażania na barwę, zawartość chlorofili i teksturę produktów liofilizowanych	74
<i>Effect of freezing method on the colour, chlorophylls content and texture of freeze-dried products.</i>	
15. KRUK J., PTASZEK P., GRZESIK M.:	
Charakterystyka fizyczna spienionych układów spożywczych na bazie białka jaja kurzego i pektyny jabłkowej	78
<i>Physical characteristic of food foam systems based on egg white protein and apple pectin.</i>	

ARTYKUŁY ANALITYCZNO-PRZEGLĄDOWE

ANALYTICAL-REVIEW ARTICLES

16. DYBKOWSKA E., ZALEWSKA E.:	
Właściwości funkcjonalne i technologiczne inuliny i fruktooligosacharydów	82
<i>Functional and technological properties of inulin and fructooligosaccharides.</i>	
17. GANTNER M., STOKOWSKA A.:	
Nie tylko przyprawy przedłużają trwałość mięsa	86
<i>Not only spices prolong the durability of meat.</i>	
18. SZOSLAND-FALTYN A., KRÓLASIK J.:	
Zastosowanie bakterii fermentacji mlekowej do kontroli wzrostu pleśni toksynotwórczych oraz usuwania mikotoksyn z produktów mlecznych	91
<i>Application of lactic acid bacteria for control of mould growth and removal of mycotoxins from dairy products.</i>	
19. ACHREMOWICZ B., PUCHALSKI Cz., HABER T.:	
Wykorzystanie ziarna pszenżyta w przemyśle fermentacyjnym	95
<i>Use of triticale in the fermentation industry.</i>	

20. PIWIŃSKA M., ZAREMBA R.:	
Monitorowanie i kontrola temperatury w przemyśle spożywczym z wykorzystaniem promieniowania elektromagnetycznego w zakresie podczerwieni	99
<i>Monitoring and temperature control in the food industry with the use of electromagnetic radiation in the infrared range.</i>	
21. WOŹNICZKO M., PIEKUT M.:	
Stan rynku żywności regionalnej i tradycyjnej w Polsce	106
<i>The state of market of regional and traditional products in Poland.</i>	
22. ŻONTAŁA K., ŁOPACKA J., LIPIŃSKA A., SAKOWSKA A.:	
Zastosowanie różnicowej kalorymetrii skaningowej w analizie żywności	113
<i>Use differential scanning calorimetry in food analysis.</i>	
23. ACHREMOWICZ B., CEGLIŃSKA A., HABER T., HOŁOWNIA J., JUST K., OBIEDZIŃSKI M.:	
Ogólna charakterystyka i technologiczne wykorzystanie nasion szarłat. Część I: Ogólna charakterystyka szarłat	118
<i>General characteristics and technological applicability of amaranthus seeds. Part I: General characteristics of amaranthus.</i>	

PROBLEMATYKA ROLNO-ŻYWNOŚCIOWA AGRO FOOD PROBLEMS

24. OBIDZIŃSKI S., KOBYLIŃSKI M., DEC D., PIEKUT J.:	
Badania procesu brykietowania mieszanin materiałów odpadowych pochodzenia roślinnego	126
<i>The investigation of the briquetting process of mixtures of the plant waste materials.</i>	
25. GRUCHELSKI M., NIEMCZYK J.:	
Handel rolno-żywnościowy, zwłaszcza z państwami unijnymi, w dziesięć lat po akcesji Polski do Unii Europejskiej	131
<i>Agri-food trade, especially with EU member states, ten years after polish accession to the European Union.</i>	

EKONOMIA, ZARZĄDZANIE, INFORMATYKA, MARKETING ECONOMY, MANAGEMENT, INFORMATION, MARKETING

26. KOWALSKA M., PAŹDZIÓR M.:	
Zastosowanie diagramu Ishikawy jako narzędzia doskonalenia jakości produktów spożywczych	136
<i>Application of Ishikawa diagram as quality improvement tool of food products.</i>	
27. GORYSZEWSKI R., KOTOWSKA E.:	
U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część VI Problematyka finansów publicznych w ujęciu wybranych przedstawicieli XIX-wiecznej niemieckiej myśli ekonomicznej	140
<i>Some historical roots of the theory and practice of the public finance. Part VI The views of the selected representatives of German economic thought of the 19th century on public finance.</i>	
28. ŻEBROWSKI W., PIĄTKOWSKI A.:	
Sklepy wielkopowierzchniowe jako integralne ogniwo łańcucha dostaw	147
<i>Large retail establishment as an integral part of the supply chain system.</i>	
29. KARPIUK M.:	
Ochrona konsumentów jako standard bezpieczeństwa obrotu gospodarczego	152
<i>Consumer protection as a standard within the security of business trading.</i>	
30. KOŁOMAŃSKA K.:	
Ocena jakości wizualnej w przemyśle spożywczym	158
<i>The visual quality evaluation in food industry.</i>	

ZESPÓŁ REDAKCYJNY:

REDAKTOR NACZELNA:

PROF. DR HAB. ALINA MACIEJEWSKA

REDAKTOR TEMATYCZNY:

MGR INŻ. TADEUSZ KICZUK

REDAKTOR JĘZYKOWY:

MGR JOLANTA ELŻBIETA MIESZKALSKA

REDAKTOR STATYSTYCZNY:

DR HAB. EWA FRĄTCZAK, PROF. SGH

RADA NAUKOWO-PROGRAMOWA

PRZEWODNICZĄCY:

PROF. DR HAB. ANDRZEJ LENART – SGGW (POLSKA/POLAND)

CZŁONKOWIE:

PROF. DR HAB. ALEXANDER J. BELOHLAVEK, DR H.C. – OSTRAWA (CZECHY/CZECH REPUBLIC)

PROF. DR HAB. INŻ. BORYS CHRUSTALIOV – MIŃSK (BIAŁORUŚ/BELARUS)

PROF. DR HAB. INŻ. MYRON CZERNIEC – DROHOBYCZ (UKRAINA/UKRAINE)

PROF. DR HAB. PAVEL DANCAK – PRESOV (SŁOWACJA/SLOVAKIA)

PROF. DA-WEN SU – DUBLIN (IRLANDIA/IRELAND)

PROF. DR STANISŁAW DAWIDZIUK, DR H.C. – WSM (POLSKA/POLAND)

PROF. DR HAB. INŻ. JAROSŁAW DIAKUN – PK (POLSKA/POLAND)

PROF. DR INŻ. DANIEL DUTKIEWICZ – PK (POLSKA/POLAND)

PROF. DR SC. INŻ. ERLIHMAN WŁODIMIR NAUMOWICZ – KALININGRAD (FEDERACJA ROSYJSKA/RUSSIA)

PROF. DR SC. INŻ. YURI FATYCHOV – KALININGRAD (FEDERACJA ROSYJSKA/RUSSIA)

DOC. DR MAREK GRUCHELSKI – SGH, WSM (POLSKA/POLAND)

PROF. DR HAB. INŻ. LADISLAV HAVEL – BRNO (CZECHY/CZECH REPUBLIC)

PROF. DR HAB. INŻ. ALZBIETA JAROSOVA – BRNO (CZECHY/CZECH REPUBLIC)

PROF. DR HAB. INŻ. AGNIESZKA KALETA – SGGW (POLSKA/POLAND)

PROF. DR HAB. INŻ. HENRYK KOMSTA – PL (POLSKA/POLAND)

PROF. INŻ. ANNA KRÍŽANOVÁ, PH. D. – ŽILINA (SŁOWACJA/SLOVAKIA)

PROF. DR HAB. INŻ. LESZEK MIESZKALSKI – SGGW (POLSKA/POLAND)

PROF. DR HAB. INŻ. MAREK OPIELAK – PL (POLSKA/POLAND)

DR HAB. INŻ. ZBIGNIEW PAŁACHA, PROF. SGGW (POLSKA/POLAND)

DOC. DR VOLODYMYR RESHETIUK – KIEV (UKRAINA/UKRAINE)

PROF. DR HAB. INŻ. FIODOR ROMANIUK – MIŃSK (BIAŁORUŚ/BELARUS)

DOC. INŻ. PAVEL RYANT – BRNO (CZECHY/CZECH REPUBLIC)

PROF. VITEN'KO TATIANA, PH. D., D. SC. – TERNOPIL (UKRAINA/UKRAINE)

PROF. DR HAB. INŻ. KRZYSZTOF WITUSZYŃSKI – WSM (POLSKA/POLAND)

SZANOWNI CZYTELNICY

Przekazując do Waszych rąk kolejny numer czasopisma, rozpoczynamy dwudziesty czwarty rok obecności na rynku naukowych wydawnictw periodycznych.

Publikujemy jedynie recenzowane oryginalne artykuły naukowo-badawcze, badawczo-rozwojowe i analityczno-przeglądowe. W minionym okresie opublikowaliśmy około 830 artykułów. Mamy nadzieję, że i tym razem dostarczamy Państwu lekturę odpowiadającą Waszym zainteresowaniom branżowym.

Bieżący numer otwiera skrócona Oferta Edukacyjna na lata 2015/2016 Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie, tj. Wydawcy naszego czasopisma.

W tym numerze czasopisma publikujemy 30 merytorycznych artykułów naukowych. Sygnalizuję tylko niektóre z nich, mimo że wszystkie są interesujące.

Uzyskane wyniki badań czasu zamrażania wybranych warzyw, przeprowadzone na Wydziale Nauk o Żywności SGGW w Warszawie, pozwolą na bardziej racjonalne podejmowanie decyzji przy wyborze najkorzystniejszej metody zamrażania.

O jakości sensorycznej kapusty głowiastej i selerów korzeniowych decyduje odmiana oraz warunki przechowywania tych warzyw, informuje Zespół Autorski Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach, po przeprowadzeniu badań.

Z badań przeprowadzonych na Politechnice Koszalińskiej wynika, że największe różnice wśród analizowanych kwasów tłuszczonych odnotowano pomiędzy kwasem oleinowym i linolenowym dla wszystkich analizowanych gatunków pestek z wybranych owoców drzew pestkowych.

Z badań przeprowadzonych w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu wynika, że wymiary ręków odciążających mają istotny wpływ na zakres pracy pomp zębatych stosowanych do przetłaczania cieczy spożywczych.

Komputerową analizę obrazu jako innowacyjną metodę w ocenie jakości produktów spożywczych prezentują pracownicy nauki Politechniki Opolskiej.

Zapotrzebowanie mocy mieszania zależy od prędkości obrotowej mieszadła, rodzaju użytego mieszadła oraz od lepkości pozornej mieszanych roztworów spożywczych, twierdzi po przeprowadzeniu badań Zespół pracowników Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Badania produktów zbożowych dostępnych na rynku województwa podlaskiego, przeprowadzone na Politechnice Białostockiej wykazały obecność grzybów pleśniowych we wszystkich rodzajach i gatunkach mąki. Im więcej okrywy w nasieniu, tym więcej pleśni w mące. Naukowcy apelują o przechowywanie ziarna zbóż w odpowiednich warunkach.

Zagadnienie doraźnego wzmacniania organizmu poprzez napoje izotoniczne w diecie sportowców przybliży Zespół Autorski Politechniki Opolskiej.

Zaproponowana przez Prof. SGGW w Warszawie metoda matematycznego modelowania kształtu nasienia gorczycy białej może być stosowana przez projektantów do konstruowania separatorów i obłuskiwaczy.

Substytucja tłuszczu w wyrobach biszkoptowo-tłuszczonych przez błonnik jabłkowy ma przyszłość, twierdzą pracownicy Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie oraz Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu.

O możliwościach i potrzebie wzbogacania produktów spożywczych prebiotykami i probiotykami w branży mleczarskiej, tłuszczowej, piekarskiej oraz mięsnej informują pracownicy Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie.

Nie tylko przyprawy, ale również ekstrakty roślinne zielonej herbaty, miłorzębu, owoców jagodowych, dzikiej róży oraz czarnej porzeczki przedłużają trwałość mięsa – twierdzą pracownicy SGGW w Warszawie, po przeprowadzeniu badań.

Naturalnie obecne oraz celowo dodawane do produktów mlecznych, szczepy bakterii fermentacji mlekowej (probiotyki) chronią produkt przed rozwojem grzybów toksynotwórczych i pomagają w usuwaniu mikotoksyn z produktów - informują badacze Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego z siedzibą w Łodzi.

Ziarno pszenżyta (pod względem powierzchni zasiewów Polska zajmuje pierwsze miejsce w świecie) charakteryzujące się dobrą zawartością skrobi i wysoką aktywnością amylolityczną jest wartościowym krajowym surowcem do produkcji energii odnawialnej w postaci biopaliwa oraz może ożywić zapomniane gorzelnictwo rolnicze – informują pracownicy Uniwersytetu Rzeszowskiego oraz Państwowej Wyższej Szkoły Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży.

Zachęcam do lektury pozostałych, równie ciekawych, chociaż niesygnalizowanych artykułów.

Dziękuję Autorom i Recenzentom – twórcom sukcesu wydawniczego za owocną współpracę i zachęcam zarówno Ich, jak też Nowych Autorów i Recenzentów do współpracy z naszym czasopismem.

REDAKTOR NACZELNA
Prof. dr hab. Alina MACIEJEWSKA



Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

Warsaw Management University

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

tel. +48 22 59 00 730; rekrutacja@wsm.warszawa.pl

OFERTA EDUKACYJNA 2015/2016

**Tu możesz studiować
efektywnie
i tanio!**

W trybie stacjonarnym i niestacjonarnym

Od 2005 roku Wyższa Szkoła Menedżerska wprowadziła **nowe wzory dyplomów ukończenia studiów wraz z Suplementem**, zgodnie z ustaleniami Unii Europejskiej. Suplementy do dyplomów, zawierające informacje o absolwencie, przebiegu studiów itp. wydawane są także w obcojęzycznych wersjach i stanowią wysokiej rangi „wizytówkę” absolwenta, starającego się o pracę w krajach UE.

Wydział Prawa i Administracji

KIERUNEK STUDIÓW:

PRAWO

– studia magisterskie

**ISTNIEJE MOŻLIWOŚĆ WYJAZDU SZKOLENIOWEGO
W ZAKRESIE PROBLEMÓW UNII EUROPEJSKIEJ
DO BRUKSELI LUB STRASBURGA**

PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ zatrudnienie w wymiarze sprawiedliwości (sądownictwo, adwokatura, prokuratura, notariat)
- ✓ praca w strukturach gospodarki narodowej, instytucjach społecznych i socjalnych,
- ✓ praca w organach administracji skarbowej,
- ✓ praca w organach administracji rządowej i samorządowej,
- ✓ praca w Policji, służbach celnych, Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego,
- ✓ praca w agendach państwowych i instytucjach UE.

KIERUNEK STUDIÓW:

ADMINISTRACJA

– studia licencjackie i magisterskie

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Administracja Bezpieczeństwa Narodowego,
- ✓ Administracja dyplomatyczno-konsularna,
- ✓ Administracja Instytucji Europejskich,
- ✓ Administracja gospodarcza (w tym w warunkach integracji UE),
- ✓ Administracja publiczna,
- ✓ Administracja skarbowa,
- ✓ Samorząd Terytorialny,
- ✓ Zamówienia publiczne,
- ✓ Bezpieczeństwo pracy (BHP),
- ✓ Prawo pracy i polityka zatrudnienia.
- ✓ Fundusze i systemy finansowania projektów UE,
- ✓ Ochrona danych osobowych, baz danych i informacji niejawnych,
- ✓ Zarządzanie ochroną zdrowia.

Wydział Menedżerski i Nauk Technicznych

Studenci Wydziału Menedżerskiego i Nauk Technicznych przyswajają sobie niezbędne podstawy teoretyczne z zakresu nauk ekonomicznych jak i dyscyplin komplementarnych oraz uzyskują umiejętności analizy otoczenia przedsiębiorstwa, w szczególności środowiska rynkowego firmy, analizy zasobów wewnętrznych przedsiębiorstwa, w tym jego podstawowych strategii marketingowych, zarządzania produkcją, personelem i finansami firmy łącząc przygotowanie inżynierskie z przygotowaniem w zakresie organizacji i zarządzania, prawa i finansów.

Kierunek studiów: Zarządzanie – studia I i II stopnia

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Marketing,
- ✓ Rachunkowość i controlling (*I stopnia*),
- ✓ Zarządzanie przedsiębiorstwem w zintegrowanej Europie,
- ✓ Zarządzanie w bankowości i finansach,
- ✓ Zarządzanie zasobami ludzkimi,
- ✓ Menedżer biznesu (*I stopnia*),
- ✓ Zarządzanie działalnością innowacyjną,
- ✓ Rachunkowość i audyt (*II stopnia*),
- ✓ Przywództwo w biznesie (*II stopnia*).

* STUDIA I STOPNIA NA KIERUNKU ZARZĄDZANIE BACHELOR PROGRAM IN MANAGEMENT

SPECIALIZATION:

- ✓ CORPORATE MANAGEMENT

Bachelor Program in Management (lasts for three years) – specialization: Accounting and Controlling, provides students with knowledge of international financial markets and practical skills for accounting and controlling in order to make the best possible financial decisions in company. Program prepares students to be, e.g. a successful international manager, financial department employee, entrepreneur, accounting consultant and financial auditor.

ORGANIZACJA ZAJĘĆ / THE ORGANIZATION OF CLASSES:

- ✓ Studia stacjonarne 6 semestralne – trzy letnie
- ✓ Zajęcia odbywają się od poniedziałku do piątku

ZALECANE UMIEJĘTNOŚCI JĘZYKOWE / RECOMMENDED LANGUAGE SKILLS:

- ✓ Język Studiów – angielski
- ✓ Minimalny zalecany poziom B1
- ✓ Dokument potwierdzający znajomość języka angielskiego.

Każdy student, który ukończył I rok studiów i operuje językiem obcym na poziomie minimalnym B1, może wyjechać na semestr lub dwa za granicę w ramach międzynarodowej wymiany. Do wyboru jest ponad 11 uczelni z kierunkiem zarządzanie w Europie.

Kierunek studiów: Finanse i Rachunkowość – studia licencjackie

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Rachunkowość finansowa,
- ✓ Analiza finansowa,
- ✓ Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa,
- ✓ Bankowość i Ubezpieczenia,
- ✓ Controlling i audyt finansowy,
- ✓ Doradztwo Finansowo-Księgowe,
- ✓ Finanse i inwestycje,
- ✓ Rachunkowość i finanse publiczne.

Kierunek studiów: Zarządzanie i Inżynieria Produkcji – studia I stopnia

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Inżynieria obsługi procesów wytwórczych,
- ✓ Zarządzanie systemami jakości w procesach wytwórczych,
- ✓ Logistyka procesów wytwórczych,
- ✓ Logistyka – zarządzanie łańcuchem dostaw,
- ✓ Design i wzornictwo przemysłowe (NOWOŚĆ),
- ✓ Inżynieria budownictwa (NOWOŚĆ),
- ✓ Urbanistyka i inżynieria krajobrazu (NOWOŚĆ),
- ✓ Inżynieria i technologie ochrony środowiska (NOWOŚĆ),
- ✓ Inżynieria i projektowanie wewnątrz (NOWOŚĆ).

Kierunek studiów: Informatyka – studia I stopnia

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Bezpieczeństwo obiektów i informacji,
- ✓ Technologie sieciowe,
- ✓ Inżynieria systemów,
- ✓ Systemy webowe,
- ✓ Bazy danych.

Kierunek studiów: Bezpieczeństwo Narodowe – studia licencjackie

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Bezpieczeństwo narodowe,
- ✓ Zarządzanie kryzysem,
- ✓ Bezpieczeństwo Informacji Publicznej.

Wydział Nauk Społecznych

Kierunek studiów:

Stosunki międzynarodowe (*I i II stopnia*)

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Bezpieczeństwo międzynarodowe i wewnętrzne,
- ✓ Dyplomacja,
- ✓ Handel zagraniczny.
- ✓ Dyplomacja ekonomiczna,
- ✓ Gospodarka i biznes międzynarodowy,
- ✓ Negocjacje w dyplomacji,
- ✓ Służba zagraniczna,
- ✓ Studia europejskie,
- ✓ Studia Wschodnie i Azjatyckie,
- ✓ Zarządzanie komunikacją w stosunkach międzynarodowych.

Kierunek studiów: Pedagogika (*I i II stopnia*)

SPECJALNOŚCI NAUCZYCIELSKIE:

- ✓ Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna,
- ✓ Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna z modułem informatycznym,
- ✓ Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna i terapia logopedyczna z oligofrenopedagogiką (*I stopnia*),
- ✓ Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna i terapia logopedyczna z surdopedagogiką (*I stopnia*),
- ✓ Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna i terapia logopedyczna z oligofrenopedagogiką i surdopedagogiką (*II stopnia*),

- ✓ Pedagogika małego dziecka (*II stopnia*),
- ✓ Wychowanie do życia w rodzinie (*II stopnia*).

SPECJALNOŚCI NIENAUZYCIELSKIE:

- ✓ Doradztwo zawodowe i personalne (*II stopnia*),
- ✓ Edukacja dla rozwoju społecznego (*II stopnia*),
- ✓ Pedagogika pracy (*I stopnia*),
- ✓ Resocjalizacja,
- ✓ Praca socjalna,
- ✓ Polityka oświatowa – menedżer oświaty,
- ✓ Polityka wielokulturowa z interwencją socjalną (*II stopnia*),
- ✓ Poradnictwo zawodowe i coaching kariery (tutoring) (*II stopnia*),
- ✓ Terapia pedagogiczna,
- ✓ Animacja społeczno-kulturalna,
- ✓ Opieka nad osobą starszą i niepełnosprawną.
- ✓ Zarządzanie oświatą i organizacjami pozarządowymi (*II stopnia*).

Kierunek studiów:
Psychologia – studia magisterskie

SPECJALNOŚCI:

- ✓ Psychologia ogólna (NOWOŚĆ),
- ✓ Psychologia biznesu, rynku pracy i zarządzania,
- ✓ Psychologia rozwoju, dojrzałości i samorealizacji,
- ✓ Psychologia sądowa,
- ✓ Społeczna psychologia międzykulturowa,
- ✓ Psychologia sportu, zdrowia life-style coaching,
- ✓ Psychologia kliniczna dzieci i dorosłych,
- ✓ Psychoprofilaktyka i poradnictwo psychologiczne,
- ✓ Psychologia transportu (NOWOŚĆ),
- ✓ Psychologia mediów (NOWOŚĆ).

Studia podyplomowe w WSM w Warszawie

- ✓ Administracja systemów bezpieczeństwa narodowego,
- ✓ Akademia Przywództwa (NOWOŚĆ),
- ✓ Bankowość korporacyjna,
- ✓ Bezpieczeństwo i higiena pracy,
- ✓ Bezpieczeństwo instytucji finansowych,
- ✓ Bezpieczeństwo obiektów i informacji,
- ✓ Coaching w życiu i biznesie,
- ✓ Dyplomacja gospodarcza,
- ✓ Edukacja początkowa (nauczanie początkowe) z terapią pedagogiczną,
- ✓ Executive Master of Business Administration (EMBA),
- ✓ Gospodarowanie nieruchomościami,
- ✓ Kompetencje menedżerskie w zarządzaniu ludźmi,
- ✓ Kontrola i audyt wewnętrzny w administracji publicznej i gospodarce,
- ✓ Logopedia,
- ✓ Menedżer Jakości (NOWOŚĆ),
- ✓ Menedżerskie studia podyplomowe,
- ✓ Ochrona informacji niejawnych i administrowanie bezpieczeństwem informacji,
- ✓ Oligofrenopedagogika z terapią pedagogiczną,
- ✓ Pedagogika Marii Montessori z przygotowaniem pedagogicznym,
- ✓ Perswazja i argumentacja w zarządzaniu,
- ✓ Przewaga menedżerska dla sukcesu biznesu,
- ✓ Public relations w praktyce stosunków międzynarodowych,
- ✓ Strategiczne zarządzanie firmą (NOWOŚĆ),
- ✓ Studia podyplomowe w zakresie uzyskania kwalifikacji pedagogicznych,
- ✓ Trener biznesu i rozwoju osobistego,
- ✓ Zarządzanie działalnością innowacyjną,
- ✓ Zarządzanie podmiotami leczniczymi,
- ✓ Zarządzanie portfelem projektów wg teorii ograniczeń.

Wydział Zarządzania w Ciechanowie

Kierunek studiów: Zarządzanie (*I i II stopnia*)

Wydział Zarządzania w Ciechanowie prowadzi studia w trybie niestacjonarnym.

Specjalności: rachunkowość i audyt; zarządzanie w bankowości i finansach; zarządzanie w sektorze publicznym; zarządzanie przedsiębiorstwem w zintegrowanej Europie; zarządzanie zasobami ludzkimi; zarządzanie w oświacie; bezpieczeństwo narodowe; stosunki międzynarodowe; logistyka.

Dziekanat Wydziału Zamiejscowego w Ciechanowie
ul. Żurawskiego 5, 06-400 Ciechanów

tel. 23 672 50 61; fax 23 672 93 33

Godziny przyjmowania studentów:

- poniedziałek – piątek w godz. 8.00 – 14.00
- sobota i niedziela w godz. 9.00 – 14.00 (*podczas zjazdów*)

Wydział Administracji i Zarządzania w Bełchatowie

Sekretariat Wydziału Zamiejscowego w Bełchatowie; ul. Edwardów 5, 97-400 Bełchatów
tel. 44 77 70 001, 695 744 531; www.wsm.belchatow.pl

Kierunki studiów: Administracja, Zarządzanie.

Dziekanat czynny jest w dniach:

- poniedziałek – piątek w godz. 10.00 – 17.00
- sobota i niedziela w godz. 8.00 – 14.00 (*podczas zjazdów*)

Wydział Zamiejscowy im. J.A. Komeńskiego w Karwinie, Czechy

ul. Mirova 1434, Karvina, Czechy

tel. 420 771 774 544; studium@pedagogikakarvina.cz

Kierunek studiów: Pedagogika (*I stopnia*)

Specjalności: Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna; Resocjalizacja; Praca socjalna; Praca socjalna z rodziną; Pe-

dagogika socjalna; Pedagogika socjalna z etopedią; Pedagog czasu wolnego.

REKRUTACJA – 22 59 00 730

rekrutacja@wsm.warszawa.pl

Przyjęcie na studia bez egzaminów wstępnych Decyduje kolejność zgłoszeń

Warunkiem przyjęcia do Wyższej Szkoły Menedżerskiej jest wniesienie wymaganej opłaty wpisowej oraz osobiste złożenie w białej wiązanej teczce dokumentów:

- ◆ Kserokopia świadectwa dojrzałości – oryginał do wglądu do poświadczenia za zgodność przez Uczelnię;
- ◆ Kserokopia świadectwa ukończenia szkoły średniej – oryginał do wglądu (dotyczy kandydatów legitymujących się maturą wydaną przez Okręgową Komisję Egzaminacyjną);
- ◆ Kserokopia dyplomu ukończenia studiów wyższych – oryginał do wglądu do poświadczenia za zgodność przez Uczelnię (wymagany przy zapisie na studia drugiego stopnia);
- ◆ Cztery aktualne jednakowe fotografie 35x45mm (format zdjęcia jak do dowodu osobistego);
- ◆ Kserokopia obu stron aktualnie obowiązującego dowodu osobistego (oryginał dowodu osobistego do wglądu);
- ◆ Potwierdzenie wniesienia opłaty wpisowej 350 zł (trzysta pięćdziesiąt złotych) na konto WSM w Warszawie. Numery kont znajdują się na stronie internetowej: wsm.warszawa.pl.

PRZED ZŁOŻENIEM DOKUMENTÓW W DZIALE REKRUTACJI NALEŻY WNIĘŚĆ OPŁATĘ WPISOWĄ NA KONTO UCZELNI:

**WSM w Warszawie, mBank S.A.
nr 68 1140 1010 0000 5201 8300 1010**

REKRUTACJA

W okresie naboru na studia:

poniedziałek – czwartek: 9.00 – 16.00; piątek: 11.00 – 18.00; sobota: 9.00 – 13.00.

Poza okresem naboru na studia: poniedziałek – piątek: 9.00 – 16.00.

Zapisy na studia:

- ◆ na semestr jesienno-zimowy 2015 trwać będą od początku czerwca do 30 września 2015 roku;
- ◆ na semestr wiosenno-letni 2016 – od 11 stycznia do 29 lutego 2016 roku.

Kontakt: tel.: 22 590 07 30; fax: 22 590 07 33; e-mail: rekrutacja@wsm.warszawa.pl

WYDZIAŁ ZAMIEJSCOWY W CIECHANOWIE

ul. Żórawskiego 5, 06-400 Ciechanów
Szczegóły na: www.wsm-ciech.com

WYDZIAŁ ZAMIEJSCOWY W BĘŁCHATOWIE

ul. Edwardów 5, 97-400 Bełchatów; tel. 44 77 70 001
Szczegóły na: www.wsm.belchatow.pl

WYDZIAŁ ZAMIEJSCOWY W KARVINIE, CZECHY

ul. Mirova 1434, Karvina
Szczegóły na: studium@pedagogikakarvina.cz

Dr hab. inż. Zbigniew PAŁACHA, prof. SGGW
Inż. Grzegorz ŚWISTAK
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

ANALIZA CZASU ZAMRAŻANIA WYBRANYCH WARZYW PRZY ZMIENNYCH PARAMETRACH PROCESU ZAMRAŻANIA®

Freezing time analysis of some vegetables the variable
parameters of freezing®

Słowa kluczowe: warzywa, czas zamrażania, metody zamrażania.

W pracy prezentowanej w artykule przeprowadzono analizę czasu zamrażania 10 wybranych warzyw (brukselka, buraki, fasolka szparagowa, groszek zielony, marchew, ogórki, pomidory, szparagi, szpinak, ziemniaki). Obliczono i porównano czas zamrażania warzyw, w zależności od zastosowanej metody zamrażania (owiewowa tradycyjna, owiewowa fluidyzacyjna, LIN i LIC) oraz temperatury końcowej warzyw (-18 i -30°C). Niezależnie od zastosowanej metody zamrażania, najkrótszy czas zamrażania otrzymano dla groszku zielonego, a najdłuższy dla plasterków ogórków w opakowaniu.

Key words: vegetables, freezing time, freezing methods.

In the work presented in the article analyzes freezing time 10 selected vegetables (Brussels sprouts, red beets, French beans, green peas, carrot, cucumbers, tomatoes, asparagus, spinach, potatoes). Calculated and compared vegetable freezing time, depending upon the freezing method (traditional air blast, fluidized bed, LIN and LIC) and the final temperature of the vegetables (-18 and -30°C). Irrespective of the method freezing, the shortest freezing time obtained for green peas and slices cucumbers in packing longest.

WSTĘP

Istotę procesu zamrażania stanowi niestacjonarny proces wymiany ciepła, który odbywa się pomiędzy materiałem a zimniejszym od niego otoczeniem. Wymiana ciepła dokonuje się głównie na drodze przewodzenia i konwekcji, w mniejszym stopniu promieniowania. Szybkość i czas trwania procesu zamrażania są zależne od intensywności wymiany ciepła, na którą mają wpływ: aparat i metoda stosowana do przeprowadzenia procesu, sposób jego przeprowadzenia oraz właściwości fizyczne zamrażanego materiału.

Obecnie najbardziej znanymi i rozpowszechnionymi wzorami do przybliżonego obliczania czasu zamrażania są wzory podane przez Planka i Rjutowa [1, 6]. Wzór Planka oraz jego modyfikacje stały się wyrażeniami klasycznymi dla technologii zamrażalniczej.

Przy wyprowadzaniu wzoru na czas zamrażania autor wprowadził założenia upraszczające:

- ciało jednorodne zawierające wodę, przed początkiem zamrażania, zostaje ochłodzone do temperatury krioskopowej,
- powstawanie lodu w tym ciele następuje bez przechłodzenia i przebiega izotermicznie w temperaturze krioskopowej,
- ciepło właściwe zamrożonej części ciała jest równe zero,
- przewodność cieplna właściwa zamrożonego ciała jest stała i niezależna od temperatury,
- temperatura medium odprowadzającego ciepło oraz współczynnik wnikania ciepła są stałe.

Do przybliżonego obliczania całkowitego czasu zamrażania zaleca się stosowanie wzoru uproszczonego, który opiera się wyłącznie na wartościach entalpii początkowej i końcowej, a które mogą być ściśle określone. Jednak dokładność wyników uzyskanych za pomocą tego wzoru jest duża i wystarczająca do obliczeń technicznych i praktyki przemysłowej. Udowodniono, że odchylenia od danych doświadczalnych nie przekraczają $\pm 10\%$ [1, 6].

Wpływ na czas zamrażania ma wąska grupa dobrze już poznanych czynników. Wśród nich występują czynniki zależne od rodzaju i właściwości fizycznych zamrażanego materiału, takie jak: wielkość, kształt, gęstość i przewodność cieplna właściwa oraz czynniki zależne od warunków, w jakich prowadzony jest proces, takie jak: współczynnik wnikania ciepła (α) i czynna różnica temperatury [10]. Kluza i Góral [3] przeprowadzili analizę oddziaływania poszczególnych parametrów zamrażania na całkowity czas zamrażania produktów spożywczych. Stwierdzili, że parametrem mającym największy wpływ na czas zamrażania był wymiar charakterystyczny materiału. Nieco mniejszym wpływem charakteryzowały się kształt materiału, współczynnik wnikania ciepła, temperatura medium chłodzącego i rodzaj surowca. Natomiast najmniejszy wpływ wykazały temperatura początkowa oraz temperatura centrum termicznego materiału w końcowym etapie procesu zamrażania.

Celem artykułu jest analiza czasu zamrażania dziesięciu wybranych warzyw. Zakres pracy obejmował obliczenie i porównanie czasu zamrażania warzyw o różnych kształtach, w zależności od zastosowanej metody zamrażania oraz temperatury końcowej warzyw.

METODYKA BADAŃ

1. Materiał badawczy

Materiałem badawczym wybranym do analizy czasu zamrażania były warzywa o różnych kształtach: brukselka, groszek zielony i pomidory (kształt kuli), fasolka szparagowa i szparagi (kształt walca), buraki i marchew (kształt kostki), ziemniaki (kształt prostopadłościanu), ogórki i szpinak (plastry ogórków i szpinak puree w opakowaniu, kształt prostopadłościanu).

2. Założenia wstępne

Założono, że temperatura początkowa (t_p) wszystkich warzyw przed procesem zamrażania wynosiła 15°C. Warzywa zamrażano do średniej temperatury końcowej (t_e) - 18 i -30°C. Entalpia warzyw w temperaturze -40°C wynosiła 0 kJ/kg [1].

Warzywa zamrażano czterema metodami: owiewową tradycyjną, owiewową fluidyzacyjną (oprócz ogórków i szpinaku), w ciekłym azocie (LIN) i w ciekłym CO₂ (LIC).

3. Metody obliczeniowe

3.1. Obliczanie czasu zamrażania

Czas zamrażania warzyw w kształcie kuli o średnicy d_e obliczano z równania [6]:

$$\tau_e = \frac{\Delta i \cdot \rho_z}{6\Delta t} \left(\frac{d_e}{\alpha} + \frac{d_e^2}{4\lambda_e} \right) \quad (1)$$

Czas zamrażania warzyw w kształcie walca o średnicy d_e obliczano z równania [6]:

$$\tau_e = \frac{\Delta i \cdot \rho_z}{4\Delta t} \left(\frac{d_e}{\alpha} + \frac{d_e^2}{4\lambda_e} \right) \quad (2)$$

Czas zamrażaniu warzyw w kształcie prostopadłościanu (kostki buraka i marchwi o boku $l_e = 10$ mm; ziemniaki $a = 60$ mm, $b = 10$ mm, $l_e = 10$ mm) obliczano z równania [6]:

$$\tau_e = \frac{\Delta i \cdot \rho_z}{\Delta t} \left(P \frac{l_e}{\alpha} + R \frac{l_e^2}{\lambda_e} \right) \quad (3)$$

Czas zamrażaniu warzyw w kształcie prostopadłościanu w opakowaniu (ogórki i szpinak $a = 135$ mm, $b = 90$ mm, $l_e = 45$ mm) obliczano z równania [6]:

$$\tau_e = \frac{\Delta i \cdot \rho_z}{\Delta t} \left[P_e \left(\frac{1}{\alpha} + \sum \frac{\delta}{\lambda} \rho \right) + R \frac{l_e^2}{\lambda_e} \right] \quad (4)$$

gdzie: $\Delta i = i_p - i_e$ - różnica entalpii produktu w temperaturze odpowiednio początkowej (t_p) i końcowej (t_e), kJ/kg,

ρ_z - gęstość produktu w stanie zamrożenia, kg/m³,

$\Delta t = t_{kr} - t_m$ - różnica temperatury między temperaturą krioskopową produktu (t_{kr}) i temperaturą medium chłodzącego (t_m), °C,

α - współczynnik wnikania ciepła od powierzchni produktu do medium, W/(m²×K),

λ_e - przewodność cieplna właściwa produktu w stanie zamrożonym, W/(m×K),

P, R - współczynniki zależne od stosunku boków odpowiednio $a:l$ i $b:l$ (dla buraka i marchwi $P = 0,1677$ i $R = 0,0417$; dla ziemniaka $P = 0,2308$ i $R = 0,0592$; dla ogórków i szpinaku $P = 0,2812$ i $R = 0,0796$ [6]),

$\sum \frac{\delta}{\lambda} \rho$ - sumaryczny opór cieplny opakowania (folia PE o grubości 0,004 mm), 0,000138 (m²×K)/W [8].

3.2. Obliczanie entalpii produktu

Entalpię produktu w temperaturze początkowej (t_p) obliczano ze wzoru:

$$i_p = c_e [t_{kr} - (-40)] + q_z + c_0 (t_p - t_{kr}) \quad (5)$$

Entalpię produktu w temperaturze końcowej ($t_e = -18$ °C) obliczano ze wzoru:

$$i_e = c_e [-18 - (-40)] \quad (6)$$

Entalpię produktu w temperaturze końcowej ($t_e = -30$ °C) obliczano ze wzoru:

$$i'_e = c_e [-30 - (-40)] \quad (7)$$

gdzie: c_0 - ciepło właściwe produktu nie zamrożonego, kJ/(kg×K),

c_e - ciepło właściwe produktu zamrożonego, kJ/(kg×K),

q_z - jednostkowe ciepło zamrażania produktu, kJ/kg.

Jednostkowe ciepło zamrażania produktu (q_z) obliczano ze wzoru [8]:

$$q_z = q_{zw} \cdot x_w \quad (8)$$

gdzie: q_{zw} - jednostkowe ciepło zamrażania czystej wody, 335,2 kJ/kg,

x_w - ułamek masowy wody w produkcie, kg/kg.

3.3. Obliczanie gęstości produktu w stanie zamrożonym

Gęstość owoców w stanie zamrożonym obliczano ze wzoru [9]:

$$\rho_z = \rho_o \left[1 - x_w \left(1 - \frac{t_k}{t_e} \right) \cdot 0,083 \right] \quad (9)$$

gdzie: ρ_o - gęstość produktu w stanie nie zamrożonym, kg/m³.

3.4. Obliczanie średniej temperatury medium chłodzącego podczas zamrażania w ciekłym azocie i ditlenku węgla

Średnią temperaturę medium chłodzącego (t_{N_2} i t_{CO_2}) obliczano ze wzorów:

$$t_{N_2} = \frac{t_w + t_p}{2} \quad (10)$$

$$t_{CO_2} = \frac{t_s + t_p}{2} \quad (11)$$

Tabela 1. Dane wyjściowe warzyw do obliczania czasu zamrażania

Table 1. Output data of vegetables to calculating freezing time

Warzywa Dane	Brukselka	Buraki	Fasolka szparagowa	Groszek zielony	Marchew	Ogórki	Pomidory	Szparagi	Szpinak	Ziemniaki
Kształt surowca	kula	kostka	walec	kula	kostka	prostopad- łościan	kula	walec	prostopad- łościan	prostopad- łościan
Wymiar [mm]	$d_p = 18^{[1]}$	$10 \times 10 \times 10^{[1]}$	$d_p = 9^{[1]}$	$d_p = 9^{[1]}$	$10 \times 10 \times 10^{[1]}$	$l_p = 45^*$	$d_p = 50^{[1]}$	$d_p = 15^{[1]}$	$l_p = 45^{[1]}$	$60 \times 10 \times 10^*$
X_w [kg/kg]	0,849 ^[8]	0,876 ^[8]	0,889 ^[8]	0,743 ^[8]	0,882 ^[8]	0,954 ^[7]	0,929 ^[7]	0,930 ^[4]	0,927 ^[8]	0,778 ^[8]
t_{kr} [°C]	-0,55 ^[7]	-0,5 ^[7]	-1,3 ^[7]	-1,1 ^[7]	-1,35 ^[7]	-0,8 ^[1]	-0,85 ^[7]	-1,2 ^[1]	-0,95 ^[7]	-1,7 ^[7]
ρ_o [kg/m ³]	1050 [*]	1053 ^[8]	950 ^[8]	1020 ^[8]	1035 ^[8]	990 [*]	1000 ^[8]	1000 [*]	1000 [*]	1055 ^[8]
$\rho_{z(-18)}$ [kg/m ³]	978	979	885	961	965	915	926	928	927	993
$\rho_{z(-30)}$ [kg/m ³]	977	978	883	959	963	914	925	926	926	991
c_o [kJ/(kg×K)]	3,69 ^[8]	3,77 ^[8]	3,81 ^[8]	3,31 ^[8]	3,77 ^[8]	4,06 ^[1]	3,98 ^[8]	3,94 ^[1]	3,94 ^[8]	3,44 ^[8]
c_p [kJ/(kg×K)]	1,92 ^[8]	1,92 ^[8]	1,97 ^[8]	1,76 ^[8]	1,92 ^[8]	2,05 ^[1]	2,01 ^[8]	2,01 ^[1]	2,01 ^[8]	1,80 ^[8]
λ_e [W/(m×K)]	1,91 ^[8]	1,96 ^[8]	1,92 ^[8]	1,66 ^[8]	1,90 ^[8]	2,10 ^[1]	2,06 ^[8]	2,00 ^[1]	2,02 ^[8]	1,69 ^[8]
q_z [kJ/kg]	284,3 ^[8]	293,6 ^[8]	298,2 ^[8]	247,0 ^[8]	293,6 ^[8]	319,2 ^[1]	312,2 ^[8]	312,2 ^[1]	307,6 ^[8]	258,6 ^[8]
i_p [kJ/kg]	417,4	427,9	436,5	368,8	429,4	463,7	454,0	454,0	448,9	385,0
i_e [kJ/kg]	42,2	42,2	43,3	38,7	42,2	45,1	44,2	44,2	44,2	39,60
i_e' [kJ/kg]	19,2	19,2	19,7	17,6	19,2	20,5	20,1	20,1	20,1	18,0

Źródło: Indeks górny ^[n] oznacza pozycję literaturową, indeks górny * oznacza wartość założoną, brak indeksu – wartości obliczone

Tabela 2. Dane wyjściowe metod zamrażania do obliczania czasu zamrażania

Table 2. Output data of freezing method to calculating freezing time

Dane Warzywa	Średnia temperatura medium chłodzącego, °C				Współczynnik wnikania ciepła, W/(m ² ·K)					
	Metoda owiewowa tradycyjna		Metoda owiewowa fluidyzacyjna		Metoda LIN	Metoda LIC	Metoda owiewowa tradycyjna	Metoda owiewowa fluidyzacyjna	Metoda LIN	Metoda LIC
	$t_e = -18^\circ\text{C}$	$t_e = -30^\circ\text{C}$	$t_e = -18^\circ\text{C}$	$t_e = -30^\circ\text{C}$						
Brukselka	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	80 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]
Buraki	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	110 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]
Fasolka szparagowa	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	100 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]
Groszek zielony	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	130 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]
Marchew	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	110 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]
Ogórki	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	-	55 ^[1]	30 ^[1]
Pomidory	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	60 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]
Szparagi	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	90 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]
Szpinak	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	-	55 ^[1]	30 ^[1]
Ziemniaki	-30 ^[1]	-40 ^[1]	-28 ^[1]	-38 ^[1]	-113	-49,3	25 ^[1]	100 ^[2]	55 ^[1]	30 ^[1]

Źródło: Indeksy górne oznaczają pozycje literaturowe, brak indeksu – wartości obliczone

gdzie: t_w – temperatura wrzenia ciekłego azotu, -195,9°C [1],
 t_s – temperatura sublimacji zestalonego CO₂, -78,5°C [1],
 t_{po} – temperatura par odlotowych N₂ (-30°C) i CO₂ (-20°C) [1].

4. Zestawienie danych wyjściowych przyjętych do analizy czasu zamrażania

W tabelach 1 i 2 zestawiono dane wyjściowe warzyw i metod zamrażania niezbędne do obliczenia czasu zamrażania.

Tabela 3. Obliczony czas zamrażania dla wybranych warzyw
Table 3. The calculated freezing time for selected vegetables

Warzywa	Czas zamrażania warzyw [min] do średniej temperatury końcowej (t_e) -18°C i -30°C							
	Zamrażanie owiewowe tradycyjne		Zamrażanie owiewowe fluidyzacyjne		Zamrażanie LIN		Zamrażanie LIC	
	-18°C	-30°C	-18°C	-30°C	-18°C	-30°C	-18°C	-30°C
Brykselka	26,4	20,9	9,9	7,7	3,4	3,6	13,4	14,3
Buraki	14,8	11,7	4,0	3,1	1,8	1,9	7,5	7,9
Fasolka szparagowa	18,7	14,7	5,5	4,2	2,3	2,4	9,4	9,9
Groszek zielony	11,4	9,0	2,7	2,1	1,4	1,5	5,7	6,1
Marchew	15,1	11,8	4,1	3,1	1,8	1,9	7,5	8,0
Ogórki	127,8	100,7	-	-	17,6	18,6	65,9	69,6
Pomidory	83,3	65,6	44,2	34,1	11,4	12,1	42,9	45,3
Szparagi	34,6	27,1	11,5	8,9	4,3	4,5	17,4	18,4
Szpinak	126,5	99,6	-	-	17,4	18,4	65,1	68,9
Ziemniaki	19,4	15,2	5,8	4,4	2,3	2,5	9,7	10,2

Źródło: Badania własne

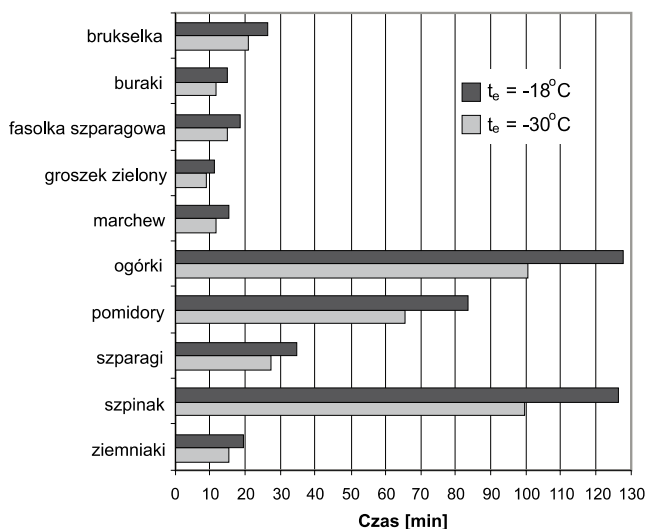
OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

W tabeli 3 podano obliczone wartości czasu zamrażania dla poszczególnych warzyw w zależności od zastosowanej metody zamrażania, a na rysunkach 1 - 4 zilustrowano zmiany czasu zamrażania w zależności od metody zamrażania dla poszczególnych warzyw.

Analiza poszczególnych wartości czasu zamrażania wykazała, że bez względu na rodzaj warzyw, najdłuższym czasem zamrażania charakteryzowała się metoda owiewowa tradycyjna, a najkrótszy czas zamrażania stwierdzono dla metody zamrażania w ciekłym azocie (LIN). Ogólnie bez względu na rodzaj warzyw, czas zamrażania metodą owiewową tradycyjną był od 6 do 8 razy dłuższy od czasu zamrażania metodą LIN. Podobną zależność stwierdzili Pałacha i Krystian [5] analizując wartości czasu zamrażania dla owoców zamrażanych tymi samymi metodami.

Zastosowanie efektu fluidyzacji w metodzie zamrażania owiewowego spowodowało ponad 3-krotne skrócenie czasu zamrażania warzyw (ogórki i szpinak w opakowaniu nie zamrażano metodą owiewową fluidyzacyjną) w odniesieniu do tradycyjnej metody zamrażania owiewowego. Decydującym czynnikiem, który wpłynął na tak znaczne skrócenie czasu zamrażania warzyw metodą fluidyzacyjną była znacznie wyższa wartość współczynnika wnikania ciepła (α) (od 2,4 do 5,2 razy), wynikająca z wprowadzenia surowca w stan fluidalny. Dzięki temu stanowi uzyskano równomierne omywanie powierzchni surowca strumieniem zimnego powietrza o prędkości większej niż w tradycyjnej metodzie owiewowej, poprawiając tym samym warunki wnikania ciepła i w konsekwencji skracając czas zamrażania.

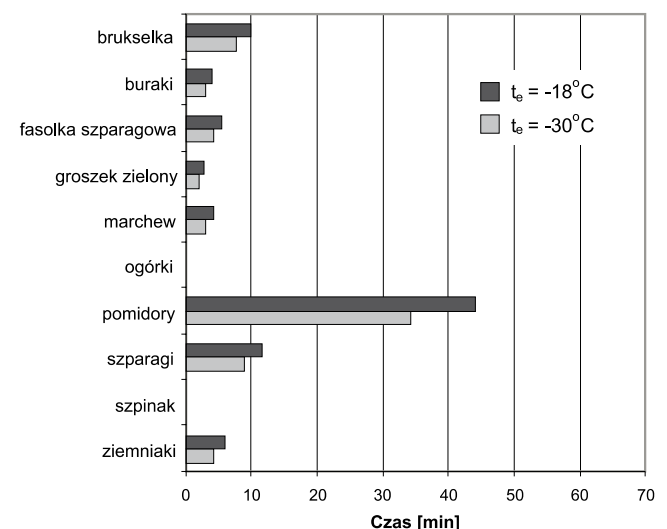
Stosując metody kriogeniczne do zamrażania warzyw, stwierdzono, że czas zamrażania metodą w ciekłym azocie (LIN) był ok. 4 razy krótszy od czasu zamrażania w ciekłym



Rys. 1. Czas zamrażania warzyw metodą owiewową tradycyjną.

Fig. 1. Freezing time of vegetables by traditional air blast freezing method.

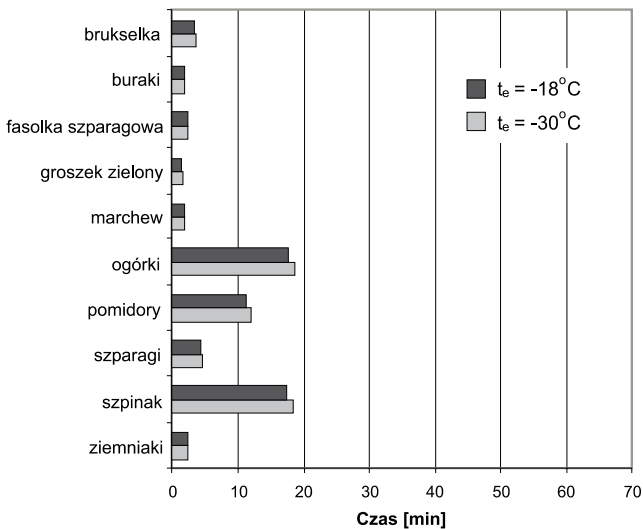
Źródło: Badania własne



Rys. 2. Czas zamrażania warzyw metodą owiewową fluidyzacyjną.

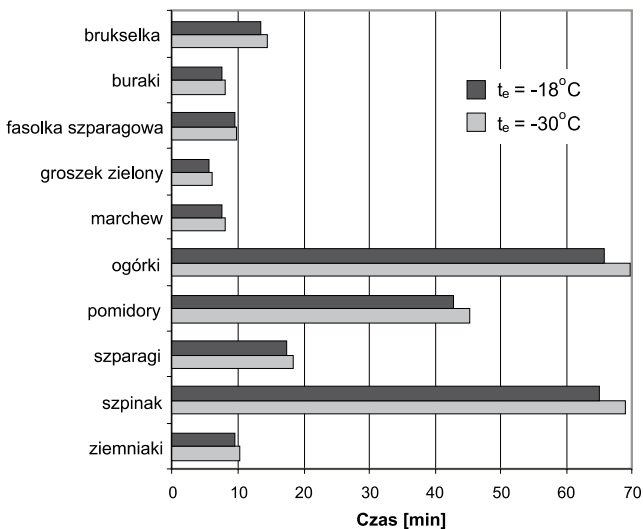
Fig. 2. Freezing time of vegetables by fluidized bed freezing method.

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Czas zamrażania warzyw metodą LIN.
Fig. 3. Freezing time of vegetables by LIN method.

Źródło: Badania własne



Rys. 4. Czas zamrażania warzyw metodą LIC.
Fig. 4. Freezing time of vegetables by LIC method.

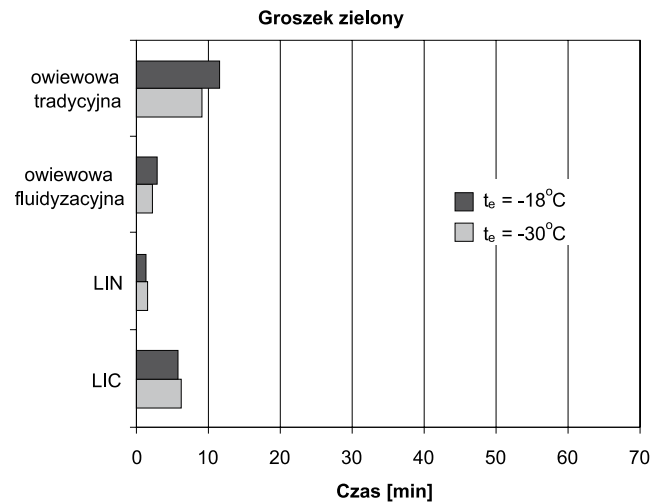
Źródło: Badania własne

ditlenku węgla (LIC), bez względu na rodzaj zamrażanych warzyw. Na znacznie krótszy czas zamrażania warzyw metodą w ciekłym azocie miały wpływ dwa czynniki, wartość średniej temperatury medium chłodzącego (ponad dwukrotnie wyższa w metodzie LIN) oraz wartość współczynnika wnikania ciepła (prawie dwukrotnie większa) (tab. 2). Analogiczne (ok. 4-krotne) skrócenie czasu zamrażania odnotowano w przypadku analizy czasu zamrażania owoców zamrażanych metodami LIN i LIC [5].

Obniżenie średniej temperatury końcowej (t_e) warzyw z -18 do -30°C , w przypadku metod zamrażania owiewowe tradycyjnego i fluidyzacyjnego, spowodowało skrócenie czasu zamrażania dla każdego warzywa. Średnio długość czasu zamrażania warzyw zmniejszyła się o ok. 21% w metodzie owiewowej tradycyjnej i o ok. 23% w metodzie owiewowej fluidyzacyjnej. Decydującym czynnikiem, który wpłynął na skrócenie czasu zamrażania była wyższa o 10°C wartość czynnej różnicy temperatury przy zamrażaniu warzyw do -30°C (tab. 2). Natomiast w przypadku metod kriogenicznych, obniżenie średniej temperatury końcowej warzyw z -18

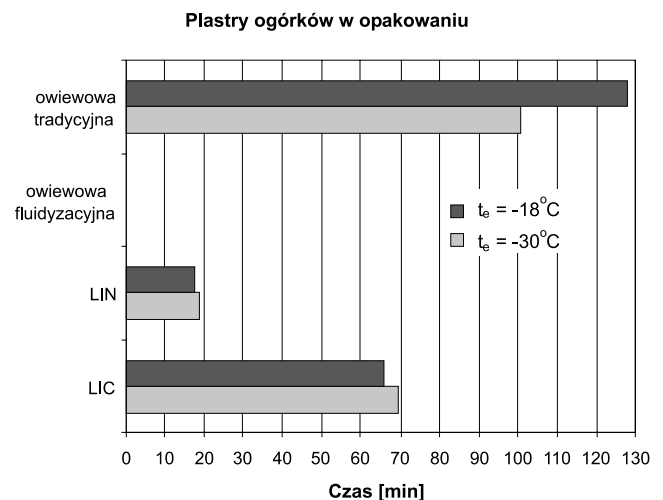
do -30°C spowodowało nieznaczne wydłużenie czasu zamrażania dla każdego warzywa. Średnio długość czasu zamrażania zwiększyła się o ok. 6%. Tłumaczy to fakt, iż obniżenie temperatury końcowej wiązało się z obniżeniem wartości entalpii materiału dla temperatury końcowej, a to spowodowało, że różnica entalpii w temperaturze początkowej i końcowej zamrażanych warzyw nieco się zwiększyła, co z kolei nieznacznie wydłużyło czas zamrażania przy zachowaniu takiej samej wartości czynnej różnicy temperatury.

Analiza czasu zamrażania poszczególnych warzyw w zależności od zastosowanej metody zamrażania wykazała podobną tendencję jego zmiany. Na rysunkach 5 i 6 przykładowo zilustrowano zmianę czasu zamrażania groszku zielonego i plasterków ogórków w opakowaniu w zależności od zastosowanej metody zamrażania. Generalnie, dla każdego warzywa najdłuższy obliczony czas zamrażania otrzymano dla metody owiewowej tradycyjnej, znacznie krótszy dla metody LIC i metody owiewowej fluidyzacyjnej, a najkrótszy czas zamrażania stwierdzono dla metody LIN (tab. 3).



Rys. 5. Czas zamrażania groszku zielonego wybranymi metodami.
Fig. 5. Freezing time of green peas by selected methods.

Źródło: Badania własne



Rys. 6. Czas zamrażania plasterków ogórków w opakowaniu wybranymi metodami.
Fig. 6. Freezing time of slices cucumbers in packing by selected methods.

Źródło: Badania własne

Bez względu na zastosowaną metodę zamrażania, najkrótszym czasem zamrażania charakteryzował się groszek zielony (tab.3, rys. 5). W metodzie zamrażania owiewowego tradycyjnego wyniósł on 11,4 minuty ($t_e = -18^\circ\text{C}$) i 9,0 minut ($t_e = -30^\circ\text{C}$) i był ponad 4 razy dłuższy niż w metodzie owiewowej fluidyzacyjnej, od 6 do 8 razy dłuższy niż w metodzie LIN i od 1,5 do 2 razy dłuższy niż w metodzie LIC. Z kolei, najdłuższym czasem zamrażania charakteryzowały się plastry ogórków w opakowaniu (tab. 3, rys. 6). W metodzie zamrażania owiewowego tradycyjnego wyniósł on 127,8 minut ($t_e = -18^\circ\text{C}$) i 100,7 minut ($t_e = -30^\circ\text{C}$) i był od 5 do 7 razy dłuższy niż w metodzie LIN i od 1,4 do 1,9 razy dłuższy niż w metodzie LIC. Największy wpływ na wartość czasu zamrażania miały kształt i wymiar charakterystyczny zamrażanego surowca, a nieco mniejszy obecność opakowania. Groszek zielony posiadał kształt kuli o średnicy 9 mm, a plastry ogórków w opakowaniu posiadały kształt prostopadłościanu o wysokości 45 mm (tab. 2). Ponadto, obecność opakowania stanowiła nieznaczny, lecz dodatkowy opór ciepła wpływający na wydłużenie czasu zamrażania. Tym samym, czas zamrażania plastrów ogórków w opakowaniu przy zastosowaniu każdej z metod był od 11 do 12 razy dłuższy od czasu zamrażania groszku zielonego.

Groszek zielony, brukselka i pomidory posiadały kształt kuli o średnicy wynoszącej odpowiednio 9, 18 i 50 mm (tab. 1). Obliczony czas zamrażania pomidorów był ponad 7 razy dłuższy od czasu zamrażania zielonego groszku i ponad 3 razy dłuższy od czasu zamrażania brukselki w metodach zamrażania owiewowego tradycyjnego, LIN i LIC i odpowiednio 16 i 4 razy dłuższy w metodzie owiewowej fluidyzacyjnej (tab. 3). Tym samym, decydujący wpływ na czas zamrażania miał wymiar charakterystyczny warzywa (średnica), a cechy fizyczne warzyw praktycznie nie miały istotnego wpływu.

Wartości czasu zamrażania kostek buraka i marchwi (tab. 3) były zbliżone do siebie w każdej z metod zamrażania i były od 22 do 29% krótsze od czasu zamrażania słupek ziemniaka (warzywa posiadały ten sam wymiar charakterystyczny $l_e = 10$ mm, lecz słupek ziemniaka miał 6 razy większą długość).

Z kolei, w przypadku warzyw o kształcie walca, czas zamrażania szparagów był od 1,9 do 2,1 razy dłuższy od czasu zamrażania fasolki szparagowej, bez względu na rodzaj zastosowanej metody zamrażania, przy czym średnica szparagów była 1,7 razy większa od średnicy fasolki szparagowej. Natomiast czas zamrażania plastrów ogórków i szpinaku puree zapakowanych w woreczki z PE był praktycznie taki sam, bez względu na zastosowaną metodę zamrażania (tab. 3). Tym samym, rodzaj warzywa oraz jego cechy fizyczne nie miały tak istotnego wpływu na długość czasu zamrażania, jaki miał wymiar charakterystyczny zamrażanych warzyw.

Wybierając optymalną metodę zamrażania warzyw należy, oprócz czasu zamrażania, uwzględnić również inne czynniki natury technologicznej, technicznej, ekonomicznej i organizacyjnej.

WNIOSKI

1. Najkrótszym czasem zamrażania charakteryzowała się metoda LIN, zaś najdłuższym metoda owiewowa tradycyjna, bez względu na rodzaj zamrażanych warzyw.

2. Wprowadzenie warzyw zamrażanych luzem w stan fluidalny poprawiło warunki wymiany ciepła, zwiększając wartość współczynnika wnikania ciepła, a tym samym spowodowało ponad 3-krotne skrócenie czasu zamrażania w odniesieniu do metody owiewowej tradycyjnej.
3. Czas zamrażania warzyw w ciekłym azocie był ok. 4 razy krótszy od czasu zamrażania w ciekłym ditlenku węgla, bez względu na rodzaj zamrażanych warzyw.
4. Niezależnie od zastosowanej metody zamrażania najkrótszy czas zamrażania otrzymano dla groszku zielonego, a najdłuższy dla plastrów ogórków zapakowanych w woreczki z PE.
5. Wymiar charakterystyczny warzyw okazał się decydującym czynnikiem wpływającym na długość czasu zamrażania.
6. Obniżenie temperatury końcowej poszczególnych warzyw z -18 do -30°C , spowodowało, w przypadku metod kriogenicznych, nieznaczne wydłużenie czasu zamrażania o ok. 6%. Natomiast w przypadku metod owiewowych tradycyjnej i fluidyzacyjnej stwierdzono skrócenie czasu zamrażania o ok. 22%.
7. Przedstawiona analiza czasu zamrażania wybranych warzyw pozwoli bardziej racjonalnie podejmować decyzje przy wyborze najkorzystniejszej metody zamrażania.

LITERATURA

- [1] GRUDA Z., POSTOLSKI J. 1999. Zamrażanie żywności. Wyd. 3. WNT, Warszawa.
- [2] GRUDA Z., POSTOLSKI J. 1985. Zamrażanie żywności. Wyd. 2. WNT, Warszawa.
- [3] KLUZA F., GÓRAL D. 1993. *Statystyczna charakterystyka oddziaływania podstawowych parametrów zamrażania produktów spożywczych na efektywny czas trwania procesu*. Chłodnictwo, 28(1), 27-28.
- [4] KUNACHOWICZ H., NADOLNA I., PRZYGODA B., IWANOW K. 2005. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa.
- [5] PAŁACHA Z., KRYSZTIAN J. 2014. *Analiza czasu zamrażania wybranych owoców przy zmiennych parametrach procesu zamrażania*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 24/25(2), 62-67.
- [6] PAŁACHA Z. 2014. Zamrażanie żywności. W: Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Wyd. 4. (red. P.P. Lewicki), WNT, Warszawa, 320-345.
- [7] PAŁACHA Z. 2010. Właściwości cieplne. W: Właściwości fizyczne żywności (red. Z. Pałacha, I. Sitkiewicz), WNT Warszawa, 81-112.
- [8] PAŁACHA Z., JANISZEWSKA E. 2012. Zamrażanie żywności. W: Wybrane zagadnienia obliczeniowe inżynierii żywności (red. D. Wiatrowa-Rajchert, P.P. Lewicki), Wyd. SGGW, Warszawa, 252-281.
- [9] PAŁACHA Z., RACZYŃSKI W. 2005. *Opracowanie metody oznaczania gęstości wybranych owoców w stanie zamrożonym*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 16/27(2), 55-59.
- [10] POSTOLSKI J. 2007. *Prawie wszystko o... technologii chłodniczej żywności* (cz. 24). Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 1, 11-16.
- [11] PRACA ZBIOROWA 2008. Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego (red. K. Świetlikowska), Wyd. SGGW, Warszawa.

Mgr inż. Krzysztof MIASTKOWSKI¹
Zamiejscowy Wydział Leśny w Hajnówce
Mgr inż. Jan Robert BAKONIUK
Mgr inż. Milena CZAPLICKA
Dr inż. Sławomir OBIDZIŃSKI
Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka

CHARAKTERYSTYKA WIĄZANIA WODY PRZEZ BŁONNIK KAKAOWY®

Characteristics of binding water by cocoa fiber®

1) Autor jest uczestnikiem projektu „Stypendium dla doktorantów województwa podlaskiego”, współfinansowanego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Działanie 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.2 Regionalne Strategie Innowacji, ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, budżetu państwa oraz środków budżetu Województwa Podlaskiego.

Słowa kluczowe: izotermy sorpcji, błonnik, aktywność wody.

W artykule przedstawiono wyniki badań zależności pomiędzy składem granulometrycznym błonnika kakaowego a jego właściwościami sorpcyjnymi. Charakterystykę granulometryczną określono w oparciu o analizy stereologiczne i komputerową analizę obrazu. Przebieg izoterm sorpcji wyznaczono metodą statyczno-eksykatorową w zakresie $0,07 \leq a_w \leq 0,903$. Izotermy sorpcji opisano za pomocą równania BET, określono zawartość wody w monowarstwie oraz powierzchnię właściwą adsorpcji. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż właściwości sorpcyjne błonnika kakaowego uzależnione są zarówno od wielkości cząstek proszku, jak i od jego składu granulometrycznego. Przy wyznaczaniu warunków przechowywania błonnika w proszku należy zatem brać pod uwagę również jego granulację.

Key words: sorption isotherms, fiber, water activity.

The paramount aim of the present work is to analyze and present the relationship between the particle size composition of cocoa fiber and its sorption properties. The granulometric characteristic has been identified on the basis of the stereological and computer image analyses. The sorption isotherms have been determined with the use of the static desiccators method of $0.07 \leq a_w \leq 0.903$. The sorption isotherms have been described using the BET equation, water content in the monolayer, and the specific surface of adsorption have been determined. Based on the conducted research it has been stated that sorption properties of the cocoa fiber depend on both the size of the powder particle and its granulometric composition. Therefore, the granulometric composition of the fiber powder also needs to be taken into account in determining the storage conditions.

WSTĘP

Zainteresowanie stosowaniem błonnika w przemyśle spożywczym sprawiło, iż nieustannie poszukuje się nowych źródeł jego pozyskiwania. Aktualnie można spotkać się z błonnikiem z tak egzotycznych produktów jak: marakuja, daktyl, figi czy łuska kakaowa.

Błonnik kakaowy w chwili obecnej stanowi dodatek do wielu produktów spożywczych ze względu na to, iż posiada smak i zapach zbliżony do proszku kakaowego. Zawiera również teobrominę – główny alkaloid występujący w kakao, odpowiedzialny za jego własności biologiczne. Dodatek błonnika do produktu wzbogaca smak oraz zapobiega szybkiemu wysychaniu poprzez wiązanie wody i tłuszczów [17]. Błonnik kakaowy znajduje zastosowanie jako dodatek do wyrobów piekarniczych, cukierniczych, przetworów mleczarskich, produktów w formie „instant”, musli, dodaje się go także do suplementów diety. Używany jest również w produkcji jako zamiennik substancji zagęszczających oraz jako barwnik [7].

Błonnik kakaowy otrzymuje się z prażonej łuski kakaowej poprzez zaawansowane oczyszczenie, mikronizację, czyli rozdrabnianie mechaniczne do rozmiarów kilku-kil-

kuset mikrometrów i sterylizację. Proces produkcji ma charakter wyłącznie fizyczny, więc otrzymany produkt nie zawiera żadnych dodatkowych substancji chemicznych. Błonnik kakaowy ma postać jednolitego, sypkiego proszku o rozdrobnieniu od 2 μm do 600-800 μm [3]. W literaturze zwraca się uwagę na fakt, że proszki o średniej wielkości cząstek powyżej 200 μm posiadają dobre właściwości użytkowe, tzn. niską kohezynność, dobrą sypkość i płynność oraz niską podatność na pylenie. Proszki o wielkościach cząstek poniżej 200 μm posiadają znaczną kohezynność i higroskopijność, przez to sprawiają problemy przy przetwarzaniu [5, 14, 16]. Błonnik kakaowy należy do proszków o średniej wielkości cząstek poniżej 200 μm i charakteryzuje się przez to pylistością i kohezją oraz jest trudnozwilżalny. Jako proszek o dużej higroskopijności, ma tendencję do widocznego lekkiego zbrylania. Drobnoziaństwo, pylistość i higroskopijność proszku błonnika kakaowego sprawiają znaczne problemy podczas dozowania, transportu, przetwarzania czy przechowywania [3].

Wrażliwość błonnika na wilgoć i jego zdolność chłonięcia wody można określić na podstawie kształtu izoterm sorpcji. Przyjęto, że siła wiązania cząsteczek wody jest zależna od rozmieszczenia i rodzaju grup hydrofilowych na

powierzchni adsorbentu przy niskiej aktywności wody (ok. 0,3). Wraz ze wzrostem aktywności wody ($a_w > 0,65$) adsorpcja ma charakter warstwowy. Maleje wówczas stopniowo energia wiązania wody i zachodzi kondensacja kapilarna, tj. wypełnianie porów w produkcie oraz procesy rozpuszczania [8, 15]. Analizy wpływu stopnia mikronizacji (średniej wielkości cząstek) błonnika pszennego na przebieg izoterm sorpcji pary wodnej pozwoliły stwierdzić, iż błonnik o największej średniej wielkości cząstek charakteryzował się najwyższą pojemnością sorpcyjną oraz powierzchnią właściwą sorpcji [11]. Pozostałe błonniki, pomimo istotnych różnic w mikronizacji, cechowały się zbliżonymi właściwościami sorpcyjnymi. Analiza właściwości użytkowych drobnocząsteczkowych proszków polidispersyjnych, do których należy błonnik pozwoliła stwierdzić, iż właściwości te nie są uzależnione jedynie od stopnia mikronizacji, ale również od składu granulometrycznego, określającego zróżnicowanie udziału poszczególnych frakcji wielkości cząstek [1, 2, 6].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań dotyczących zależności pomiędzy składem granulometrycznym błonnika kakaowego a jego właściwościami sorpcyjnymi.

METODYKA BADAŃ

Materiałem badawczym wykorzystanym w niniejszej pracy był błonnik spożywczy kakaowy. Został on pobrany bezpośrednio z magazynu gotowego produktu u producenta. Próbkę błonnika dobrano w ten sposób, iż pochodziły z trzech różnych partii produkcji. Według producenta, posiadały one jednolity stopień mikronizacji, określony poprzez klasyfikację na sicie o oczkach 25 μm , przy czym ze względu na parametry procesu rozdrabniania różniły się składem granulometrycznym.

W celu wstępnej oceny różnic pomiędzy składem granulometrycznym badanych próbek dokonano pomiaru gęstości nasypowej luźnej. Określono również zawartość wody w badanych materiałach metodą suszarkową wg normy PN-84/A-88027 oraz aktywność wody za pomocą aparatu Aqualab seria 3 model TE (tab. 1).

Charakterystykę granulometryczną błonnika wyznaczono przy wykorzystaniu mikroskopu Biolar PI, kamery 5.0MP CMOS oraz oprogramowania do komputerowej analizy obrazu analySIS. Za pomocą kamery cyfrowej i mikroskopu rejestrowano obrazy próbki proszku błonnika rozproowanej w cieczy immersyjnej. Dla każdej próbki błonnika wykonywano 10 fotografii. Następnie zarejestrowane obrazy były poddane analizom stereologicznym przy wykorzystaniu oprogramowania analySIS [1,9]. Do charakterystyki składu granulometrycznego wybrano parametr geometryczny cząstek, określane jako maksymalna średnica D_{max} - maksymalny odcinek wpisany w rzut cząstki na płaszczyznę. Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów przedstawiono skład granulometryczny proszku błonnika w postaci histogramu udziału ilościowego cząstek we frakcjach o szerokości przedziału 25 μm za pomocą programu Statistica 10 [10]. Do każdego z histogramów dopasowano funkcję gęstości rozkładu z wykorzystaniem testu Chi-kwadrat dobroci dopasowania przy przyjętym poziomie istotności $p=0,05$ w postaci wykładniczej:

$$N(D_{max}) = \lambda \cdot N_k \cdot A_p \cdot \exp(-\lambda \cdot D_{max}) \quad (1)$$

gdzie: λ – parametr charakterystyczny rozkładu wykładniczego (μm^{-1});

D_{max} – parametr geometryczny cząstki (maksymalna średnica) – maksymalny odcinek wpisany w rzut cząstki na płaszczyznę (μm);

A_p – szerokość przedziału frakcji w histogramie składu granulometrycznego (μm);

N_k – liczba cząstek w analizowanej próbce (szt).

Parametr charakterystyczny rozkładu wykładniczego λ pozwala wnioskować o udziale ilościowym cząstek proszku w danym przedziale frakcyjnym wielkości cząstek. Im wyższa wartość parametru, tym bardziej zróżnicowany jest skład granulometryczny proszku, występują większe różnice pomiędzy udziałami ilościowymi poszczególnych frakcji [1, 2]. Istotność różnic pomiędzy składami granulometrycznymi analizowanych próbek błonnika wyznaczono za pomocą testu Kruskala-Wallisa przy przyjętym poziomie istotności $p=0,05$ w programie Statistica 10 [10].

Izotermy adsorpcji pary wodnej zostały wyznaczone metodą statyczno-eksykatorową. Badany materiał dosuszano w suszarce komorowej przez 24 h w temperaturze 70°C, a następnie próbki o masie 2 g umieszczano w ekzykatorach zawierających nasycone roztwory soli, co zapewniało aktywność wody środowiska w zakresie $0,07 \leq a_w \leq 0,903$. Próbkę przechowywano przez okres 3 miesięcy w temperaturze $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Ważenia próbek dokonywano po 1, 2 i 3 miesiącach. Na podstawie zmian masy określono zawartość wody, po przechowywaniu zaś aktywność wody wyznaczono za pomocą aparatu Aqualab. Każdy pomiar powtarzano 5-cio krotnie. Na podstawie początkowej masy materiału oraz zmian zawartości wody obliczono równowagowe zawartości wody i wykreślono izotermy adsorpcji pary wodnej. Uzyskane izotermy opisano empirycznym równaniem BET [13] w zakresie aktywności wody $0,07 \leq a_w \leq 0,34$:

$$a = \frac{V_m C a_w}{(1 - a_w) [1 + (C - 1) a_w]} \quad (2)$$

gdzie: V_m – pojemność monowarstwy – maksymalna wielkość adsorpcji odpowiadająca całkowitemu pokryciu powierzchni jednocząsteczkową warstwą adsorbentu, ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$);

C – stała, związana w sposób wykładniczy z różnicą pomiędzy ciepłem adsorpcji na pierwszej i na następnych warstwach, przyjęta za niezmienną i równą ciepłu kondensacji;

a_w – aktywność wody;

a – adsorpcja ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Przydatność modelu do opisu uzyskiwanych izoterm oceniono na podstawie pierwiastka z błędów średniokwadratowego (RMS), współczynnika determinacji R^2 [12]:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum (u_e - u_0)^2}{N_p}} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie: u_e – równowagowa zawartość wody wyznaczona eksperymentalnie ($\text{gH}_2\text{O} \cdot 100\text{g}^{-1}$);

u_0 – równowagowa zawartość wody wyznaczona eksperymentalnie ($\text{gH}_2\text{O} \cdot 100\text{g}^{-1}$);
 N_p – liczba pomiarów (szt);

Znając maksymalną wielkość adsorpcji V_m oraz powierzchnię siadania cząsteczki wody ω można było określić wielkość właściwej powierzchni adsorpcji z równania [11]:

$$a_{sp} = \frac{\omega V_m N}{M} \quad (4)$$

gdzie: N – liczba Avogadra ($6,023 \cdot 10^{23}$ cząsteczek $\cdot \text{mol}^{-1}$);
 ω – powierzchnia siadania cząsteczki wody ($1,05 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2 \cdot \text{cząsteczkę}^{-1}$);
 M – masa cząsteczkowa wody ($18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$);
 V_m – maksymalna wielkość adsorpcji, odpowiadająca całkowitemu pokryciu powierzchni jednocząsteczkową warstwą adsorbentu (pojemność monowarstwy) ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

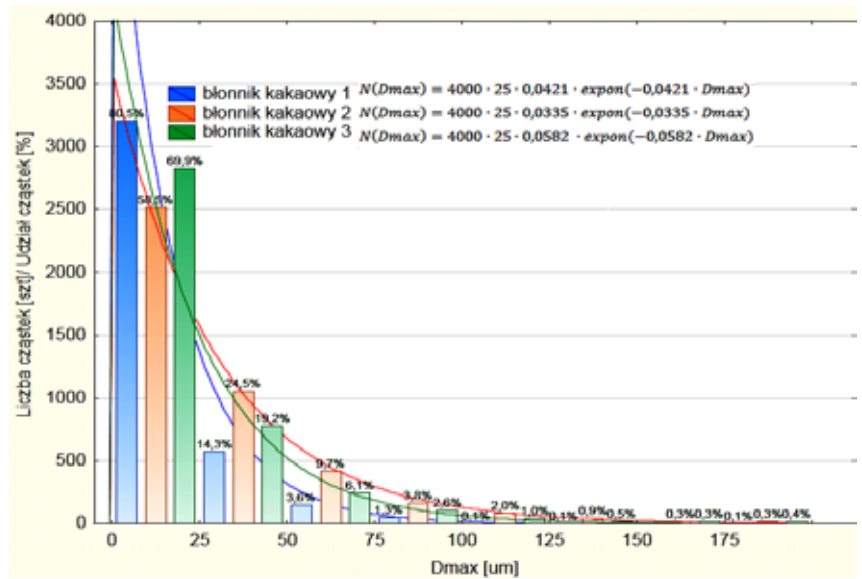
WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

W tabeli 1 przedstawiono średnią zawartość wody, aktywność wody oraz gęstość nasypową badanych próbek błonnika. Stwierdzono, iż najwyższą zawartością wody $w=10,23\%$ charakteryzował się błonnik kakaowy nr 2, miał on również najwyższą wartość aktywności wody $a_w=0,623$ przy najwyższej wartości gęstości nasypowej luźnej $\rho=273 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Najniższą zawartością wody $w=8,1\%$ charakteryzował się błonnik kakaowy nr 1, wykazywał on najniższą aktywność wody $a_w=0,324$ oraz posiadał najniższą z gęstości nasypowych $\rho=249 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Różnica pomiędzy zawartością wody błonnika kakaowego nr 1 i 2 wynosiła $\Delta w=2,13\%$, zaś różnica w aktywności wody pomiędzy tymi błonnikami $\Delta a_w=0,299$. Porównując błonniki nr 1 i 3, dla których różnica w zawartości wody wynosiła $2,1\%$, stwierdzono różnicę w ich aktywności wody wynoszącą tylko $\Delta a_w=0,235$. Biorąc pod uwagę fakt, iż różnica pomiędzy zawartościami wody błonników 1 i 3 wynosi tylko $0,03\%$ oraz uwzględniając deklarację producenta, że badane błonniki posiadają identyczny stopień mikronizacji, to różnica w ich aktywności wody na poziomie $\Delta a_w=0,064$ pozwala wyciągnąć wniosek, iż stopień mikronizacji nie jest jedynym parametrem decydującym o właściwościach sorpcyjnych błonnika kakaowego. Ponieważ przy identycznym stopniu mikronizacji proszki błonnika posiadają różną gęstość nasypową, nasuwa się wniosek, iż proszki te różnią się pod względem składu granulometrycznego, a co za tym idzie, skład ten może wpływać na właściwości sorpcyjne.

Tabela 1. Charakterystyka materiału badawczego
 Table 1. Characteristics of research material

Nazwa	Zawartość wody w (%)	SD	Aktywność wody a_w	SD	Gęstość nasypowa ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	SD
błonnik kakaowy 1	8,100	0,006	0,324	0,004	249	0,006
błonnik kakaowy 2	10,230	0,008	0,623	0,005	273	0,009
błonnik kakaowy 3	10,200	0,007	0,559	0,004	264	0,007

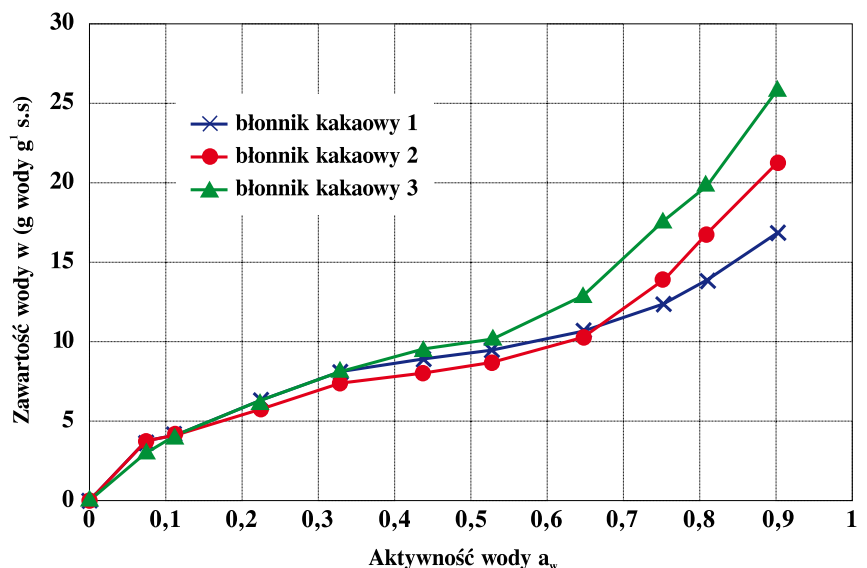
SD – odchylenie standardowe
 Źródło: Badania własne



Rys. 1. Histogram składu granulometrycznego badanych próbek błonnika.

Fig. 1. Histogram of granulometric composition of fiber samples.

Źródło: Badania własne



Rys. 2. Izotermy adsorpcji pary wodnej proszku błonnika o różnej granulacji.

Fig. 2. Adsorption isotherms of water vapor for fiber powder with different granularity.

Źródło: Badania własne

Skład granulometryczny badanych błonników przedstawiono w postaci histogramu rozkładu wielkości cząstek względem średnicy maksymalnej cząstki (rys. 1). Przeprowadzono analizy statystyczne za pomocą testu Kruskala-Wallisa przy przyjętym poziomie istotności $p=0,05$. Miały one na celu potwierdzenie hipotezy zerowej mówiącej o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy analizowanymi próbkami pod względem mediany wielkości cząstek oraz składu granulometrycznego. Przeprowadzone testy pozwoliły stwierdzić, iż pomimo jednakowego stopnia mikronizacji występują statystycznie istotne różnice pomiędzy analizowanymi próbkami błonnika pod względem mediany wielkości cząstek. Testy istotności różnic ze względu na skład granulometryczny wykazały również, że występują statystyczne różnice pomiędzy analizowanymi próbkami błonnika. Błonnik nr 1 (rys. 1) charakteryzował się największym udziałem – 80,5% frakcji cząstek najmniejszych o wymiarze do 25 μm , najmniejszym udziałem frakcji o tym wymiarze charakteryzował się błonnik nr 2 – 58,5%. Frakcje o wielkości cząstek do 50 μm stanowiły ponad 94% udziału w składzie granulometrycznym błonnika nr 1, ponad 89% w przypadku błonnika nr 3 i 83% w błonniku nr 2. Największy udział cząstek powyżej 100 μm zaobserwowano dla błonnika nr 2 i stanowił on ok. 3,5% ogólnej liczny cząstek, w przypadku obu pozostałych błonników udział ten nie przekraczał 2%.

Na podstawie analizy histogramu (rys. 1) można stwierdzić, iż udział poszczególnych frakcji był najmniej zróżnicowany dla błonnika nr 2. Wartość parametru charakterystycznego funkcji gęstości rozkładu była dla tego błonnika najniższa w porównaniu z pozostałymi dwoma i wynosiła $\lambda=0,0335$ (tab. 2). Błonnik ten charakteryzował się również największą medianą wielkości cząstek. Im niższa była mediana, tym wartość parametru λ rosła a błonnik charakteryzował się bardziej zróżnicowanym składem granulometrycznym. Rozrzut wielkości cząstek analizowanych błonników wynosił od 2,3 do ponad 390 μm . Największe cząstki obserwowano w przypadku błonnika kakaowego nr 3 – $d_{\text{max}}=390,83$ μm , najmniejsze zaś dla błonnika nr 1 – $d_{\text{min}}=178,20$ μm .

Na rys. 2 przedstawiono przebieg izoterm sorpcji badanych błonników o różnej granulacji. Wszystkie izotermy posiadały kształt sigmoidalny odpowiadający II typowi izoterm w klasyfikacji Brunauera [4].

Przyjmując wartość średniego błędu kwadratowego na poziomie niższym od 10% jako dobrą zgodność dopasowania modelu do danych eksperymentalnych w zakresie $0,07 \leq a_w \leq 0,34$, należy stwierdzić, że dla wszystkich analizowanych próbek błonnika model BET dobrze opisuje dane doświadczalne (tabela 2). Na podstawie modelu BET wyznaczono zawartość wody w monowarstwie oraz wartość stałej C charakteryzującej ilość ciepła uwalnianego podczas adsorpcji pary wodnej przez produkt (tabela 2). Parametry te są przydatne do przewidywania optymalnych warunków przechowywania żywności.

Tabela 2. Parametry modelu BET, parametry geometryczne cząstek oraz powierzchnia właściwa adsorbentu dla błonnika kakaowego w proszku

Table 2. BET model parameters, geometric parameters of the particles and surface area of the adsorbent for the fiber cocoa powder

Nazwa	Model BET (parametry)				λ	Średnice cząstek			$a_{\text{sp}}^{\text{a.s.}}$ ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$)
	V_m	C	R^2	RMS (%)		d_{50} (μm)	d_{min} (μm)	d_{max} (μm)	
błonnik kakaowy 1	6,329	12,150	0,995	2,4	0,0421	15,30	2,47	178,20	222,4
błonnik kakaowy 2	5,435	18,400	0,996	3,2	0,0335	20,21	2,28	309,85	190,9
błonnik kakaowy 3	6,756	9,25	0,999	2,8	0,0582	12,33	2,28	390,83	237,4

λ – parametr charakterystyczny rozkładu wykładniczego (μm^{-1});

a_{sp} – powierzchnia właściwa sorpcji ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$);

C – stała ;

d_{50} – mediana wielkości cząstki (μm);

d_{max} – maksymalna średnica cząstki w próbce (μm);

d_{min} – minimalna średnica cząstki w próbce (μm);

R^2 – współczynnik determinacji;

V_m – maksymalna wielkość adsorpcji;

Źródło: Badania własne

W obszarze aktywności wody $0,07 \leq a_w \leq 0,14$ najwyższą pojemnością sorpcyjną charakteryzował się błonnik kakaowy nr 2, najniższą zaś błonnik nr 3. W zakresie $0,04 \leq a_w \leq 0,903$ nastąpiło odwrócenie tendencji i wyższą pojemnością sorpcyjną wykazał błonnik nr 3. Błonnik nr 1 i 2 wykazały zbliżoną pojemność sorpcyjną w zakresie $0,07 \leq a_w \leq 0,7$, przy czym nieznacznie wyższą posiadał błonnik kakaowy 1. W zakresie $0,7 \leq a_w \leq 0,903$ nastąpiło odwrócenie tendencji i wystąpiły istotne różnice wartości pojemności sorpcyjnej błonnika nr 1 i 2.

W przeprowadzonych badaniach najwyższą pojemnością monowarstwy charakteryzował się błonnik nr 3 – $V_m=6,756$, przy czym wykazał on najmniejszą wartość stałej C=9,25. Świadczy to o najmniejszej ilości ciepła uwalnianego z produktu w procesie adsorpcji (tabela 2). Posiadał on również największą powierzchnię właściwą adsorpcji $a_{\text{sp}}=237,4$ $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, charakteryzował się też najbardziej zróżnicowanym składem granulometrycznym $\lambda=0,0582$ oraz najmniejszą medianą wielkości cząstek $d_{50}=12,33$ μm . Błonnik kakaowy 2 o najwyższej medianie wielkości cząstek $d_{50}=20,21$ μm i najmniej zróżnicowanym składzie granulometrycznym charakteryzował się najwyższą wartością stałej C=18,4 przy najniższej pojemności monowarstwy $V_m=5,435$ oraz najmniejszej wielkości powierzchni właściwej adsorpcji $a_{\text{sp}}=190,9$ $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Na podstawie uzyskanych izoterm sorpcji pary wodnej błonnika możliwe jest określenie optymalnych warunków przechowywania produktu. Uzyskane różnice we właściwościach sorpcyjnych błonników określanych przez producenta jako produkty o jednakowym stopniu mikronizacji pozwalają wysnuć wniosek iż podczas wyznaczania optymalnych warunków przechowywania należy uwzględnić zarówno stopień mikronizacji jak i charakterystykę granulometryczną produktu. Przechowując partie błonnika o jednakowym stopniu mikronizacji w warunkach wyznaczonych dla tego stopnia

mikronizacji, ale bez brania pod uwagę składu granulometrycznego, można doprowadzić do sytuacji, że część produktu, która będzie miała bardziej zróżnicowany skład granulometryczny (charakteryzowała się wyższą higroskopijnością), będzie przechowywana w nieodpowiednich warunkach. Wpłyne to na pogorszenie właściwości użytkowych proszku błonnika i może prowadzić do problemów przy jego przetwarzaniu.

WNIOSKI

1. Izotermy pary wodnej proszków błonnika kakaowego charakteryzowały się przebiegiem II typu według klasyfikacji Brunauera.
2. Podawany przez producenta stopień mikronizacji nie odzwierciedla w pełni charakterystyki granulometrycznej błonnika.
3. Najwyższą pojemnością monowarstwy i powierzchnią właściwą adsorbentu (największą higroskopijnością) charakteryzował się błonnik o najniższej medianie wielkości cząstek $d_{50} = 12,33 \mu\text{m}$ i najbardziej zróżnicowanym składzie frakcyjnym $\lambda = 0,0582$.
4. Najmniej higroskopijny błonnik charakteryzował się największą medianą wielkości cząstek $d_{50} = 20,21 \mu\text{m}$ i najmniej zróżnicowanym składem granulometrycznym $\lambda = 0,0335$.
5. Właściwości sorpcyjne błonnika zależą zarówno od jego stopnia mikronizacji, jak też od składu granulometrycznego proszku.
6. Określając optymalne warunki przechowywania drobno-cząsteczkowych proszków polidispersyjnych na podstawie analiz izoterm sorpcji pary wodnej, należy wziąć pod uwagę zarówno stopnie mikronizacji, jak i charakterystykę granulometryczną.

LITERATURA

- [1] **BAKIER S., MIASTKOWSKI K. 2010.** *Analiza składu granulometrycznego glukozy krystalicznej.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 20/36(1), 36-40.
- [2] **BAKIER S., MIASTKOWSKI K. 2011.** *Badania zależności pomiędzy wybranymi własnościami użytkowymi a składem granulometrycznym glukozy krystalicznej.* Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 563; 11-20.
- [3] **BAKONIUK J., MIASTKOWSKI K., LESZCZUK T. 2013.** *Wpływ lepiscza na charakterystykę granulometryczną błonnika spożywczego granulowanego bezciśnieniowo.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 23/42(1), 12-18.
- [4] **BRUNAUERA S., DEMING L.S., DEMING W.E., TEELER E. 1940.** *On a theory of the van Waals adsorption of gases.* Journal of the American Chemical Society, 62, 1723-1732.
- [5] **DOMIAN E., JANOWICZ M., KOWALSKA H., LENART A. 2005.** *Sypkość białkowo-węglowodanowych mieszanin proszków spożywczych aglomerowanych w złożu fluidalnym.* Inżynieria Rolnicza, 11 (71), 59-67.
- [6] **DOMIAN E., LENART A. 2004.** *Wpływ aglomeracji w złożu fluidalnym na właściwości wybranych mieszanin proszków spożywczych o charakterze białkowo-węglowodanowym.* Inżynieria Rolnicza, 5 (60). 69-76.
- [7] **KOLANOWSKI W. 1998.** *Zastosowanie błonnika pokarmowego w produkcji żywności.* Żywność. Żywnienie. Zdrowie, 4, 412.
- [8] **KOWALSKA H., DOMIAN E., JANOWICZ M., LENART A. 2005.** *Właściwości sorpcyjne wybranych mieszanin proszków spożywczych o składzie białkowo-węglowodanowym.* Inżynieria Rolnicza. Nr 11 (71). 259-265.
- [9] **LESZCZUK T., MIASTKOWSKI K. 2012.** *Metody określania parametrów geometrycznych sypkich nawozów rolniczych i ogrodniczych.* Postępy Nauki i Techniki, 12, 139-148.
- [10] **LUSZNIEWICZ A., SŁABY T. 2008.** *Statystyka z pakietem komputerowym STATISTICA PL: teoria i zastosowania.* Warszawa, Wydawnictwo C. H. Beck, ISBN: 978-83-255-0113-6.
- [11] **MAKAŁA H., OCIECZEK A. 2008.** *Characteristics of sorption properties of selected wheat cellulose preparations.* Acta Agrophysica, 12(3), 747-754.
- [12] **NOWACKA M., JANIĄK G., KIDOŃ M., CZAPSKI J., WITROWA-RAJCHERT D. 2012.** *Zastosowanie modeli matematycznych do opisu izoterm adsorpcji pary wodnej suszonej marchwi purpurowej i pomarańczowej.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 5 (84) 60-72.
- [13] **PADEREWSKI M. 1999.** *Procesy adsorpcyjne w inżynierii chemicznej.* Warszawa, WNT, ISBN 83-204-2388-0.
- [14] **PAŁACHA Z., CHRZANOWSKI P. 2013.** *Badanie procesów adsorpcji i desorpcji wody wybranych skrobi.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 23/42(1), 58-63.
- [15] **PAŁACHA Z., MALCZEWSKA A. 2010.** *Izotermy adsorpcji i desorpcji wybranych przypraw.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 20/36(1), 12-18.
- [16] **SZULC K., LENART A. 2009.** *Właściwości kohezyjne wybranych proszków spożywczych.* Inżynieria Rolnicza, 2(111), 169-175.
- [17] **WOJCIECHOWICZ A., GIL Z. 2009.** *Jakość pieczywa pszenneego z udziałem błonnika pokarmowego różnego pochodzenia.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6 (67), 102-111.

Dr Anna WRZODAK
 Dr Maria GRZEGORZEWSKA
 Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Warzyw
 Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

JAKOŚĆ SENSORYCZNA KAPUSTY GŁOWIASTEJ I SELERÓW KORZENIOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD ODMIANY I PRZECHOWYWANIA®

Sensory quality of white cabbage and seleriac depending on the cultivar
 and storage®

Praca została wykonana w ramach Programu Wieloletniego „Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodnictwej w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodnictwych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jej zasobów”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu odmiany i przechowywania na jakość sensoryczną kapusty głowiastej białej i korzeni selera.

Materiał badawczy stanowiły dwie odmiany kapusty głowiastej białej 'Cilion' F1 i 'Storema' F1 oraz dwie odmiany selera korzeniowego 'Ilona' i 'President', przechowywane w komorach chłodniczych przez okres siedmiu miesięcy. Z badań wynika, że istotnie lepszą jakością sensoryczną charakteryzowała się odmiana kapusty głowiastej – 'Cilion' F1 niż 'Storema' F1. Korzenie selera odmiany 'Ilona' przechowywane w warunkach laboratoryjnych w Skierniewicach utrzymały lepszą jakość niż przechowywane u producenta w Nędzierzewie. Ponadto korzenie odmiany 'Ilona' przechowywane w Skierniewicach charakteryzowały się lepszą jakością w porównaniu do korzeni odmiany 'President' przechowywanych zarówno w Skierniewicach jak i u producenta w Orlach.

The effect of cultivars and storage period on the sensory quality of the white cabbage and celeriac was evaluated.

Sensory quality of two white cabbage cultivars ('Cilion' F1 and 'Storema' F1) and two celeriac cultivars ('Ilona' and 'President') stored for seven months in a cold store, was examined. The results of the investigations showed that storage period and storage location has influences on some sensory properties of white cabbage. The 'Cilion' F1 cv. showed significantly higher overall quality than 'Storema' F1. The roots of celeriac cv. 'Ilona' stored in Skierniewice maintained better quality than the roots stored in Nędzierzew. Celeriac cv. 'Ilona' stored in Skierniewice conditions characterized with the better quality than celeriac cv. 'President' stored in both locations: Skierniewice and Orla.

WSTĘP

Świeże owoce i warzywa są ważnym źródłem wielu składników odżywczych (witaminy, kwasy organiczne, związki mineralne, błonnik pokarmowy) [1, 11]. Zawierają związki prozdrowotne do których zalicza się m.in. bioflawonoidy, terpeny, polifenole, glukozyzanolany a także garbniki [5]. Wieloletnie badania prowadzone przez Kusznierevicz i in. [6] potwierdzają, że około 30% nowotworów byłoby do uniknięcia poprzez zmianę diety. Szczególnie bogatym źródłem substancji przeciwnowotworowych są warzywa kapustowate. Kapusta głowiasta biała jest spożywana w dużych ilościach przez cały rok, zarówno w postaci surowej, kwaszonej i gotowanej. W Polsce roczne spożycie kształtuje się na poziomie ok. 11 kg. kapusty świeżej i 5 kg. kapusty kiszzonej na osobę [12].

Wśród gatunków warzyw korzeniowych spożywanych w stanie świeżym i przetworzonym, wykorzystuje się głównie marchew i burak ćwikłowy. Poszerzenie tego asortymentu o inne gatunki jest uzasadnione z punktu widzenia cech

sensorycznych i wartości odżywczych. Seler korzeniowy wydaje się być traktowany jedynie jako warzywo przyprawowe. Jednak ze względu na atrakcyjny wygląd oraz charakterystyczny smak i zapach, może mieć również zastosowanie jako samodzielny surowiec lub jako komponent produktów przetworzonych [4]. Przechowywanie zapewnia ciągłość zaopatrzenia rynku w produkty roślinne. Warunki utrzymywane w czasie przechowywania pozwalają zachować najwyższą wartość odżywczą oraz korzystne cechy organoleptyczne warzyw [3]. Na podstawie doświadczeń własnych i doniesień z literatury, można wnioskować, że długość i warunki przechowywania (temperatura, wilgotność, skład gazowy atmosfery) mają ogromny wpływ na smak i zapach składowanych produktów [9,10].

W ostatnich latach zwiększyły się wymagania klientów odnośnie jakości produktów przeznaczonych do spożycia. Dotyczy to również warzyw i owoców konsumowanych bezpośrednio po zbiorze i po przechowaniu. Pod pojęciem jakości warzyw kryje się szereg cech związanych ze składem chemicznym, wyglądem i walorami smakowymi. W literaturze

niewiele jest informacji na temat wpływu przechowywania na jakość sensoryczną składowanych warzyw.

W związku z powyższym przeprowadzono badania w których określono wpływ odmiany i przechowywania na jakość sensoryczną główek kapusty głowiastej białej i koczni selera.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących jakości sensorycznej kapusty głowiastej i selerów korzeniowych w zależności od odmiany i warunków przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem oceny sensorycznej były dwie odmiany kapusty głowiastej białej: 'Cilion' F1 i 'Storema' F1. Odmiana 'Cilion' F1 była uprawiana i przechowywana u producenta w miejscowości Nędzierzew (okolice Kalisza), natomiast 'Storema' F1 była uprawiana i przechowywana u producenta w miejscowości Orły (okolice Błonia). Obie odmiany były również przechowywane w komorach chłodniczych Instytutu Ogrodnictwa (IO) w Skierniewicach w temperaturze 0-1°C. W obydwu lokalizacjach u producentów, główki kapusty przechowywano w chłodni przez okres 7 miesięcy, zachowując optymalne warunki składowania tzn. temperaturę 0-1°C oraz wilgotność względną powietrza na poziomie 95%.

W badaniach z selerem korzeniowym oceniano dwie odmiany: 'Ilona' i 'President'. Odmiana 'Ilona' była uprawiana i przechowywana u producenta w miejscowości Nędzierzew, natomiast odmiana 'President' była uprawiana i przechowywana u producenta w miejscowości Orły. Obie odmiany były również przechowywane w komorach chłodniczych Instytutu Ogrodnictwa (IO) w Skierniewicach w temperaturze 0-1°C. W obydwu lokalizacjach u producenta korzenie selera przechowywano w chłodni przez okres 7 miesięcy, zachowując optymalne warunki składowania tzn. temperaturę 0-1°C oraz wilgotność względną powietrza na poziomie 95%.

Do oceny sensorycznej kapusty głowiastej białej i selerów korzeniowych zastosowano metodę analizy opisowej QDA, zgodnie z procedurą ujętą normą PN-ISO 11035 [7, 8]. Przy wyborze wyróżników (charakterystycznych cech zapachowo-smakowych) brała udział grupa 10 ekspertów, o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej – zespół przeszkolony w technikach ocen. Grupa ekspertów wytypowała listę 10 wyróżników jakościowych dla kapusty głowiastej i 11 dla selera korzeniowego. Intensywność każdego wyróżnika oceniano na ciągłej skali graficznej w przedziale od 0 do 10 cm długości, oznaczonej odpowiednimi określeniami brzegowymi. Oceny sensoryczne wykonano w dwóch sesjach powtórzeniowych dla obydwu gatunków warzyw.

Oceny sensoryczne przeprowadzono w laboratorium sensorycznym, spełniającym wszystkie wymagania określone normą PN-ISO 8589 (Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej) [8], na indywidualnych 6 stanowiskach oceny, przy użyciu skomputeryzowanego programu ANALSENS przystosowanego do przygotowania testów, zapisu ocen indywidualnych oraz statystycznej obróbki wyników. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach. Wyniki analizowano za pomocą jednoczynnikowej

analizy wariancji w modelu blokowym, traktując sesje jako bloki w programie Statistica. Porównania wielokrotne średnich wykonano za pomocą testu Tukey'a. Analizy wykonano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyróżniki jakości sensorycznej zastosowane w ocenie kapusty głowiastej białej:

- zapach surowej kapusty głowiastej białej: ostry, obcy (w zakresie od wartości niewyczuwalnych do bardzo intensywnych)
- twardość liści (miękkie – twarde)
- chrupkość liści (mało chrupkie – bardzo chrupkie)
- smak surowej kapusty głowiastej białej: ostry, słodki, gorzki, obcy (w zakresie od wartości niewyczuwalnych do bardzo intensywnych)
- ocena ogólna jakości (zła – bardzo dobra)

Wyróżniki jakości sensorycznej zastosowane w ocenie selera korzeniowego:

- zapach selera: słodki, orzechowy, obcy (w zakresie od wartości niewyczuwalnych do bardzo intensywnych)
- kruchość miąższu (bez odgłosu – bardzo głośny)
- twardość miąższu (miękki – twarde)
- chrupliwość miąższu (dźwięk cichy, krótki – dźwięk głośny, długi)
- smak selera: ostry, piekący, gorzki, obcy (w zakresie od wartości niewyczuwalnych do bardzo intensywnych)
- ocena ogólna jakości (zła – bardzo dobra)

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zestawienie wyników średnich z oceny profilowej kapusty głowiastej białej i selera korzeniowego, na podstawie przyjętych deskryptorów jakości, zostały przedstawione odpowiednio w tabelach 1, 2 oraz na rysunku 1.

Kapusta głowiasta obu odmian oceniana bezpośrednio po zbiorze przewyższała jakością sensoryczną kapustę po okresie przechowania pod względem prawie wszystkich wyróżników jakości. Obie odmiany oceniane bezpośrednio po zbiorze charakteryzowały się większą intensywnością zapachu ostrego, bardzo dobrą twardością i chrupkością liści oraz intensywnym smakiem świeżej kapusty jak również intensywnym smakiem ostrym, słodkim i gorzkim. Uzyskana nota oceny ogólnej jakości była wyraźnie wyższa w porównaniu do kapusty po przechowaniu (tab. 1).

Wyniki oceny sensorycznej kapusty odmiany 'Cilion' F1 wskazują na istotny wpływ przechowywania na intensywność smaku ostrego. Najwyższe noty smaku ostrego uzyskała kapusta przechowywana w komorach chłodniczych IO (1,54 j.u.), najniższe po przechowaniu u producenta w Nędzierzewie (0,63 j.u.). W wyniku przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono istotny wpływ przechowywania na zapach obcy i smak gorzki liści kapusty głowiastej odmiany 'Storema' F1. Do najczęściej powtarzających się określeń zapachu obcego należały: zapach 'piwniczny' i 'stęchły'. Zapach obcy był najbardziej intensywny w próbach kapusty przechowywanej w Skierniewicach (0,33 j.u.). Intensywność smaku gorzkiego w trakcie przechowywania zmniejszała się. Bezpośrednio po zbiorze wynosiła 0,51 j.u., natomiast po przechowaniu;

Tabela 1. Wyniki oceny sensorycznej kapusty głowiastej białej odmiany ‘Cilion’ F1 i ‘Storema’ F1 (wyrażone w jednostkach umownych - skala 0-10 pkt.)

Warunki przechowywania: temperaturę 0-1°C oraz wilgotność względną powietrza na poziomie 95%, przez okres 7 miesięcy

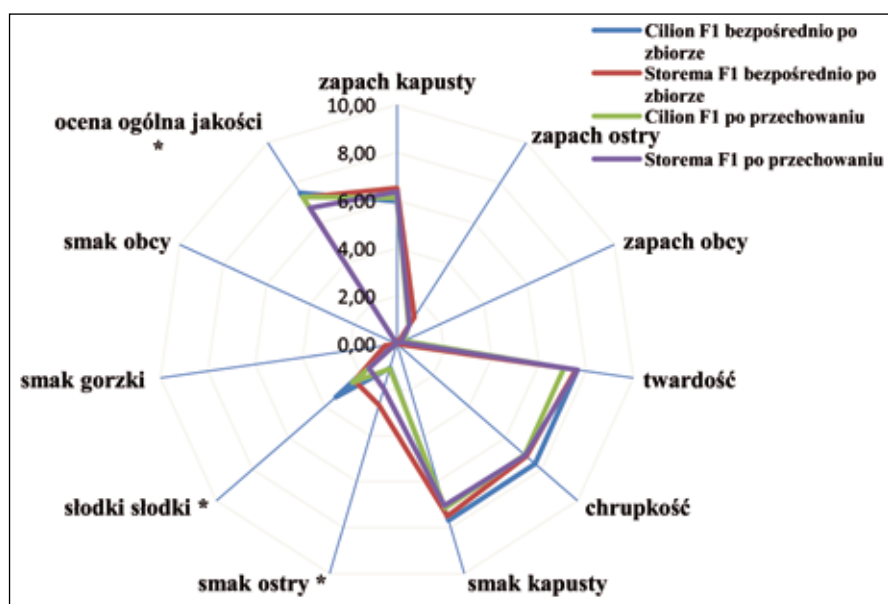
Table 1. Results of sensory analysis of white cabbage cv. ‘Cilion’ F1 and ‘Storema’ F1 (scoring scale from 0 to 10)

Storage conditions: temperature of 0-1°C and relative humidity of 95%, for 7 months

Wyróżniki jakości	‘Cilion’ F1			‘Storema’ F1		
	Bezpośrednio po zbiorze	Po przechowaniu w Skierniewicach	Po przechowywaniu w Nędzierzewie	Bezpośrednio po zbiorze	Po przechowywaniu w Skierniewicach	Po przechowywaniu w Orłach
Zapach:						
1.Kapusty	5,98a	6,13a	6,10a	6,52a	6,10a	6,63a
2.Ostry	0,95a	1,05a	0,77a	1,34a	0,88a	1,04a
3.Obcy	0a	0,35a	0,28a	0a	0,33b	0,02a
Tekstura:						
4.Twardość	7,63a	6,97a	7,16a	7,57a	7,78a	7,49a
5.Chrupkość	7,65a	6,96a	7,18a	7,17a	7,45a	6,76a
Smak:						
6.Kapusty	7,68a	6,94a	7,37a	7,50a	7,10a	6,98a
7.Ostry	1,04ab	1,54c	0,63a	2,67a	1,99a	1,93a
8.Słodki	3,38a	2,16a	2,77a	2,36	1,60a	1,49a
9.Gorzki	0,21a	0a	0,05a	0,51b	0,09a	0,03a
10.Obcy	0a	0a	0a	0a	0a	0a
Ocena ogólna jakości	7,51a	7,05a	7,58a	7,28a	6,68a	6,83a

Średnie oznaczone tą samą literą dla poszczególnych odmian i dla kolejnych wyróżników jakości nie różnią się istotnie według testu Tukey’*a* przy poziomie istotności $p=0,05$

Źródło: Badania własne



Rys. 1. Profilogram jakości sensorycznej kapusty odmiany ‘Cilion’ F1 i ‘Storema’ F1.

(* oznaczono istotne różnice pomiędzy obiektami, według testu Tukey’*a* przy poziomie istotności $p=0,05$)

Fig. 1. Sensory quality profiles for white cabbage cv. of ‘Cilion’ F1 and ‘Storema’ F1.

Źródło: Badania własne

w warunkach laboratoryjnych w Skierniewicach 0,09 j.u. i w warunkach produkcyjnych w Orłach 0,03 j.u..

Odnotowano istotny wpływ odmiany kapusty głowiastej na intensywność smaku ostrego, słodkiego oraz na noty oceny ogólnej jakości (rys. 1). Kapusta odmiany ‘Cilion’ F1 charakteryzowała się wyższą intensywnością smaku świeżej kapusty, liście były słodsze i bardziej chrupkie w porównaniu do kapusty odmiany ‘Storema’ F1. Ponadto kapusta odmiany ‘Cilion’ F1 oceniana zarówno bezpośrednio po zbiorze jak i po przechowaniu w obu lokalizacjach uzyskała wyższe noty oceny ogólnej jakości (odpowiednio 7,51 j.u. i 7,31 j.u.) w porównaniu do kapusty odmiany ‘Storema’ F1 (7,28 j.u. i 6,93 j.u.). Intensywność smaku ostrego była bardziej wyczuwalna w kapuście odmiany ‘Storema’ F1 zarówno przed jak i po przechowaniu w porównaniu do odmiany ‘Cilion’ F1. Badania dotyczące jakości sensorycznej kapusty głowiastej były przedmiotem badań Gajewskiego i Radzanowskiej [2]. Badano jakość sensoryczną

Tabela 2. Wyniki oceny sensorycznej selerów korzeniowych odmiany ‘Ilona’ i ‘President’ (wyrażone w jednostkach umownych - skala 0-10 pkt.)

Warunki przechowywania: temperaturę 0-1°C oraz wilgotność względną powietrza na poziomie 95%, przez okres 7 miesięcy

Table 2. Results of sensory analysis of celeriac cv. ‘Ilona’ and ‘President’(scoring scale from 0 to 10)

Storage conditions: temperature of 0-1°C and relative humidity of 95%, for 7 months

Wyróżniki jakości	‘Ilona’			‘President’		
	Bezpośrednio po zbiorze	Po przechowaniu w Skierniewicach	Po przechowywaniu w Nędzierzewie	Bezpośrednio po zbiorze	Po przechowywaniu w Skierniewicach	Po przechowywaniu w Orłach
Zapach:						
1.selera	6,68a	7,34a	7,34a	6,93a	7,53a	7,50a
2.słodki	1,26a	1,78a	1,70a	1,37a	1,71a	1,90a
3. orzechowy	0,93a	2,13a	2,45a	1,13a	1,89a	2,23a
3.obcy	0a	0a	0,03a	0a	0,03a	0a
Tekstura:						
4. kruchość	6,32a	7,55b	8,09b	6,48a	7,76b	7,44ab
4.twardość	6,02a	7,11ab	8,10b	6,16a	7,73b	7,13ab
5.chrupliwość	5,01a	7,11b	7,73b	5,08a	7,48b	7,11b
Smak:						
6.selera	6,97a	7,47a	7,66a	7,25a	7,46a	7,28a
7.piekący, ostry	0,81a	0,30a	0,68a	1,63b	0,62a	0,45a
8.gorzki	0,71a	0,30a	0,71a	1,46b	0,29a	0,43a
10.obcy	0a	0,03a	0a	0,03a	0,02a	0,15a
Ocena ogólna jakości	7,10a	7,39a	7,26a	6,59a	7,11a	6,83a

Średnie oznaczone tą samą literą dla poszczególnych odmian i wyróżników jakości nie różnią się istotnie według testu Tukey’a przy poziomie istotności $p=0,05$.

Źródło: Badania własne

kapusty świeżej oraz po jej ukwaszeniu. Czynnikiem różnicującym była odmiana kapusty i dawki azotu stosowane w nawożeniu mineralnym. Wyniki badań autorów wskazują, że odmiany różnią się pod względem niektórych wyróżników sensorycznych. Według autorów spośród odmian: ‘Balaton’ F1, ‘Galaxy’ F1, ‘Hinova’ F1 oraz ‘Alfama’ F1 najlepszą jakością sensoryczną charakteryzowała się ta ostatnia.

Przeprowadzona analiza sensoryczna selerów korzeniowych wykazała istotny wpływ przechowywania na wyróżniki tekstury obu badanych odmian. Selery odmiany ‘Ilona’ i ‘President’ oceniane bezpośrednio po zbiorze charakteryzowały się istotnie niższymi notami wszystkich wyróżników tekstury, a mianowicie niższą kruchością, twardością i chrupliwością w porównaniu do korzeni ocenianych po przechowaniu (tab. 2). Korzenie bezpośrednio po zbiorze zostały ocenione jako bardziej piekące i ostre w smaku niż korzenie analizowane po przechowaniu. Zależność taka występowała w przypadku obydwu odmian. Zanotowano istotne różnice w odczuwaniu intensywności smaku gorzkiego w selerze odmiany ‘President’. W korzeniach tej odmiany intensywność smaku gorzkiego w trakcie przechowywania

zmniejszała się. Bezpośrednio po zbiorze wynosiła 1,46 j.u., natomiast po przechowaniu odpowiednio w warunkach laboratoryjnych w Skierniewicach 0,29 j.u. i w warunkach produkcyjnych w Orłach 0,43 j.u.. W ogólnej ocenie, wyższą notę uzyskały korzenie odmiany ‘Ilona’. Zarówno przed jak i po okresie składowania w obu lokalizacjach korzenie uzyskały wyższe noty niż seler odmiany ‘President’. Ponadto korzenie odmiany ‘Ilona’ przechowywane w warunkach laboratoryjnych uzyskały wyższe noty oceny ogólnej jakości w porównaniu do korzeni składowanych u producenta (odpowiednio 7,39 j.u. i 7,26 j.u.).

Obserwowane różnice w ocenie sensorycznej pomiędzy odmianami jak i przechowywanymi obiektami należy traktować jako kolejne czynniki świadczące o zmiennej jakości sensorycznej badanego materiału roślinnego. Jak pokazują przedstawione wyniki dotyczące analizy sensorycznej selera korzeniowego, spośród ocenianych parametrów różnice istotne stwierdzono w przypadku pięciu wyróżników jakości (kruchości, twardości, chrupliwości, w smaku ostrym, piekącym i gorzkim) bardzo istotnych z punktu widzenia konsumenta.

WNIOSKI

1. Kapusta głowiasta biała przed przechowaniem charakteryzowała się większą intensywnością wszystkich wyróżników jakości sensorycznej w porównaniu do kapusty po przechowaniu.
2. Lepszą jakością sensoryczną charakteryzowała się odmiana kapusty głowiastej – ‘Cilion’F1 w porównaniu do odmiany ‘Storema’F1.
3. Analiza sensoryczna selera korzeniowego wykazała, że spośród ocenianych parametrów jakości, istotne różnice stwierdzono w przypadku pięciu wyróżników jakości; kruchości, twardości, chrupliwości, w smaku ostrym, piekącym i gorzkim.
4. Korzenie selera odmiany ‘Ilona’ przechowywane w warunkach laboratoryjnych w Skierniewicach, charakteryzowały się lepszą jakością w porównaniu do korzeni przechowywanych w chłodni u producenta.
5. Lepszą jakością sensoryczną uzyskały korzenie odmiany ‘Ilona’ przechowywane w Skierniewicach niż selery odmiany ‘President’ przechowywane zarówno w Skierniewicach jak i u producenta.

LITERATURA

- [1] **CIEŚLIK E. 2009.** *Prozdrowotne właściwości warzyw.* Zeszyty Problemowe Postępów nauk Rolniczych, 539: 87-97.
- [2] **GAJEWSKI M., RADZANOWSKA J. 2004.** *Skład chemiczny i jakość sensoryczna kapusty głowiastej w zależności od jej odmiany i dawki azotu stosowanej w nawożeniu mineralnym.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2(39), 108-120.
- [3] **GAWĘCKI J., BARYŁKO-PIKIELNA N. 2007.** *Zmysły a jakość żywności i żywienia.* Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań.
- [4] **GĘBCZYŃSKI P. 2006.** *Porównanie jakości mrożonek z selera otrzymanych sposobem tradycyjnym i zmodyfikowanym.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3 (48), 65-75.
- [5] **GRAJEK W. 2007.** *Przeciwutleniacze w żywności – aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne.* Wyd. 1, WNT, Warszawa.
- [6] **KUSZNIEREWICZ B., PIASEK A., LEWANDOWSKA J., ŚMIECHOWSKA A., BARTOSZEK A. 2007.** *Właściwości przeciwnowotworowe kapusty białej.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6 (55), 20-34.
- [7] **PN-ISO 6564:1999.** *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości.*
- [8] **PN-ISO 8589:1998.** *Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej.*
- [9] **SZYMCZAK P., GAJEWSKI M., RADZANOWSKA J., DĄBROWSKA A. 2007.** *Sensory quality and consumer liking of carrot cultivars of different genotype.* Vegetable Crops Research Bulletin, 67, 163-176.
- [10] **WRZODAK A., KAPUSTA E., SZWEJDA-GRZYBOWSKA J., WOSZCZYK K. 2012.** *Sensory quality of carrots from organic and conventional cultivation.* Vegetable Crops Research Bulletin, 77, 75-88.
- [11] **WRZODAK A., GAJEWSKI M. 2014.** *Wpływ 1-metylocyklopropenu (1-MCP) na wartość odżywczą owoców pomidora odmiany Faustine F1.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, tom 24/25, nr 2/2014, 37-40.
- [12] **ZDUŃCZYK Z. 2001.** *Przeciwodżywcze i/lub prozdrowotne właściwości wtórnych metabolitów roślin.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4(29) (Supl), 150-155.

Prof. nadzw. dr hab. inż. Michał STARZYCKI

Mgr inż. Elżbieta STARZYCKA-KORBAS

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin

Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Mgr inż. Anna MIRY

Katedra Biochemii i Biotechnologii

Mgr inż. Monika STERCZYŃSKA

Dr inż. Marek JAKUBOWSKI

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego

Wydział Mechaniczny

Politechnika Koszalińska

BADANIA CHROMATOGRFICZNE GC-FID ZAWARTOŚCI KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W PESTKACH WYBRANYCH OWOCÓW DRZEW PESTKOWYCH®

GC-FID chromatographic research on the content of fatty acids
in the stones of selected stone fruit trees®

Słowa kluczowe: pestki owoców, kwasy tłuszczowe, chromatografia gazowa, czereśnia, wiśnia, morela, brzoskwinia, śliwa.

W artykule przedstawiono wartości udziału procentowego poszczególnych kwasów tłuszczowych w pestkach owoców, a także przeprowadzono analizę skupień otrzymanych wyników. Materiałem badawczym były pestki wybranych owoców pestkowych: czereśni, wiśni, moreli, brzoskwini i śliwy (odmiany: mirabelka, renklody, owalne, jajowe oraz węgierki). Badania wykonano za pomocą chromatografu gazowego HP Agilent 6890 GC-FID w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu. Wyniki badań wykazały, że najwięcej nienasyconych kwasów tłuszczowych zawiera czereśnia. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała ponadto, że śliwa mirabelka i śliwa jajowa mają zbliżony metabolizm wytworzenia – udziału procentowego kwasów tłuszczowych w stosunku do odległych odmian: śliwy renklody, wiśni i czereśni.

Key words: fruit stones, fatty acids, gas chromatography, sweet cherry, cherry, apricot, peach, plum.

The article presents the percentage share of selected fatty acids in fruit stones, along with the analysis of concentration of the obtained results. The research material used were stones of selected type of fruit, namely: sweet cherry, cherry, apricot, peach, plum (cultivars: Mirabelle, Greengage, intermedia oxycarpa, intermedia ovoidea, Damson). The research was carried out in the Poznań Branch of Plant Breeding and Acclimatization Institute of the National Research Institute using a gas chromatograph HP Agilent 6890 GC-FID. The results of the research have shown, that the highest amount of unsaturated fatty acids is present in the stone of sweet cherry. The carried out statistical analysis has proven, that, the plums Mirabelle and intermedia ovoidea are characterized by similar metabolism - as far as the percentage share of fatty acids goes, in relation to the more distant Greengage plum, cherry and sweet cherry.

WPROWADZENIE

W Europie i na świecie Polska jest znaczącym producentem warzyw i owoców. Produkowanych jest średnio ok. 3 mln ton owoców, z czego przetworzone zostaje ok 2 mln ton rocznie. Najczęściej produkowane są jabłka (ok. 2,5 mln ton), wiśnie (170 tys. ton), truskawki (150 tys. ton), czarne porzeczki (130 tys. ton) oraz śliwki (120 tys. ton). Przetwarzanie surowców roślinnych (warzyw i owoców) wiąże się, nie tylko z otrzymaniem podczas produkcji podstawowego produktu, ale także produktów ubocznych oraz odpadów, których łączna ilość w trakcie procesu technologicznego może wynosić od 300 do 350 tys. ton. W przemyśle owocowo-warzywnym odpadami są części surowców, które nie zostały wykorzystane w gotowym produkcie. Zalicza się do tej grupy: pestki, wylłoki (pozostałości po tłoczeniu owoców i warzyw),

odpady grochowe (łęczyny, łuski), szumowiny, młóto (pozostałość po przecieraniu), odpady pomidorowe. Opady te zawierają wiele wartościowych składników odżywczych takich jak: białka, węglowodany, tłuszcze, błonnik, substancje pektynowe, substancje mineralne, woski, barwniki, kwasy, aldehydy, alkohole, witaminy oraz substancje aromatyczne [3, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16].

Podczas przetwarzania owoców pestkowych pozostają znaczne ilości odpadów w postaci pestek. Pestki to znaczna część owoców, a zawartość ich w świeżym owocu zależy od jego gatunku np. w wiśniach stanowi 21, 5%, natomiast w moreli 7,7%. Odpady te są cennym surowcem do dalszego przetwarzania. Najważniejszym etapem podczas przetwarzania owoców pestkowych jest oddzielenie pestek od miąższu a następnie jądra od skorupy oraz dalszy ich przerób [11].

Skorupy pestek wykorzystywane są przede wszystkim do wytwarzania czyściwa polerniczego, jako materiału stosowanego w odlewnictwie metali. Całe jądra pestek wykorzystywane są jako surowiec do: wyrobu chałwy (miazga oleista) i produkcji masy marcepanowej oraz otrzymywania namiastki naturalnych migdałów. Olej z kolei używany jest do celów: kulinarnych, dla przemysłu farmaceutycznego, do wytwarzania preparatów kosmetycznych, a także do wytwarzania naturalnego aldehydu benzoosowego oraz wysokobiałkowej paszy [9, 11].

Jak podano wyżej, czyściwo polernicze najczęściej uzyskiwane jest ze skorupki pestek owoców pestkowych, głównie z brzoskwiń, moreli, śliw i stosuje się je do czyszczenia odlewów metalowych oraz innych lekkich stopów. Używane są zwłaszcza tam, gdzie trzeba uzyskać gładką powierzchnię w detalach metalowych. Pył pestkowy natomiast, stosowany jest jako wypełniacz do specjalnych klejów meblarskich oraz jako surowiec do wytwarzania aktywnego węgla [11].

Jądra owoców pestkowych poddaje się procesowi suszenia, aby móc je później wykorzystać w przemyśle tłuszczowym i cukierniczym. Proces ten nie jest skomplikowany i jest podobny do procesu otrzymywania pyłu pestkowego, aż do fazy flotacyjnego oddzielania skorup od jąder. Podczas miazdzenia należy tylko rozłupać pestki, a nie zgniatać ich całkowicie. Nasiona z takich owoców jak: morele czy śliwy mogą służyć, jako krajowy substytut migdałów.

Olej pestkowy charakteryzuje się ciemną barwą i cierpkim smakiem. Zawiera dużo kwasów tłuszczowych oraz innych substancji, które pogorszą trwałość i jakość wyrobu, dlatego oleje przeznaczone do magazynowania, jak i spożycia muszą być rafinowane. Proces rafinacji odbywa się w kilku etapach. Rafinowany olej z pestek owoców staje się pełnowartościowym olejem jadalnym, którego jakość prawie nie ustępuje oliwie nicejskiej. W Stanach Zjednoczonych w stanie Kalifornia olej ten wykorzystuje się do konserwowania sardynek, ponieważ podnosi on walory smakowe wyrobu. Stosowany jest również w przemyśle farmaceutycznym do wytwarzania preparatów witaminowych oraz do produkcji mydełek i mleczek kosmetycznych [11].

Tłuszcze, jako podstawowe, wysokoenergetyczne składniki żywności, wpływają na zdrowie człowieka. Kwasy tłuszczowe pozyskiwane są nie tylko z surowców zwierzęcych, ale przede wszystkim z roślin, w tym również z pestek owoców. W zależności od rodzaju owoców, skład kwasów jest niejednorodny – najczęściej heterogeniczny. Z punktu widzenia żywienia człowieka, „Niezbędne są Nienasycone Kwasy Tłuszczowe” (NNKT), które stanowią materiał wyjściowy do biosyntezy ikozanoidów, składników lipidów błon komórkowych oraz biorą udział w utlenieniu i transporcie cholesterolu [1,4,12].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wartości udziału procentowego poszczególnych kwasów tłuszczowych w pestkach wybranych owoców.

METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły rozdrobnione jądra z pestek wybranych owoców: czereśni, wiśni, moreli, brzoskwiń, renklody, śliwy owalnej, śliwy jajowej, śliwy węgierki i śliwy mirabelki.

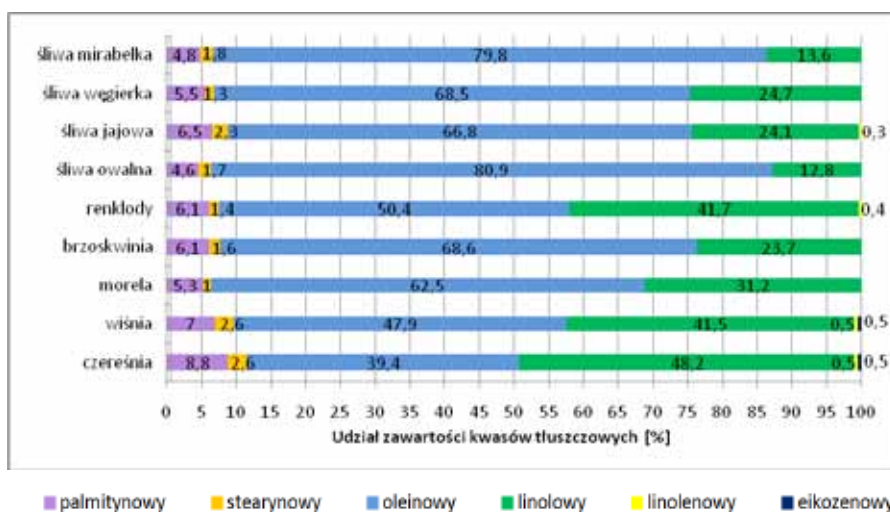
Przygotowanie próbek pestek z owoców pestkowych

Przygotowanie próbek pestek owoców do analizy składu kwasów tłuszczowych rozpoczęto od wyjęcia pestki z każdego owocu. Kolejnym krokiem było oddzielenie jądra od skorupki pestki. Następnie jądra poszczególnych odmian rozdrobniono w młynku elektrycznym i przeniesiono do fiolek celem dalszej analizy.

Analiza chromatograficzna (GC-FID)

Udział procentowy wybranych kwasów tłuszczowych: kwas palmitynowy – C:16:0, kwas stearynowy – C18:0, kwas oleinowy - C18:1, kwas linolowy – C18:2, kwas linolenowy – C18:3 oraz kwas eikozenowy – C20:0 w jądrach pestek wybranych pestkowców został przeanalizowany na chromatografie gazowym Agilent 7683 Series Injector. Aparat ten służy w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu do rutynowych analiz kw. tłuszczowych.

Według procedury w pierwszej kolejności pestki mielono przy pomocy młynka elektrycznego. Następnie próbki poddano procesowi ekstrakcji kolumnowej we fiole o pojemności 10 ml w temperaturze 20°C, stosując n-heksan. Przeprowadzono estryfikację tłuszczów wykorzystując metodę metanolizy alkalicznej. Lotne estry rozpuszczano w n-heksanie, a następnie zostały one rozdzielone na kolumnie chromatograficznej. Wzorce wybranych kwasów tłuszczowych: kw. stearynowego, palmitynowego, oleinowego, linolowego, linolenowego (Sigma Aldrich) z nasion *Brassica napus* L. – odmiany Wipol posłużyły, jako wzorzec czasu retencji podczas analizy GC-FID. Temperatury dozownika, pieca (kolumny) oraz detektora Range wynosiły odpowiednio: 220°C, 200°C i 220°C. Zastosowano kolumnę kapilarną o długości 30m (RTX-225), (Cyanopropylomethyl, 50%,



Rys. 1. Procentowy udział zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych w pestkach owoców drzew pestkowych.

Fig. 1. Percentage share of selected fatty acids in stones of stone fruit trees.

Źródło: Badania własne

Crossbond 50%, Phenylomethylpolisiloxane) oraz wodór o ciśnieniu 0,4 bar, który posłużył jako gaz nośny [15]. Wykonano trzy powtórzenia analiz dla każdego rodzaju pestek z badanych owoców.

Po badaniach została przeprowadzona analiza statystyczna 1-czynnikowa przy wykorzystaniu testu t-Studenta z dwiema próbami zakładającymi równe wariancje na poziomie istotności $\alpha=0,01$. Wyniki przedstawiono także w formie wykresu bloku statystycznego i analizy skupień.

ANALIZA WYNIKÓW

Na rysunku 1 przedstawiono procentowy udział zawartości kwasów tłuszczowych w pestkach wybranych owoców pestkowych.

Wykonano także obliczenia testem t-Studenta w celu wykazania różnic statystycznych w zawartości kwasów tłuszczowych w pestkach wybranych owoców pestkowych. Czteropowtórzeniowa analiza wykazała największe różnice statystyczne w obrębie kwasu oleinowego i linolowego pomiędzy śliwą mirabelką i węgierką oraz śliwą owalną i jajową. Tabela 1 i 2, przedstawiają zróżnicowanie statystyczne pod względem zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w badanym materiale.

Tabela 1. Zróżnicowanie pod względem zawartości wybranych kwasów tłuszczowych: śliwy mirabelki i śliwy węgierki

Table 1. Comparison of Mirabelle plum and Damson plum in terms of diversity in the content of selected fatty acids

Analizowany gatunek	kwas oleinowy C18:1 (śr. %)	kwas linolowy C18:2 (śr. %)
śliwa mirabelka	79,8	13,6
śliwa węgierka	68,3	24,7
test – t	8,96814E-07**	9,9705E-07**

Źródło: Badania własne

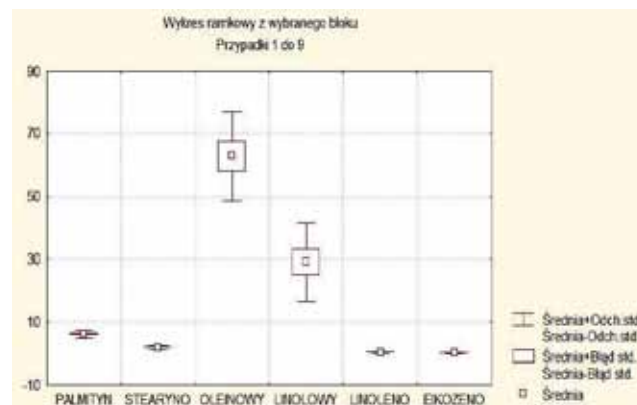
Tabela 2. Zróżnicowanie pod względem zawartości wybranych kwasów tłuszczowych: śliwy owalnej i śliwy jajowej

Table 2. Comparison of intermedia oxycarpa and intermedia ovoidea in terms of diversity in the content of selected fatty acids

Analizowany gatunek	kwas oleinowy C18:1 (śr. %)	kwas linolowy C18:2 (śr. %)
śliwa owalna	66,7	24,1
śliwa jajowa	80,5	12,7
test – t	0.000173**	4.26478E-06**

Źródło: Badania własne

Na rysunku 2 przedstawiono wykres statystyczny bloku dla kwasów tłuszczowych w badanym materiale. Analizowano wszystkie wyniki poszczególnych kwasów tłuszczowych dla dziewięciu (9) obiektów.



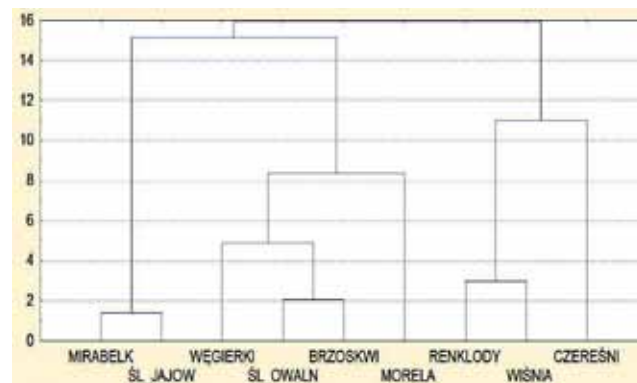
Rys. 2. Wykres statystyczny bloku dla wszystkich wyników poszczególnych kwasów tłuszczowych dla dziewięciu (9) analizowanych obiektów.

Fig. 2. Statistical chart of the block for all the results of selected fatty acids for nine analysed objects.

Źródło: Badania własne

Wykres statystyczny bloku wykazał, że dla wybranych analizowanych kwasów tłuszczowych, statystycznie największe różnice odnotowano pomiędzy: kwasem oleinowym i linolenowym dla wszystkich 9 badanych obiektów.

Wykonano również analizę skupień otrzymanych wyników badanych kwasów tłuszczowych w pestkach owoców pestkowych (rys. 3).



Rys. 3. Analiza skupień otrzymanych kwasów tłuszczowych w pestkach wybranych owoców drzew pestkowych (9 obiektów).

Fig. 3. Cluster analysis for all the results of selected fatty acids for nine analysed objects.

Źródło: Badania własne

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że śliwa mirabelka i śliwa jajowa posiadają podobny metabolizm pod względem wytwarzania kwasów tłuszczowych w stosunku do reszty badanych pestek wybranych owoców pestkowych. Na podstawie wyników analizy skupień można stwierdzić podobny metabolizm związany z syntezą kwasów tłuszczowych gatunków: brzoskwini i śliwy owalnej oraz śliwy renklody i wiśni.

Ariffin i Bakar (2009) dokonali analizy udziału procentowego niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych w nasionach owoców dwóch odmian Pitai (*Hylocereus undatus* i *polyrhizus Hylocereus*) bardzo odległych genetycznie od drzew pestkowych. Obie odmiany zawierały około 50% niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych:

kwasu linolowego 48%, a linolenowego 1,5% [2]. Wyniki te są zbliżone z wynikami uzyskanymi dla nasion czereśni (kwas linolowy – 48,3%, kwas linolenowy – 0,5%).

Wśród olejów najkorzystniejszy skład kwasów tłuszczowych ma olej rzepakowy. Według Krzymańskiego (2009) ma on 20 % kwasu linolowego i 9 % linolenowego [10]. Z przeprowadzonych badań wynika, że pestki owoców: czereśni, wiśni, moreli, brzoskwini i śliw odmian: renklody, jajowy i węgierki zawierają więcej kwasów tłuszczowych z grupy omega-6, lecz mniej omega-3.

Według danych otrzymanych przez Ramirez-Tortosa (1999) największą zawartością kwasu oleinowego charakteryzuje się oliwa z oliwek Extra Vergine-83,1 % [14]. Śliwa owalna i śliwa mirabelka zawierają go nieznacznie mniej, odpowiednio-80,9 % i 79,8 %.

WNIOSKI

1. Na podstawie analizy testu t-Studenta stwierdzono różnice statystyczne w obrębie kwasu oleinowego i linolowego pomiędzy śliwą mirabelką i węgierką oraz śliwą owalną i jajową.
2. Wśród analizowanych kwasów tłuszczowych: palmitynowego, stearynowego, oleinowego, linolowego, linolenowego i eikozenowego statystycznie największe różnice odnotowano pomiędzy kwasem oleinowym i linolenowym dla wszystkich analizowanych gatunków.
3. Śliwa mirabelka i śliwa jajowa mają zbliżony metabolizm pod względem wytwarzania kwasów tłuszczowych w stosunku do odległych odmian: śliw renklod, wiśni i czereśni, co wykazano za pomocą analizy skupień.

LITERATURA

- [1] **ACHREMOWICZ K., SZARY-SWORST K. 2005.** *Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 3(44), 23-35.
- [2] **ARIFFIN A., BAKAR J. 2009.** *Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil.* Food Chemistry., 114.
- [3] **BARANOWSKI K., BACA E., SALAMON A., MICHAŁOWSKA D., MELLER D., KARAŚ M. 2009.** *Możliwości odzyskiwania i praktycznego wykorzystywania związków fenolowych z produktów odpadowych: z wytłoków z czarnej porzeczki i aronii oraz chmielin.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4(65), 100-109.
- [4] **CIBOROWSKA H., RUDNICKA A. 2007.** *Dietetyka. Żywienie zdrowego i chorego człowieka,* Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 100-101.
- [5] **DIENSZCZYKOW M.T. 1969.** *Odpady przemysłu spożywczego i ich wykorzystanie,* WNT, Warszawa.
- [6] **FRONC A., NAWIRSKA A. 1994.** *Możliwości wykorzystania odpadów z przetwórstwa owoców.* Ochrona Środowiska, 2(53), 31-32.
- [7] **GRYSS Z. 1972.** *Wykorzystanie odpadów przemysłu owocowo-warzywnego,* Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [8] **JAKUBOWSKI T. 2006.** *Gospodarka odpadami w zakładzie produkcji przetworów owocowych.* Inżynieria Rolnicza, 11, 147-156.
- [9] **JARCZYK A., BERDOWSKI J. 1999.** *Przetwórstwo owoców i warzyw,* Część 2, WSiP, Warszawa.
- [10] **KRZYMAŃSKI J. 2009.** *Olej rzepakowy - nowy surowiec, nowa prawda,* PSPO, Warszawa.
- [11] **KUMIDER J. 1996.** *Utylizacja odpadów przemysłu rolno-spożywczego. Aspekty towaroznawcze i ekologiczne,* Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań.
- [12] **MIŃKOWSKI K., GRZEŚKIEWICZ S., JERZEWSKA M. 2011.** *Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2(57), 124-135.
- [13] **MITEK M., SŁOWIŃSKI M. 2006.** *Wybrane zagadnienia z technologii żywności,* Wyd. SGGW, Warszawa.
- [14] **RAMIREZ-TORTOSA M.C., URBANO G., LOPEZ-JURADO M. 1999.** *Extra-virgin olive oil increases the resistance of LDL to oxidation more than refined olive oil in free-living men with peripheral vascular disease.* Human Nutr. Metab.
- [15] **STARZYCKI M., STARZYCKA E. 1999.** *Biochemiczne metody identyfikacji nasion i roślin z rodziny Brassicaceae K.* Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 72(3), 12-16.
- [16] **WZOREK W., POGORZELSKI E. 1995.** *Technologia winiarstwa owocowego i gronowego.* Simga NOT, Warszawa.

Prof. dr hab. inż. Leszek MIESZKALSKI
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji
Wydział Inżynierii Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

MATEMATYCZNE MODELOWANIE KONSTRUKCJI MEBLI GASTRONOMICZNYCH, RESTAURACYJNYCH I HOTELOWYCH Z WYKORZYSTANIEM SZEŚCIANU JEDNOSTKOWEGO®

Mathematical modeling design dining furniture, restaurant and hotel using
the unit cube®

Słowa kluczowe: sześcián jednostkowy, stół, krzesło, zewnętrzny kształt, bryła 3D, model matematyczny.

Opracowana metoda może służyć do matematycznego modelowania mebli gastronomicznych, restauracyjnych i hotelowych typu szkieletowego i skrzyniowego. W proponowanej metodzie podstawą matematycznego modelowania jest sześcián jednostkowy służący do zapisu modeli elementów składowych modelowanego mebla. Sześcián jednostkowy zapisany w postaci macierzowej (współrzędne wierzchołków X, Y, Z) podlega skalowaniu i przesunięciu względem osi X, Y, Z układu współrzędnych. Powiązanie za pomocą formuł matematycznych podstawowych wymiarów elementów (długość, szerokość, wysokość lub grubość) z ich położeniem w przestrzeni (miejscem w meblu) umożliwia szybką zmianę wymiarów modelowanego mebla. Proponowaną metodę wykorzystać można we wstępnym etapie procesu projektowania rodziny elementów mebla.

Key words: cube unit, table, chair, external shape, solid 3D, mathematical model.

The developed method can be used for mathematical modeling of dining furniture, restaurant and hotel skeletal and box-type. The proposed method is the basis for mathematical modeling of the unit cube is used to save components modeled models of furniture. Unit cube saved in a matrix form (coordinates of the vertices X, Y, Z) is subject to scaling and offset in the X, Y, Z coordinate system. Related using mathematical formulas basic dimensions of (length, width, height or thickness) of their position in space (a place in the furniture) to quickly change the dimensions of the furniture modeled. The proposed method can be used in the initial stage of the process of designing a family of elements of furniture.

Wykaz oznaczeń:

(dla stołu)

ab – długość blatu (mm), bb – szerokość blatu (mm), hb – grubość blatu (mm), hns – wysokość nogi (mm), ans – szerokość nogi (mm), bns – wysokość nogi (mm), cnx – odsunięcie nogi względem X (mm), cny – odsunięcie nogi względem Y (mm), $cnyd$ – odsunięcie ramki długiej (mm), bss – szerokość ramiaka oskrzyni (mm), hss – wysokość ramiaka oskrzyni (mm), α – współczynnik długości stołu, β – współczynnik rozstawu nóg,

(dla krzesła)

ask – długość siedziska (mm), bsk – szerokość siedziska (mm), hsk – grubość siedziska (mm), ank – szerokość nogi (mm), bnk – grubość nogi (mm), hnk – wysokość nogi przedniej (mm), $hn1$ – wysokość nogi tylnej (mm), ht – odległość ramiaka górnego od górnej krawędzi nogi tylnej (mm), hps – wysokość ramiaka górnego i nasadki (mm), hpu – grubość ramiaków (mm), bok – grubość oparcia (mm), hop – odległość oparcia od nasadki (mm), hpb – wysokość ramiaków oskrzyni (mm), $ho1$ – odległość oparcia od oskrzyni (mm), $ho2$ – odległość nasadki od oskrzyni (mm), $\theta, \lambda, \zeta, \chi$ – współczynniki konstrukcyjne.

WSTĘP

Współczesne meble są wynikiem dbałości projektantów o funkcję użytkową i poprawność konstrukcji [1, 5]. Na drugim planie jest dbałość o formę mebla. Stół i krzesło są dla człowieka podstawowymi meblami typu szkieletowego, które służą do spożywania posiłków (produkty przemysłu spożywczego) i wykonywania różnego rodzaju prac.

Nowoczesne stoły i krzesła są wyposażane w diodowe monitory dotykowe, spełniające funkcję informacyjną, informatyczną łączącą wirtualność z rzeczywistością w przestrzeniach przebywania ludzi. Zdaniem Kozikowskiej [5] kształtowanie stołów i krzesel powinno odbywać się w oparciu o zasadę zgodności funkcji (przekroje poszczególnych elementów) z proporcjami formy (styl i piękno).

Według Jakubickiego [4] pojawienie się nowych narzędzi w zakresie komputerowego projektowania, powoduje zmianę całego systemu pracy w inżynierii produkcji mebli gastronomicznych, hotelarskich, restauracyjnych. Wprowadzenie do projektowania wirtualnej przestrzeni, w której można modelować dowolne obiekty wyzwała duży potencjał możliwości projektowych, szczególnie w połączeniu z Internetem. Projektanci mają do dyspozycji systemy komputerowego wspomaganie projektowania CAD, które pozwalają projektować złożone obiekty w układzie 3D [2, 3, 7, 8]. Stolarewicz [9]

uważa, że pomimo zalet systemów CAD są one nadal pracochłonne, gdyż wymagają wprowadzania wielu danych, by uzyskać wgląd w efekt finalny. Algorytmy obliczeniowe i modelowanie matematyczne w procesie tworzenia nowych wyrobów stanowią podstawę procesu projektowania. Modele matematyczne umożliwiają generowanie różnorodnych form przez wprowadzenie parametryzacji konstrukcji. Algorytmy obliczeniowe pozwalają symulować i analizować oddziaływania różnych czynników na ukształtowanie formy mebla. Przed zbudowaniem prototypu, w nowoczesnej procedurze projektowania, są prowadzone badania symulacyjne i numeryczne w zakresie poprawności budowy, funkcjonalności, wytrzymałości i parametryzacji konstrukcji [6, 7, 9]. Rozwój metod komputerowego wspomaganie obliczeń wyznacza współczesny trend modułowego systemu produkcji mebli i urządzeń stosowanych w zakładach gastronomicznych, restauracyjnych i w hotelach.

Celem artykułu jest przedstawienie zastosowania sześcianu jednostkowego do matematycznego modelowania mebli gastronomicznych, restauracyjnych i hotelowych, na przykładzie stołu i krzesła.

OPIS METOD

Opisano model stołów z blatami dwu i trzyczęściowymi oraz krzesła. Stół z blatem dwuczęściowym składa się z dziesięciu elementów, stół z blatem trzyczęściowym składa się z jedenastu elementów, a krzesło z dwunastu elementów. Do modelowania konstrukcji elementów zastosowano model sześcianu jednostkowego.

Sześcian jednostkowy zapisany w postaci macierzowej (współrzędne wierzchołków X , Y , Z) podlega skalowaniu i przesunięciu względem osi X , Y , Z układu współrzędnych. Powiązano za pomocą formuł matematycznych podstawowe wymiary elementów (długość, szerokość, wysokość lub grubość) z ich położeniem w przestrzeni (miejscem w meblu).

MODEL SZEŚCIANU JEDNOSTKOWEGO

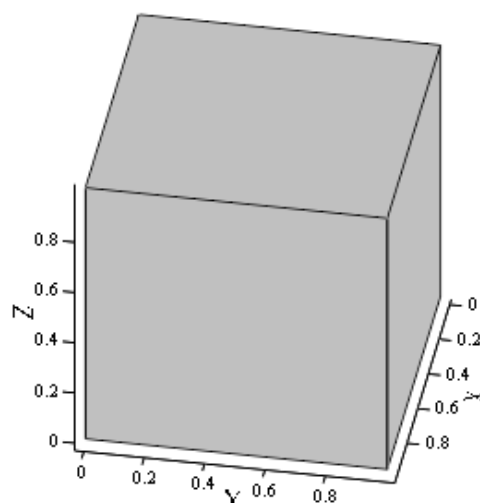
Macierze współrzędnych X , Y , Z sześcianu jednostkowego mają następującą postać:

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$Y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Sześcian jednostkowy zamieszczono na rysunku 1.



Rys. 1. Sześcian jednostkowy.

Fig. 1. The cube unit.

Źródło: Opracowanie własne

MODEL BRYŁY STOŁU

Parametry sterujące wymiarami i położeniem w przestrzeni elementów stołu zamieszczono w wektorze 4. Zmiana wartości zamieszczonych w wektorze 4 parametrów powoduje zmianę wymiarów i położenia poszczególnych elementów składowych w ogólnej konstrukcji stołu.

$$\begin{bmatrix} ab \\ bb \\ hb \\ ans \\ bns \\ hns \\ cnx \\ cny \\ cnyd \\ bss \\ hss \\ \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 800 \\ 900 \\ 20 \\ 60 \\ 40 \\ 720 \\ 150 \\ 60 \\ 10 \\ 30 \\ 80 \\ 0,5 \\ 2,5 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Kształt i położenie pierwszej części blatu stołu dwuczęściowego opisano współrzędnymi $Xb1$, $Yb1$, $Zb1$:

$$Xb1 = X \cdot ab + \alpha \cdot ab \quad (5)$$

$$Yb1 = Y \cdot bb \quad (6)$$

$$Zb1 = Z \cdot hb + hns \quad (7)$$

Kształt i położenie drugiej części blatu stołudwuczęściowego opisano współrzędnymi $Xb2, Yb2, Zb2$:

$$Xb2 = X \cdot ab + \alpha \cdot ab + ab \quad (8)$$

$$Yb2 = Yb1 \quad (9)$$

$$Zb2 = Zb1 \quad (10)$$

Kształt i położenie pierwszej części blatu stołu trzyczęściowego opisano współrzędnymi $Xb1a, Yb1a, Zb1a$:

$$Xb1a = X \cdot ab \quad (11)$$

$$Yb1a = Yb1 \quad (12)$$

$$Zb1a = Zb1 \quad (13)$$

Kształt i położenie drugiej części blatu stołu trzyczęściowego opisano współrzędnymi $Xb2a, Yb2a, Zb2a$:

$$Xb2a = X \cdot ab + ab \quad (14)$$

$$Yb2a = Yb1 \quad (15)$$

$$Zb2a = Zb1 \quad (16)$$

Kształt i położenie trzeciej części blatu stołu trzyczęściowego opisano współrzędnymi $Xb3a, Yb3a, Zb3a$:

$$Xb3a = X \cdot ab + 2 \cdot ab \quad (17)$$

$$Yb3a = Yb1 \quad (18)$$

$$Zb3a = Zb1 \quad (19)$$

Kształt i położenie pierwszej nogi stołu opisano współrzędnymi $Xn1, Yn1, Zn1$:

$$Xn1 = X \cdot ans + \alpha \cdot ab + cnx \quad (20)$$

$$Yn1 = Y \cdot bns + cny \quad (21)$$

$$Zn1 = Z \cdot hns \quad (22)$$

Kształt i położenie drugiej nogi stołu opisano współrzędnymi $Xn2, Yn2, Zn2$:

$$Xn2 = X \cdot ans + \beta \cdot ab - ans - cnx \quad (23)$$

$$Yn2 = Yn1 \quad (24)$$

$$Zn2 = Zn1 \quad (25)$$

Kształt i położenie trzeciej nogi stołu opisano współrzędnymi $Xn3, Yn3, Zn3$:

$$Xn3 = Xn1 \quad (26)$$

$$Yn3 = Y \cdot bns + (bb - bns - cny) \quad (27)$$

$$Zn3 = Zn1 \quad (28)$$

Kształt i położenie czwartej nogi stołu opisano współrzędnymi $Xn4, Yn4, Zn4$:

$$Xn4 = Xn2 \quad (29)$$

$$Yn4 = Yn3 \quad (30)$$

$$Zn4 = Zn1 \quad (31)$$

Kształt i położenie pierwszego długiego ramiaka oskrzyni stołu opisano współrzędnymi $Xs1, Ys1, Zs1$:

$$Xs1 = X \cdot 2 \cdot (ab - cnx - ans) + a \cdot ab + cnx + ans \quad (32)$$

$$Ys1 = Y \cdot bss + cny + cnyd \quad (33)$$

$$Zs1 = Z \cdot hss + hns - hss \quad (34)$$

Kształt i położenie pierwszego krótkiego ramiaka oskrzyni stołu opisano współrzędnymi $Xs2, Ys2, Zs2$:

$$Xs2 = X \cdot bss + \alpha \cdot ab + cnx \quad (35)$$

$$Ys2 = Y \cdot (bb - 2 \cdot bns - 2 \cdot cny) + bns + cny \quad (36)$$

$$Zs2 = Zs1 \quad (37)$$

Kształt i położenie drugiego długiego ramiaka oskrzyni stołu opisano współrzędnymi $Xs3, Ys3, Zs3$:

$$Xs3 = Xs1 \quad (38)$$

$$Ys3 = Y \cdot bss + bb - bns - cny - cnyd \quad (39)$$

$$Zs3 = Zs1 \quad (40)$$

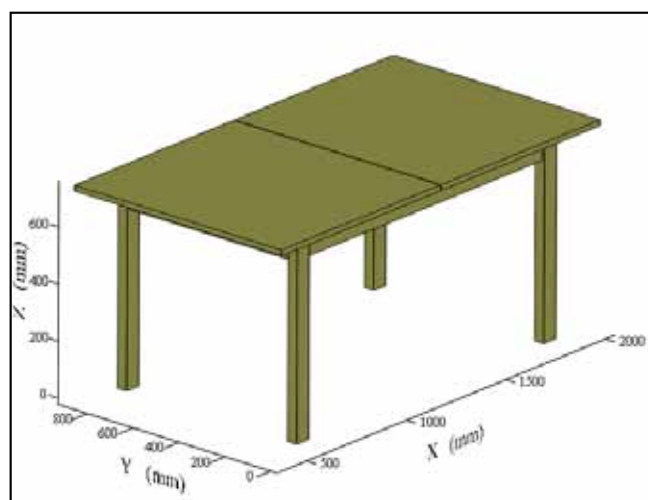
Kształt i położenie drugiego krótkiego ramiaka oskrzyni stołu opisano współrzędnymi $Xs4, Ys4, Zs4$:

$$Xs4 = X \cdot bss + \beta \cdot ab - bns - cnx \quad (41)$$

$$Ys4 = Ys2 \quad (42)$$

$$Zs4 = Zs1 \quad (43)$$

Model stołu z blatem dwuczęściowym zamieszczono na rysunku 2.

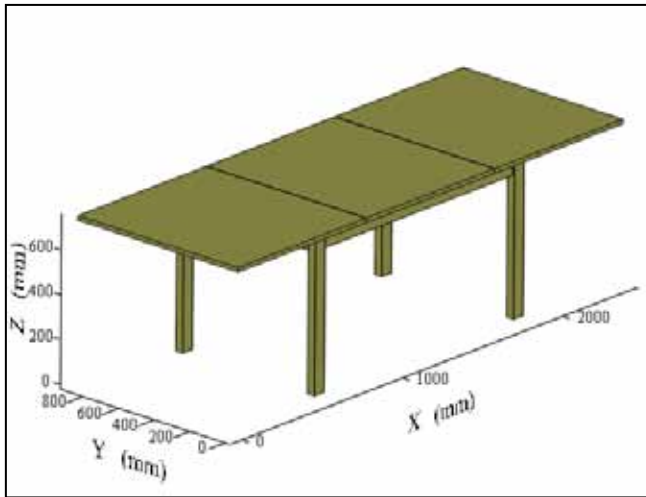


Rys. 2. Model stołu z blatem dwuczęściowym.
Fig. 2. Model of a two-part table with a table top.

Źródło: Opracowanie własne

Praktyczne zastosowanie modelu geometrycznego stołu polega na możliwości uzyskania szybkiej zmiany jego geometrii przez wprowadzenie nowych wartości parametrów sterujących zamieszczonych w wektorze 4. Proponowany model może być wykorzystany przy projektowaniu rodziny stołów różniących się wymiarami przy zachowaniu podobnego kształtu.

Model stołu z blatem trzyczęściowym zamieszczono na rysunku 3.



Rys. 3. Model stołu z blatem trzyczęściowym.
Fig. 3. Model of the table with a table top three-piece.
Źródło: Opracowanie własne

MODEL BRYŁY KRZESŁA

Parametry sterujące wymiarami elementów stołu zamieszczono w wektorze 44. Zmiana wartości zamieszczonych parametrów w wektorach 44 i 45 powoduje zmianę wymiarów i położenia poszczególnych elementów składowych w zespole krzesła.

$$\begin{bmatrix} ask \\ bsk \\ hsk \\ ank \\ bnk \\ ht \\ hps \\ hpu \\ bok \\ hop \\ hpb \\ \theta \\ \lambda \\ \xi \\ \chi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 500 \\ 470 \\ 50 \\ 40 \\ 20 \\ 40 \\ 50 \\ 20 \\ 30 \\ 20 \\ 50 \\ 2 \\ 1,5 \\ 2,5 \\ 3,5 \end{bmatrix} \quad (44)$$

Wartości współczynników konstrukcyjnych zamieszczono w wektorze 45.

$$\begin{bmatrix} hnk \\ hn1 \\ hok \\ ho1 \\ ho2 \\ bop \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 420 \\ 950 \\ 400 \\ 100 \\ 30 \\ 200 \end{bmatrix} \quad (45)$$

Kształt i położenie siedziska krzesła opisano współrzędnymi X_s, Y_s, Z_s :

$$X_s = X \cdot ask \quad (46)$$

$$Y_s = Y \cdot bsk + bnk \quad (47)$$

$$Z_s = Z \cdot hsk + hnk \quad (48)$$

Kształt i położenie pierwszej przedniej nogi krzesła opisano współrzędnymi X_{n1}, Y_{n1}, Z_{n1} :

$$X_{n1} = X \cdot ank + \frac{ank}{2} \quad (49)$$

$$Y_{n1} = Y \cdot bnk \quad (50)$$

$$Z_{n1} = Z \cdot hnk \quad (51)$$

Kształt i położenie drugiej przedniej nogi krzesła opisano współrzędnymi X_{n2}, Y_{n2}, Z_{n2} :

$$X_{n2} = X_{n1} \quad (52)$$

$$Y_{n2} = Y \cdot bnk + bsk + bnk \quad (53)$$

$$Z_{n2} = Z_{n1} \quad (54)$$

Kształt i położenie trzeciej tylnej nogi krzesła opisano współrzędnymi X_{n3}, Y_{n3}, Z_{n3} :

$$X_{n3} = X \cdot ank + ask + 2 \cdot ank \quad (55)$$

$$Y_{n3} = Y_{n1} \quad (56)$$

$$Z_{n3} = Z \cdot (hn1 + ht) \quad (57)$$

Kształt i położenie czwartej tylnej nogi krzesła opisano współrzędnymi X_{n4}, Y_{n4}, Z_{n4} :

$$X_{n4} = X_{n3} \quad (58)$$

$$Y_{n4} = Y_{n2} \quad (59)$$

$$Z_{n4} = Z_{n3} \quad (60)$$

Kształt i położenie przedniej poprzeczki siedziska nogi krzesła opisano współrzędnymi $X_{ps1}, Y_{ps1}, Z_{ps1}$:

$$X_{ps1} = X \cdot bnk + ank \quad (61)$$

$$Y_{ps1} = Y_{n1} \cdot bsk + bnk \quad (62)$$

$$Z_{ps1} = Z \cdot hpb + hnk - hsk - \left(hpb - \frac{hol}{2} \right) \quad (63)$$

Kształt i położenie tylnej poprzeczki siedziska nogi krzesła opisano współrzędnymi $X_{ps2}, Y_{ps2}, Z_{ps2}$:

$$X_{ps2} = X \cdot bnk + ank + ask - 3 \cdot ank \quad (64)$$

$$Y_{ps2} = Y_{ps1} \quad (65)$$

$$Z_{ps4} = Z_{ps1} \quad (66)$$

Kształt i położenie dolnej poprzeczki oparcia nogi krzesła opisano współrzędnymi X_{ps3} , Y_{ps3} , Z_{ps3} :

$$X_{ps3} = X_{ps2} \quad (67)$$

$$Y_{ps3} = Y_{ps2} \quad (68)$$

$$Z_{ps3} = Z \cdot h_{ps} + h_{nk} - h_{sk} + h_{o1} + h_{o2} \quad (69)$$

Kształt i położenie górnej poprzeczki oparcia nogi krzesła opisano współrzędnymi X_{ps4} , Y_{ps4} , Z_{ps4} :

$$X_{ps4} = X_{ps2} \quad (70)$$

$$Y_{ps4} = Y_{ps2} \quad (71)$$

$$Z_{ps4} = Z \cdot h_{ps} + h_{n1} - h_{ps} \quad (72)$$

Kształt i położenie oparcia krzesła opisano współrzędnymi X_o , Y_o , Z_o , X_{oa} , Y_{oa} , Z_{oa} :

$$X_o = X \cdot b_{ok} + (ask - 2 \cdot ank) - b_{ok} \quad (73)$$

$$Y_o = Y \cdot (bsk - b_{op}) + \frac{b_{op}}{2} + b_{nk} \quad (74)$$

$$Z_o = Z \cdot h_{ok} + h_{n1} + h_{o1} \quad (75)$$

$$X_{oa} = X \cdot b_{ok} + (ask - 2 \cdot ank) \quad (76)$$

$$Y_{oa} = Y_o \quad (77)$$

$$Z_{oa} = Z \cdot \left\{ h_{ok} - \left(2 \cdot h_{ps} - \frac{h_{ol}}{2} \right) \right\} + h_{nk} + h_{o1} + h_{ps} - h_{op} - \theta \quad (78)$$

Kształt i położenie bocznej pierwszej poprzeczki krzesła opisano współrzędnymi X_{ps5} , Y_{ps5} , Z_{ps5} :

$$X_{ps5} = X \cdot (ask - \chi \cdot ank) + \lambda \cdot ank \quad (79)$$

$$Y_{ps5} = Y \cdot b_{nk} \quad (80)$$

$$Z_{ps5} = Z \cdot h_{pb} + h_{nk} - h_{pb} \quad (81)$$

Kształt i położenie bocznej drugiej poprzeczki krzesła opisano współrzędnymi X_{ps6} , Y_{ps6} , Z_{ps6} :

$$X_{ps6} = X_{ps5} \quad (82)$$

$$Y_{ps6} = Y \cdot b_{nk} + b_{sk} + b_{nk} \quad (83)$$

$$Z_{ps6} = Z_{ps5} \quad (84)$$

Kształt i położenie przedniej łączyny usztywniającej krzesła opisano współrzędnymi X_{pu1} , Y_{pu1} , Z_{pu1} :

$$X_{pu1} = X \cdot b_{nk} + \frac{ank}{2} \quad (85)$$

$$Y_{pu1} = Y \cdot b_{sk} + b_{nk} \quad (86)$$

$$Z_{pu1} = Z \cdot h_{pu} + h_{nk} - \chi \cdot h_{pb} \quad (87)$$

Kształt i położenie pierwszej bocznej łączyny usztywniającej krzesła opisano współrzędnymi X_{pu2} , Y_{pu2} , Z_{pu2} :

$$X_{pu2} = X \cdot (ask - \chi \cdot ank) + \lambda \cdot ank \quad (88)$$

$$Y_{pu2} = Y_{ps5} \quad (89)$$

$$Z_{pu2} = Z \cdot h_{pu} + h_{nk} - \xi \cdot h_{pb} \quad (90)$$

Kształt i położenie drugiej bocznej łączyny usztywniającej krzesła opisano współrzędnymi X_{pu3} , Y_{pu3} , Z_{pu3} :

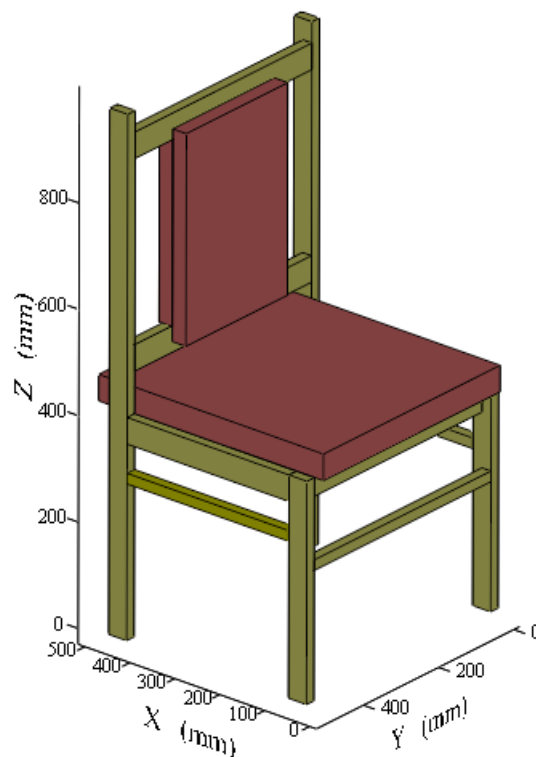
$$X_{pu3} = X_{pu2} \quad (91)$$

$$Y_{pu3} = Y_{ps6} \quad (92)$$

$$Z_{pu3} = Z_{pu2} \quad (93)$$

Podobnie jak w przypadku stołu zmiana wartości parametrów sterujących zamieszczonych w wektorze 44 powoduje zmianę geometrii krzesła bez zmiany jego kształtu. Proponowany model może być wykorzystany przy projektowaniu rodziny krzesel różniących się wymiarami.

Model krzesła zamieszczono na rysunku 4.



Rys. 4. Model krzesła.

Fig. 4. Model chairs.

Źródło: Opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Proponowane algorytmy obliczeniowe umożliwiają, w procesie tworzenia nowych wyrobów, generowanie rodziny elementów przez wprowadzenie parametryzacji konstrukcji. W proponowanej metodzie podstawą matematycznego modelowania jest sześcián jednostkowy zapisany w postaci macierzowej (współrzędne wierzchołków X, Y, Z) podlegający skalowaniu i przesunięciu względem osi X, Y, Z układu współrzędnych służący do zapisu modeli elementów składowych modelowanego mebla. Powiązanie za pomocą formuł matematycznych podstawowych wymiarów elementów (długość, szerokość, wysokość lub grubość) z ich położeniem w przestrzeni (miejscem w meblu) umożliwia szybką zmianę wymiarów modelowanego mebla. Proponowaną metodę wykorzystać można we wstępnym etapie procesu projektowania do matematycznego modelowania mebli gastronomicznych, restauracyjnych i hotelowych typu szkieletowego i skrzyniowego.

LITERATURA

- [1] **CHARYTONOWICZ J. 2007.** Ewolucja form sprzętów do siedzenia od pradziejów do wieku maszyn. Wrocław, 396.
- [2] **GUSTAFFSON S. I. 1995.** *Furniture Design by use of the Finite Element Method.* HolzalsRoh- und Werkstoff.
- [3] **GUSTAFFSON S. I. 1997.** *Optimizing ash wood chairs.* Wood Science and Technology.
- [4] **JAKUBICKI B. 2011.** Projektowanie obiektów projekcyjnych, jako elementów wnętrza. (Studium obiektów multimedialnych, budujących wirtualno-materialne hybrydy). Praca habilitacyjna. Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie, Wydział Architektury Wnętrz, Wrocław.
- [5] **KOZIKOWSKA A. 2010.** *Forma a konstrukcja mebli. Meble o konstrukcji belkowej oraz ramowej.* Architecturae et Artibus, Nr 4/2010, 56-65.
- [6] **PREKRAT S., PERVAN S., SMARDZEWSKI J. 2011.** *Optimization of furniture testing.* Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology No 73, 2011: 60-65.
- [7] **SMARDZEWSKI J. 1998.** *Numerical analysis of furniture constructions,* Wood Science and Technology.
- [8] **SMARDZEWSKI J. 2007.** Komputerowo zintegrowane wytwarzanie mebli, PWRiL. Poznań.
- [9] **STOLAREWICZ M. 2011.** *Komputer jako elektroniczny partner projektowania.* Architecturae et Artibus, 3/2011, 30-36.

Dr inż. Agata BIEŃCZAK
 Mgr inż. Jacek MARCINKIEWICZ
 Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań
 Dr inż. Sławomir OBIDZIŃSKI
 Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
 Politechnika Białostocka

BADANIA POMP ZĘBATYCH WYKORZYSTYWANYCH DO PRZETŁACZANIA CIECZY SPOŻYWCZYCH W ASPEKTCIE ODCIĄŻENIA PRZESTRZENI ZASKLEPIONEJ®

Analysis of the gear pumps used for pumping food industry fluids in the context of the pressure reduction in the vaulted spaces®

Słowa kluczowe: przemysł spożywczy, pompy zębate, przestrzenie zasklepione.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań eksperymentalnych pomp zębatych P100, P101 oraz P102 wykorzystywanych do przetłaczania cieczy spożywczych o lepkości powyżej 0,5 Pa·s. W badanych pompach zmieniono konstrukcje pokryw bocznych przez stosowanie rowków odciążających różnych wymiarów. Pompa P100 nie posiadała rowków, pompa P101 – posiadała rowki wykonane zgodnie z danymi literaturowymi, w pompie P102 zwiększono wymiary rowków odciążających. W badaniach wykazano, że zmiana wielkości rowków odciążających ma istotny wpływ na zakres pracy pomp zębatych. Pompa P100 nie przetłoczyła cieczy o lepkości 6 Pa·s, pompa P101 przetłoczyła ciecz o lepkości 6 Pa·s, niestety nie przetłoczyła cieczy o wyższych lepkościach, natomiast pompa P102 przetłoczyła ciecz o ponad 2 razy wyższej lepkości (13 Pa·s).

Key words: food industry, gear pumps, vaulted space.

The article describes analysis of the experimental gear pumps P100, P101 and P102 used for pumping food industry fluids with a viscosity above 0.5 Pa·s. In the studied pumps a structure of the side covers was changed by the use of different dimensions of pressure relief grooves. The P100 pump didn't have grooves, the P101 pump had relief grooves designed in accordance with the literature, in the P102 pump dimensions of relief grooves were increased. Studies have shown that resize of the relief grooves have a significant impact on the scope of the gear pumps working conditions. P100 pump failed to force fluids with viscosity 6 Pa·s, P101 pump pumped fluid with viscosity equal to 6 Pa·s, unfortunately, failed to force fluids with greater viscosity, whereas P102 pump forced fluid with more than two times greater viscosity (13 Pa·s).

WPROWADZENIE

Negatywne zjawisko przestrzeni zasklepionej występuje w pompach o zazębieniu zewnętrznym. Warunkiem niezbędnym do zasklepienia cieczy we wrębach kół zębatych jest ciągłość zazębienia, czyli występowanie wskaźnika przyporu większego od jedności. Oznacza to, że w przyporze muszą znaleźć się równocześnie co najmniej dwie pary zębów, w wyniku czego pomiędzy nimi następuje odcięcie pewnej objętości tłocznej substancji (rys. 1). Ze względu na charakter współpracy kół, wraz z wykonywanym ruchem obrotowym następują zmiany objętości odciętej przestrzeni a w konsekwencji i ciśnienia znajdującej się tam cieczy.

Zjawiska związane z przestrzenią zasklepioną, występujące w pompach zębatych mogą powodować zmniejszenie ich wydajności, głośną pracę oraz przyspieszone zużycie części [4, 5], co w konsekwencji może doprowadzić do awarii. Jednym ze sposobów uniknięcia szkodliwego wpływu zjawiska zmiany ciśnienia w przestrzeni międzyzębnej jest zastosowanie rowków odciążających. Metoda ta polega na łączeniu przestrzeni zasklepionej z przestrzeniami tłoczną i ssawną najczęściej za pomocą rowków wyfrezowanych w bocznych pokrywach komory pompy [7].

Rowki odciążające umieszcza się na powierzchni ścian bocznych współpracujących z kołami (rys. 2). Dla poprawnego działania układu wykonywane są dwa rowki umiejscowione symetrycznie względem siebie. Ich odległość musi być tak dobrana aby między nimi znajdował się zawsze tylko jeden punkt styku jednej pary współpracujących zębów.

Według Stryczka [7] dla zazębienia ewolwentowego rozstaw f rowków odciążających powinien wynosić:

$$f = \frac{\pi \cdot m^2 \cdot z \cdot \cos^2 \alpha_0}{a_r} \quad (1)$$

a wysokość b rowków odciążających:

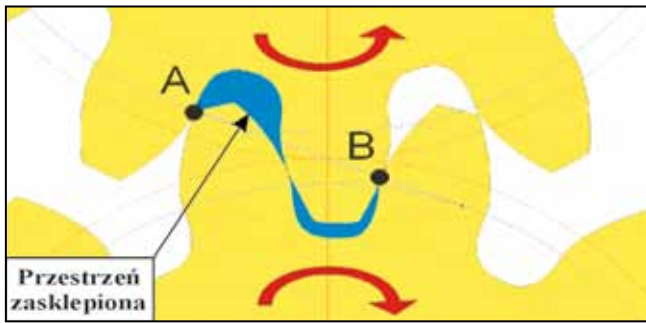
$$b \geq \pi \cdot m \cdot \cos \alpha_0 \sqrt{1 - \frac{m^2 \cdot z^2 \cdot \cos^2 \alpha_0}{a_r}} \quad (2)$$

gdzie: m – moduł,

z – liczba zębów,

α_0 – nominalny kąt zarysu,

a_r – rzeczywista odległość osi.

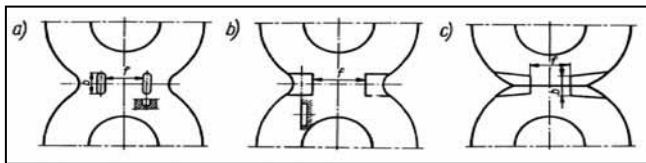


Rys. 1. Przestrzeń zasklepiona.

Fig. 1. Vaulted space.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 2. Rowki odciążające przestrzeń zasklepioną: a) w bocznej płycie dociskowej pompy, b) w płycie łożyskowej niedzielonej, c) w zespole łożyskowym dzielonym [6].

Fig. 2. Pressure relief grooves: a) in the pump side cover, b) in the one-piece side bearing plate, c) in the shared side bearing plate [6].

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Jak podaje Stryczek [7], ze względu na skuteczność odciążania przestrzeni zasklepionej pozostałe wymiary rowka odciążającego nie mają istotnego znaczenia. Powyższe badania i analizy zostały przeprowadzone dla pomp zębatych, które wykorzystywane były w hydraulicznych układach napędowych jako generatory energii. W literaturze brakuje informacji na temat wpływu rozstawu i wymiaru rowków odciążających dla pomp zębatych stosowanych do przetłaczania cieczy spożywczych o lepkości powyżej 0,5 Pa·s. Dlatego też w ramach prac badawczych realizowanych w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych przez Zespół Badań i Rozwoju Maszyn i Urządzeń Spożywczych przeprowadzono badania, które miały na celu zweryfikowanie, czy dla pomp zębatych wykorzystywanych do przetłaczania cieczy spożywczych o lepkości znacznie większej od lepkości oleju hydraulicznego, stały rozstaw rowków oraz ich wymiary mają wpływ na prawidłową pracę.

MATERIAŁ I METODYKA BADAWCZA

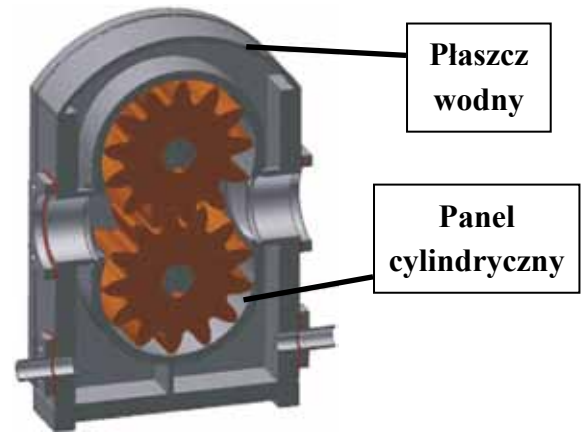
Przedmiotem badań była pompa zębata P100 (rys. 3), dostarczona przez firmę Spomasz Pleszew S.A.

Pompa P100 nie została wyposażona w układy odciążające przestrzeń zasklepioną (rys. 4). Liczba przyporu charakteryzująca główne elementy robocze jest tu znacząca w związku z czym w trakcie pracy następują zmiany wartości objętości przestrzeni zasklepionych. Skutkiem tego jest występowanie dużych wzrostów ciśnienia.

W tab. 1 zestawiono parametry pompy P100 będącej przedmiotem badań wraz z zespołem napędowym.



a)



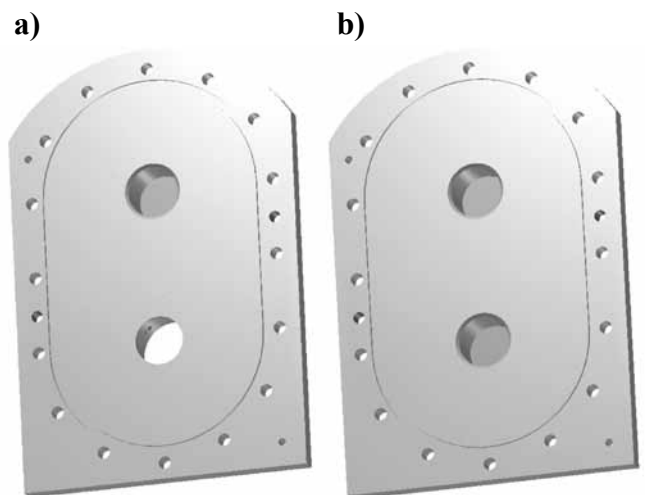
b)

Rys. 3. Pompa zębata P100: a) wraz z zespołem napędowym, b) przekrój poprzeczny pompy P100.

Fig. 3. Gear pump P100: a) with the gearmotor, b) the cross section of the P100 pump.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



a)

b)

Rys. 4. Widok pokryw pompy P100 bez rowków odciążających: a) pokrywa przednia, b) pokrywa tylna.

Fig. 4. View of P100 pump cover without pressure relief grooves: a) front cover, b) rear cover.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tab. 1. Wybrane parametry pompy P100 wraz z zespołem napędowym
Table 1. Selected parameters of the P100 pump with a drive unit

Parametr	P100
Deklarowana wydajność pompy [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]	10
Przeźren międzyzębna [m^2]	$87 \cdot 10^{-6}$
Ilość zębów [szt.]	13
Nominalna prędkość obrotowa pompy [obr. \cdot min $^{-1}$]	170
Moc silnika [kW]	7,5

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Badania prowadzono na stanowisku badawczym (rys. 5) z wykorzystaniem cieczy modelowych o lepkości dynamicznej do 25 Pa·s. Stanowisko wyposażone jest w szereg czujników rejestrujących temperaturę przepływającej cieczy oraz ciśnienie, ponadto w przepływomierz masowy oraz momentomierz, z którego na drodze obliczeń wyznaczana była moc pobrana przez pompę. Dokładny opis stanowiska badawczego został omówiony w publikacji [3].

Na podstawie danych konstrukcyjnych wyznaczono teoretyczny strumień objętości Q_{th} korzystając ze wzoru (3):

$$Q_{th} = 2V \cdot z \cdot n_g \quad (3)$$

Rzeczywisty strumień objętości Q_r , który uwzględnia sprawność objętościową pompy wyznaczano z równania (4):

$$Q_r = C \cdot 2V \cdot z \cdot n_g \quad (4)$$

gdzie: Q_{th} – teoretyczny strumień objętości przepływu pompy [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],

Q_r – rzeczywisty strumień objętości przepływu pompy [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],

C – sprawność objętościowa pompy wynikająca z konstrukcji zębów i tolerancji szczeliny przy obwodzie,

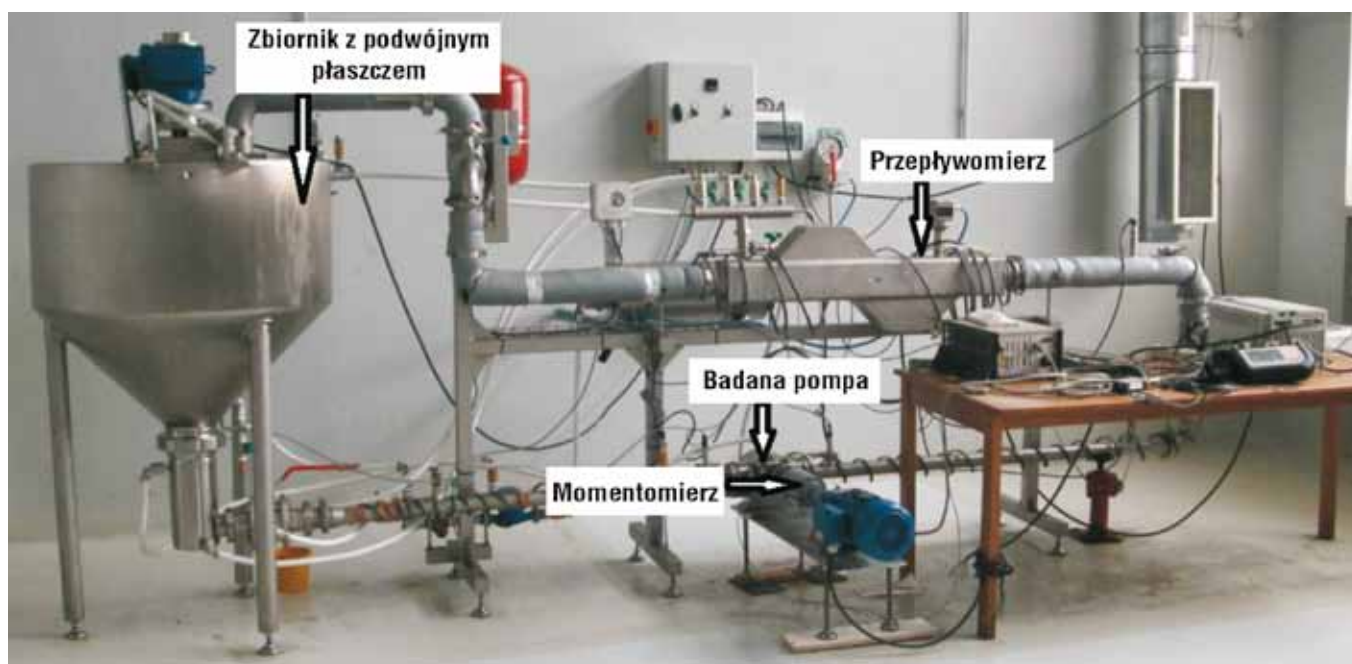
V – objętość przestrzeni międzyzębnej [m^3],

n_g – prędkość obrotowa wału pompy [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$],

z – liczba zębów koła.

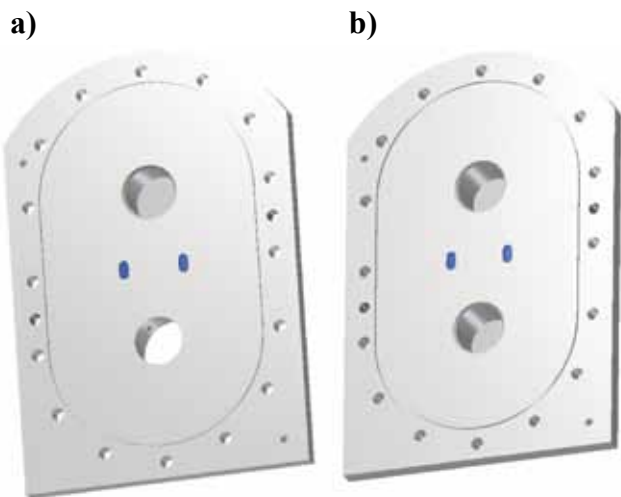
Na stanowisku badawczym (rys. 5), przeprowadzono badania w celu wyznaczenia rzeczywistego strumienia objętości Q_r , prędkości obrotowej wału pompy n_g oraz mocy P na wale – pobranej przez pompę. Badania prowadzono do momentu uzyskania powtarzalności wyników badań. W badaniach wykorzystano ciecz o różnej lepkości dynamicznej, która była z założenia stała w czasie pomiaru. Prowadzono je zgodnie z opracowaną metodyką stałą dla wszystkich pomp na danym stanowisku [2]. Na podstawie zebranych wyników opracowywano charakterystykę przepływową $Q_r = f(n_g)$ pompy P100 oraz charakterystykę mocy $P = f(n_g)$. W związku ze stosowaniem w przemyśle branzowym jednostek prędkości obrotowej wyrażonych w [obr. \cdot min $^{-1}$], celowo zastosowano takie oznaczenia (niezgodne z układem SI).

Dla pompy P100 podjęto próby badań z wykorzystaniem cieczy o lepkości 6 Pa·s, jednak skutkowały one włączeniem się zabezpieczenia nadprądowego (przeciążeniowego) silnika pompy. W celu przeprowadzenia badań z wykorzystaniem cieczy o większych lepkościach, wprowadzono zmiany konstrukcyjne w pokrywach pompy zgodnie z zależnościami (1) i (2), oraz oznaczono ją jako P101. Dla pompy P101 parametry te wynosiły: rozstaw rowków $f = 33$ mm, wysokość $b = 15$ mm, szerokość $x = 10$ mm oraz głębokość $y = 3$ mm (rys. 6). Przeprowadzono badania polegające na wyznaczeniu charakterystyk mocy dla pompy P101 zgodnie z przyjętą metodologią dla pompy P100 oraz dla cieczy o lepkości 6 Pa·s.


Rys. 5. Stanowisko do badań pomp zębatych.
Fig. 5. The gear pumps test bench.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



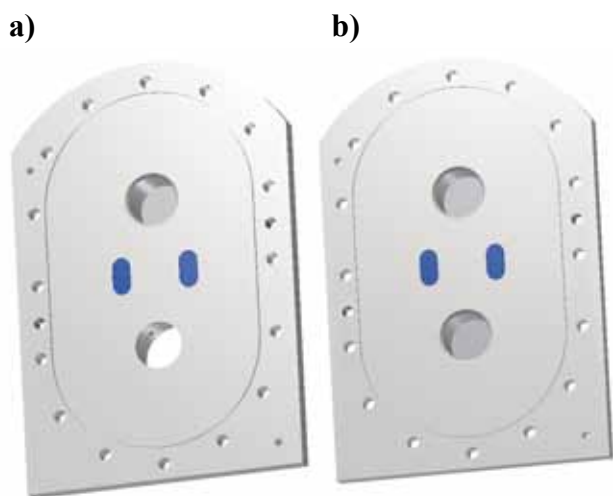
Rys. 6. Widok pokryw z rowkami odciążającymi w wersji pierwszej: a) pokrywa przednia, b) pokrywa tylna.

Fig. 6. View of cover with pressure relief grooves in the first version: a) front cover, b) rear cover.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own picture

W kolejnym etapie ponownie zmieniono konstrukcję pompy P101, przez zwiększenie wymiarów wysokości do 40 mm oraz szerokości do 20 mm rowków odciążających (rys. 7). Pompę tę nazwano P102, oraz przeprowadzono badania eksperymentalne.



Rys. 7. Widok pokryw z rowkami odciążającymi w wersji ostatecznej: a) pokrywa przednia, b) pokrywa tylna.

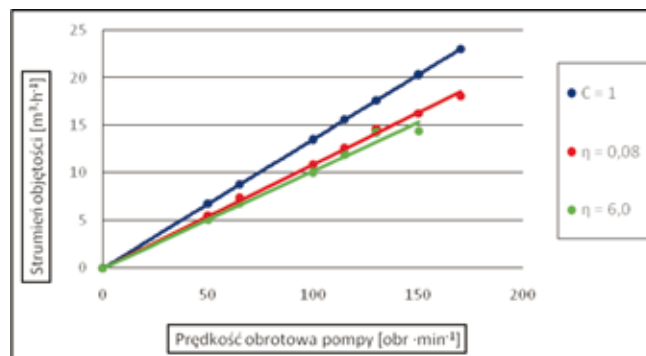
Fig. 7. View of cover with the last version of relief grooves: a) front cover, b) rear cover.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

WYNIKI BADAŃ

Na rys. 8 przedstawiono charakterystykę przepływową wraz z zamieszczoną teoretyczną charakterystyką dla sprawności objętościowej równej 1 ($C=1$) a na rys. 9 charakterystykę mocy pompy P100 bez rowków odciążających z wykorzystaniem cieczy o lepkości w zakresie od 0,08 do 6 Pa·s.

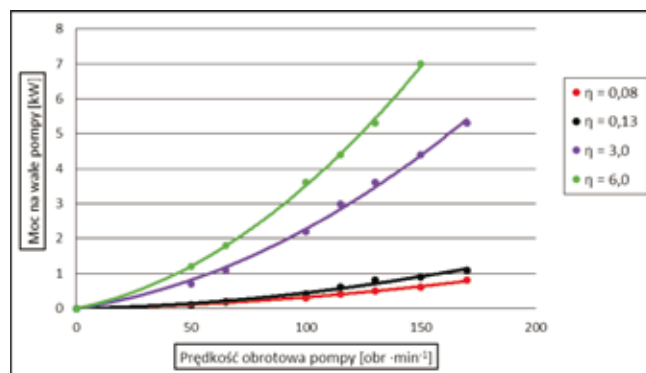


Rys. 8. Charakterystyka przepływową pompy P100 - zależność strumienia objętości przepływu od prędkości obrotowej pompy.

Fig. 8. Flow rate characteristic of the P100 pump – dependence of volume flow and pump shaft rotation speed.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

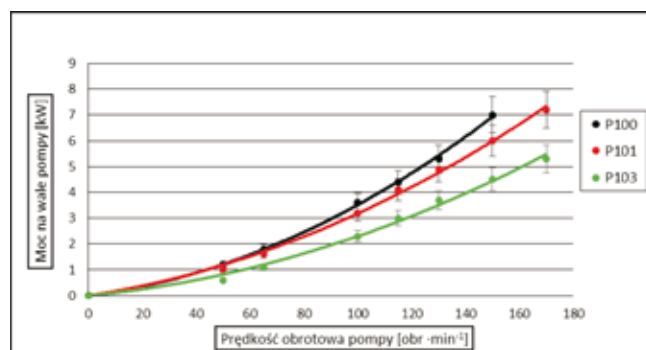


Rys. 9. Charakterystyka mocy pompy P100.

Fig. 9. Power curve of the P100 pump.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study



Rys. 10. Charakterystyka mocy pomp P100, P101 oraz P102 dla cieczy o lepkości 6 Pa·s.

Fig. 10. Power curves of P100, P101 and P102 pumps for liquids with viscosity of 6 Pa·s.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

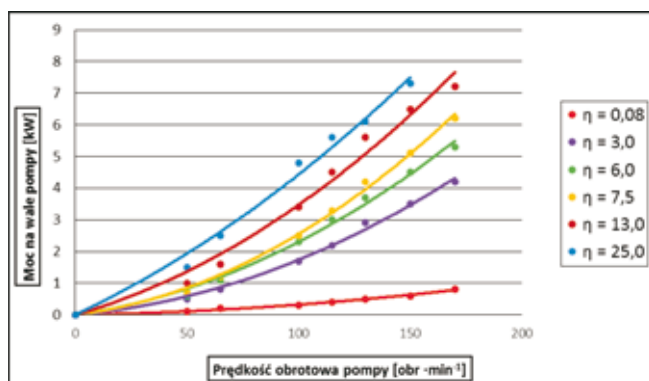
Charakterystyka przepływową (rys. 8) dla danej konstrukcji pompy jest stała i zależna od jej sprawności objętościowej (C) oraz lepkości przetwarzanej cieczy (η) [1]. Zmiana konstrukcji rowków odciążających nie wpływa znacząco na zmianę strumienia objętości badanych pomp dla cieczy

o różnych lepkościach, co potwierdzono w badaniach prowadzonych w PIMR [6]. Przetłaczanie cieczy o różnych lepkościach wpływa na charakterystykę mocy, co przedstawiono na rys. 9. W związku z tym w dalszym etapie prac analizowano wpływ zmiany wymiarów rowków na charakterystykę mocy badanych pomp.

Na rys. 10 przedstawiono charakterystyki mocy (na podstawie uzyskanych wyników badań) pomp P100, P101 oraz P102, w zależności od prędkości obrotowej wału pompy przeprowadzone dla cieczy o lepkości 6 Pa·s. Badania pomp P101 oraz P102 rozpoczęto od tłoczenia substancji o lepkości 6,0 Pa·s, dla której pompa P100 osiągnęła limit możliwości.

Dla pompy P100 nie udało się wykonać pełniej charakterystyki przepływowej oraz charakterystyki mocy dla cieczy o lepkości 6 Pa·s, ponieważ dla prędkości obrotowej równej 170 obr·min⁻¹, układ ulegał przeciążeniu. Maksymalna moc, jaką udało się zarejestrować wynosiła 7,0 kW (dla prędkości obrotowej wału pompy równej 150 obr·min⁻¹). Dla pompy P101 przeprowadzono pełną charakterystykę mocy dla cieczy o lepkości 6 Pa·s, dla nominalnej prędkości obrotowej, uzyskano maksymalną moc wynoszącą 7,2 kW. Podjęto próby badań dla cieczy o większej lepkości, ale ze względu na przeciążenia układu napędowego następowało zatrzymanie pracy pompy. Przeprowadzone badania (dla substancji o większych lepkościach) potwierdziły występowanie objawów świadczących o zachodzeniu zjawiska przestrzeni zasklepionej.

Dla pompy P102 przeprowadzono pełną charakterystykę mocy z wykorzystaniem cieczy o lepkości 6,0 Pa·s. Zaobserwowano, że zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne wyeliminowało z układu szereg negatywnych zjawisk, praca pompy stała się cicha oraz stabilna. Ponadto moc na wale pompy dla nominalnej prędkości obrotowej zmalała o około 20% w stosunku do pompy P101 (rys. 10). Ostatecznie dla pompy P102 przeprowadzono badania w celu wyznaczenia charakterystyki mocy dla cieczy w zakresie lepkości od 0,08 do 25 Pa·s, co obrazuje rys. 11.



Rys. 11. Charakterystyka mocy pompy P100 dla różnych lepkości przetłaczanej cieczy.

Fig. 11. Power curve of the P100 pump for fluids with different viscosities.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

Dla pompy P102 udało się zrealizować pełen zakres pomiarowy dla cieczy o lepkości 13 Pa·s, uzyskując dla maksymalnej prędkości obrotowej 170 obr·min⁻¹, maksymalną moc

na wale pompy równą ok. 7,2 kW. Dla cieczy o lepkości 25,0 Pa·s nie udało się wyznaczyć pełnej charakterystyki pomiarowej. Przy prędkości obrotowej równej 150 obr·min⁻¹, następowało przeciążenie układu napędowego.

PODSUMOWANIE

Wyniki dotychczasowych badań dostępne w literaturze dla pomp zębatych stosowanych w hydraulicznych układach napędowych sugerują, że wymiary rowków odciążających nie mają istotnego znaczenia.

Badania przeprowadzone w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych przez Zespół Badań i Rozwoju Maszyn i Urządzeń Spożywczych wykazały, że wymiary rowków odciążających mają istotny wpływ na zakres pracy pomp zębatych. W trakcie badań zmieniano wysokość oraz szerokość rowków pozostawiając ich rozstaw. Po wprowadzeniu zmian przeprowadzono badania eksperymentalne, które wykazały, że:

- pompa P100, bez rowków nie przetłoczyła cieczy o lepkości 6 Pa·s,
- pompa P101, wyposażona w rowki odciążające wykonane zgodnie z danymi literaturowymi, przetłoczyła ciecz o lepkości 6 Pa·s, niestety nie przetłoczyła cieczy o większych lepkościach,
- zwiększenie wymiarów rowków odciążających spowodowało, że pompa P102 przetłoczyła ciecz o lepkości 13 Pa·s, tj. ciecz o lepkości ponad 2 razy większej.

Podsumowując można stwierdzić, że w przypadku pomp stosowanych do przetłaczania cieczy spożywczych o lepkości powyżej 0,5 Pa·s, dostępne w literaturze dane [1] oraz [2], nie są wystarczające. Dlatego też dostosowanie wielkości rowków odciążających do lepkości przetłaczanej cieczy będzie przedmiotem dalszych prac badawczych w PIMR.

LITERATURA

- [1] **BIEŃCZAK A. 2014.** Analiza wpływu lepkości pompowanej cieczy na sprawność objętościową pomp zębatych, Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska.
- [2] **BIEŃCZAK A. 2014.** *The effect of fluid viscosity on the characteristics of gear pump of declared capacity of 2,5 m³/h.* Journal of Research and Application in Agriculture Engineering, Poznań, 2014, Vol. 59(1), 22-25.
- [3] **BIEŃCZAK A., RAK-URBANIĄK L., PERA A. 2012.** *Stanowisko do badań pomp zębatych.* Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, nr 6/2012, 22-24.
- [4] **JUDIN E. M. 1958.** *Pompy zębate,* Państwowe Wydawnictwo Techniczne, Warszawa.
- [5] **KOLLEK W. 1996.** *Pompy zębate, konstrukcja i eksploatacja,* Wydaw. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.
- [6] **MARCINKIEWICZ J., BIEŃCZAK A., DEMBICKI D., DUDZIŃSKI P. 2014.** *Problematyka przestrzeni zasklepionej w pompach zębatych.* Opracowanie PIMR.
- [7] **STRYCZEK S. 1995.** *Napęd hydrostatyczny.* Tom 1, WNT, Warszawa.

Dr hab.inż. Maria MADEJ-LACHOWSKA
Katedra Zastosowań Chemii i Mechaniki
Dr hab. inż. Katarzyna SZWEDZIAK prof. PO
Mgr inż. Ewa POLAŃCZYK
Inż. Natalia PIECHACZEK
Katedra Inżynierii Biosystemów
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Politechnika Opolska

OCENA JAKOŚCI WYBRANYCH PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH ZA POMOCĄ METOD WIZYJNYCH®

Quality evaluation of selected food products with visual methods®

Słowa kluczowe: komputerowa analiza obrazu, przemysł spożywczy, jakość produktu.

Celem pracy przedstawionej w artykule było określenie jakości wybranych produktów żywnościowych za pomocą technik informatycznych. W prowadzonym eksperymencie została wykorzystana komputerowa analiza obrazu jako narzędzie do oceny jakości i sztuczne sieci neuronowe do opracowania wyników. Pozwoliło to na lepszą i szybszą ocenę parametrów w gotowym wyrobie przeznaczonym już na sprzedaż. Badania te pozwoliły na wprowadzenie szybkiej metody określenia jakości produktu oraz stopnia dostosowania do potrzeb konsumenta.

Key words: computer image analysis, food industry, product quality.

The aim of this study work presented in the article was to determine the quality of selected food products using information technology. In the experiment conducted was used computer image analysis as a tool to assess the quality and artificial neural networks to develop results. This allowed for better and more rapid assessment of the parameters in the finished product already destined for sale. These studies led to the introduction of rapid methods for determining the quality of the product and the degree of adaptation to the needs of the consumer.

WSTĘP

Od czasu wstąpienia Polski do Unii Europejskiej jakość produktów spożywczych ma coraz większe znaczenie, ze względu na wymogi jakie muszą spełniać kraje członkowskie Unii. Dlatego wielu badaczy pracuje nad nowymi i dokładniejszymi metodami oceny jakości. Jakość wyrobów spożywczych jest ważna dla wielu konsumentów przy wyborze produktu[1]. Można ją ocenić za pomocą wielu metod. Najpowszechniejszą wśród konsumentów jest metoda organoleptyczna, czyli ocena za pomocą zmysłów. Każdy z nas dokonuje jej przy zakupie jakichkolwiek produktów żywnościowych. Pierwszą oceną jakiej dokonujemy w sklepie jest ocena wzrokowa. Oceniamy kształt, barwę, ogólny wygląd zewnętrzny wyrobu. Nie bez znaczenia jest opakowanie produktu, które przyciąga naszą uwagę. Ważny jest też odpowiedni, atrakcyjny zapach. Następną grupą metod oceny jakości są metody laboratoryjne. Do nich należą metody fizyczne, chemiczne, fizyko-chemiczne czy też mikrobiologiczne [2]. Jednak są one kosztowne i bardziej czasochłonne niż metody sensoryczne, choć z pewnością bardziej dokładne.

W ostatnim dziesięcioleciu można zauważyć dynamiczny rozwój innowacyjnych technik w ocenie jakości, a przede wszystkim wzrosło zainteresowanie komputerową analizą obrazu[3]. Elektroniczne rozpoznawanie obiektów znalazło zastosowanie w dziedzinach takich jak: inżynieria materiałowa, zarządzanie produkcją, automatyzacja procesów technologicznych czy w naukach medycznych, na przykład

w diagnostyce chorób kości[4]. Można ją wykorzystywać w ocenie jakości surowców spożywczych. Komputerowa analiza obrazu pozwala na wydobywanie informacji ze zdjęć, odpowiednio dobrej jakości i na szybkie otrzymanie obiektywnej oceny jakości produktu. Komputer, w odróżnieniu od ludzkiego oka, dostrzega to, czego my nie widzimy oraz dokonuje ilościowego pomiaru.

Celem artykułu jest prezentacja określania jakości wybranych produktów żywnościowych za pomocą technik informatycznych. W prowadzonym eksperymencie została wykorzystana komputerowa analiza obrazu jako narzędzie do oceny jakości i sztuczne sieci neuronowe do opracowania wyników.

METODYKA BADAŃ

Zadaniem było opracowanie innowacyjnej metody szacowania udziału marmolady w pączkach na podstawie komputerowej analizy obrazu. Założono, że na bazie przygotowanej aplikacji do przetwarzania i analizowania pozyskanych obrazów cyfrowych, w oparciu o model rozpoznawania barw RGB, uzyska się szybką i dobrą metodę oceny jakości produktów. Podczas eksperymentu przeprowadzono kilka serii badań, w których badano procentowy udział poszczególnych komponentów w produkcji spożywczych, mających wpływ na zadowolenie klienta. Do badań wykorzystano pączki dostępne w obrocie handlowym pochodzące z dwóch cukierni.

Aby móc dokonać badań określonych parametrów, wykonano stanowisko badawcze do komputerowej akwizycji

obrazu. Wyposażono je w odpowiednie źródła światła. W skład stanowiska wchodziły następujące elementy:

- kamera internetowa, aparat cyfrowy,
- komputer zbierający i przetwarzający dane,
- podświetlany stół, na którym umieszcza się badane próbki,
- oprogramowanie zapewniające podgląd obrazu z kamery oraz możliwość wykonywania zdjęć

Bardzo istotnym w procesie akwizycji obrazu był dobór odpowiedniego oświetlenia oraz położenia urządzenia do akwizycji. Stanowisko to musiało zapewniać płynny, pod względem natężenia, dopływ światła padającego na badany materiał, zarówno od strony kamery, jak i od przeciwnej do położenia kamery. Dzięki podświetlaniu stolika uzyskano wysoki kontrast obiektu oraz jego tła. Silne, wielokierunkowe oświetlenie od strony kamery, zapewniało usunięcie ewentualnych cieni. Istotne jest, aby dobór natężenia oświetlenia odbywał się z uwzględnieniem zakresu czułości czujników urządzeń do akwizycji obrazu. W szczególności należało zbadać histogram poziomów jasności pikseli pod kątem maksymalnego wykorzystania zakresu.

Ze względu na potrzebę zachowania powtarzalności pomiarów, ścianki boczne zostały wykonane z materiału rozpraszającego światło. Głównym źródłem oświetlenia były lampy wewnętrzne. Istotne jest, aby oświetlenie zewnętrzne nie było intensywne i nie padało na ściany boczne stanowiska punktowo.

ANALIZA I DISKUSJA WYNIKÓW

Podczas serii badań w czasie eksperymentu otrzymano 20 wyników: 10 dla Firmy I oraz 10 dla Firmy II, (badano po 10 pączków z każdej z cukierni). Otrzymane wyniki przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Zawartość marmolady w pączkach Firmy I oraz Firmy II

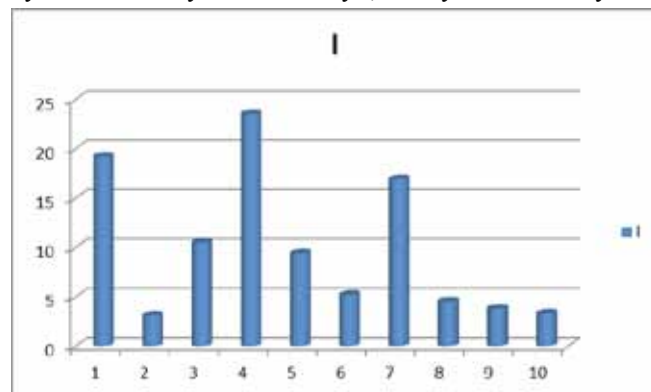
Table 1. Contents of jam in donuts Companies Companies I and II

Lp.	I	II
1.	19,2	5,2
2.	3,1	4,9
3.	10,5	43,9
4.	23,5	31,3
5.	9,4	8,2
6.	5,2	9,3
7.	16,9	11,5
8.	4,5	11,0
9.	3,8	6,0
10.	3,3	4,6

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

Poniższe rysunki (Rysunek 1 i Rysunek 2) przedstawiają porównanie zawartości marmolady w pączkach poszczególnych cukierni. Rysunek 1 Firmy I, zaś Rysunek 2 Firmy II.

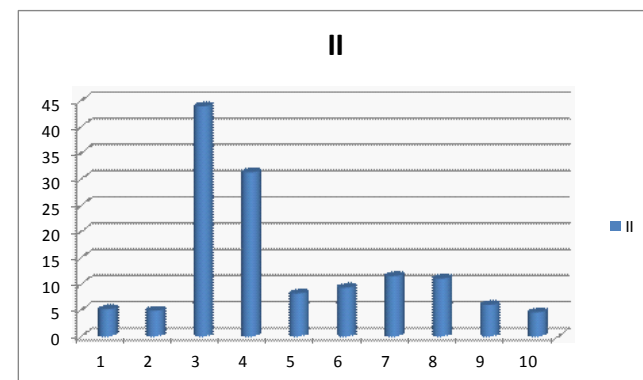


Rys. 1. Porównanie procentowej zawartości marmolady w pączkach Firmy I.

Fig 1. Comparison of the percentage of jam in donuts and Companies I.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

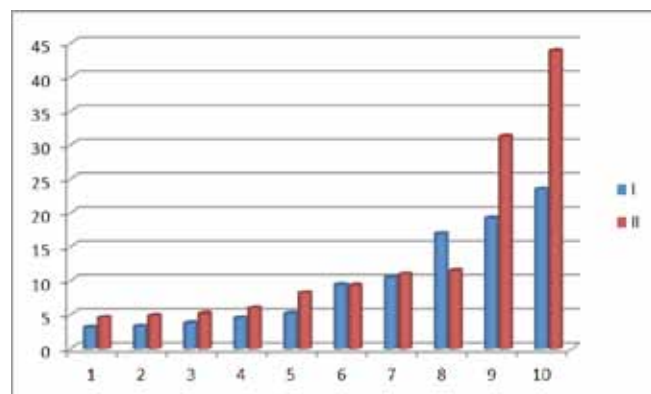


Rys. 2. Porównanie procentowej zawartości marmolady w pączkach Firmy II.

Fig 2. Comparison of the percentage of jam in donuts Companies II.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study



Rys. 3. Porównanie procentowej zawartości marmolady pączków Firmy I oraz Firmy II.

Fig 3. Comparison of the percentage of jam donuts Companies Companies I and II.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

Rysunek 3 przedstawia porównanie zawartości marmolady w pączkach obu firm. Można zauważyć, że pączki Firmy II mają wyższą zawartość marmolady niż pączki w Firmie I. Różnica najniższych wartości marmolady wynosi 1,5%. Jest ona nieznaczna, należy jednak podkreślić, że zawartości marmolady w tych pączkach są bardzo niskie, w Firmie I to 3,1% a w Firmie II wynosi 4,6%. Dużą różnicę można zaobserwować w dwóch ostatnich grupach pączków. Zawarta marmolada w pączkach z numerem 9 Firmy I to 19,2%, a z Firmy II 31,3%, więc różnica wynosi 21,1%. Z kolei przy grupie pączków z numerem 10 różnica wynosi aż 20,4%. Jedynie w dwóch przypadkach pączki o numerze 6 i 8 z Firmy I mają większą zawartość marmolady niż z Firmy II.

Poniższy wykres kolumnowy przedstawia średnią zawartość nadzienia pączków. Średnia zawartość marmolady pączków Firmy I wynosi 9,94%, a z kolei Firmy II wynosi 13,59%. Z wykresu wynika, że w pączkach Firmy II jest o 3,65% więcej marmolady niż w pączkach Firmy I.



Rys. 4. Porównanie średniej zawartości marmolady pączków Firmy I (1) oraz II (2).

Fig. 4. Comparison of average content of jam donuts Companies I (1) and II (2).

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

Doświadczenie polegało na oznaczeniu procentowej zawartości marmolady w pączku na podstawie komputerowej analizy obrazu. W przeprowadzonym eksperymencie wykorzystano 20 pączków, z czego 10 pochodziło z jednej cukierni, a następne 10 z innej cukierni. Wyniki doświadczenia są bardzo zróżnicowane i zaskakujące.

W Firmie I prawie połowa pączków nie przekracza nawet 5% zawartości marmolady. Następne pączki tej Firmy mieszczą się w granicach 20% i tylko jeden z nich przekroczył tę zawartość. Nieco inaczej wygląda to w pączkach Firmy II. Tutaj z kolei dwa pączki nie przekroczyły 5% zawartości nadzienia. Jest to lepszy wynik od wyników poprzedniej cukierni. Następne wartości mieszczą się w granicach 5-12%. Najbardziej zadowolające wyniki stwierdzono w dwóch ostatnich pączkach Firmy II. Zawierały one aż 31,3% oraz 43,9% marmolady, (w drugim przypadku to prawie połowa ogólnej masy całego pączka). Taka ilość z pewnością będzie budzić satysfakcję klienta cukierni. Należy jednak zwrócić uwagę, że są to zaledwie dwa pączki na dwadzieścia, które mają tak wysoką zawartość nadzienia.

Pączki Firmy II mają wyższą zawartość marmolady, więc firma ta może być preferowaną cukiernią przez klientów. W 8 na 10 próbach eksperymentu uzyskano wyższy wynik niż dla Firmy I. Znacząca jest różnica przy najwyższych zawartościach nadzienia pączków obu firm. W Firmie I największa zawartość marmolady wynosi 23,5%, a w Firmie II to 43,9%, dlatego Firma II posiada znaczącą przewagę (różnica 20,4%).



Rys. 5. Przykładowe zdjęcie analizy badanej próbki za pomocą komputerowej aplikacji APR.

Fig. 5. Sample of sample analysis using computer applications APR.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

PODSUMOWANIE

Wysoka jakość produktów spożywczych jest bardzo istotna dla każdego konsumenta, jak i producenta. Konsument chce się cieszyć żywnością o jak najwyższej jakości, spełniającej jego oczekiwania. Z kolei producent również chce uzyskać wyroby o wysokiej jakości, gdyż często tym sugeruje się klient przy wyborze produktu lub też jego miejsca zakupu, gdzie w obecnym czasie konkurencja na rynku żywnościowym jest bardzo duża. Zaobserwowano ogromny rozwój metod oceny jakości, pozwalających zrozumieć potrzeby konsumenta i dostosować produkty do ich potrzeb.

Komputerowa analiza obrazu jest innowacyjną metodą w ocenie jakości produktów spożywczych. Służy do wydobycia ze zdjęć ważnych informacji, pozwala dokonać pomiaru ilościowego i umożliwia szybkie otrzymanie wyników, co obecnie jest ważne przy ogromnym wzroście konkurencji oraz zmieniających się trendach w żywności.

W prowadzonym eksperymencie zostały wykorzystane techniki informatyczne jako narzędzie do oceny jakości i sztuczne sieci neuronowe do opracowania wyników. W doświadczeniu wykorzystano 20 pączków, z czego 10 pochodziło z Firmy I, a drugie 10 z Firmy II. Pączki znajdowały się w obrocie handlowym na terenie Opola. Średnia zawartość marmolady w pączkach Firmy I wynosi 9,94%, a z kolei w pączkach Firmy II 13,59%. W pączkach Firmy II jest więc o 3,65% więcej marmolady niż w pączkach Firmy I. W 10 próbach eksperymentu 8 ma wyższy wynik Firma II niż Firma I. Druga cukiernia bardziej zaspokaja potrzeby konsumenta niż pierwsza. Zaskakujący wynik dotyczy dwóch ostatnich prób Firmy II, gdzie ilość marmolady w pączkach wynosi aż 31,3% i 43,9%. Takie wartości mają wpływ na odpowiednią jakość pączków. Trudno oczekiwać na zadowolenie konsumenta, kiedy w pączkach jest 3,1% lub też 4,6% marmolady, jak miało to miejsce w przypadku najniższych wartości obu firm.

Komputerowa analiza zdjęć pozwoliła na szybkie i precyzyjne określenie zawartości marmolady w pączkach, dzięki czemu produkty te można udoskonalić poprzez zwiększenie

dawkowania nadzienia, a tym samym poprawić ich jakość. Stanowisko do komputerowej akwizycji obrazu pozwala na precyzyjne wykonanie zdjęć eliminując cienie, co jest niezmiernie ważne w tego typu badaniach.

LITERATURA

- [1] **MALINOWSKA E. 2012.** Jakość i bezpieczeństwo żywności i żywienia w świetle badań jednostek nadzoru. Zarządzanie i Finanse.
- [2] **PIJANOWSKI E., DŁUŻEWSKI M., DŁUŻEWSKA A., JARCZYK A. 1994.** Ogólna technologia żywności, wydanie VII. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [3] **NIERZWICKI W. 2013.** Jakość żywności. Wydanie III uaktualnione, Gdańsk.
- [4] **SZPAKOWASKA M., TYMOSZUK E. 2012.** Wybrane aspekty oceny jakości produktów żywnościowych. Zarządzanie i Finanse.

Dr inż. Maciej KABZIŃSKI

Dr inż. Paweł PTASZEK

Dr hab. inż. Anna PTASZEK

Prof. dr hab. inż. Mirosław GRZESIK

Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego

Wydział Technologii Żywności

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

WPŁYW RODZAJU UŻYTEGO MIESZADŁA NA ZAPOTRZEBOWANIE MOCY MIESZANIA ORAZ ZMIANY LEPKOŚCI POZORNEJ ROZTWORÓW MĄCZKI CHLEBA ŚWIĘTOJAŃSKIEGO®

The impact of stirrer type on mixing power consumption and apparent viscosity changes of locust bean gum solutions®

*Badania sfinansowano ze środków pochodzących z dotacji Badania Młodych
nr BM-4767/KIAPS/2014*

Słowa kluczowe: mieszanie długotrwałe, mączka chleba świętojańskiego, lepkość pozorna.

Artykuł przedstawia wpływ rodzaju zastosowanego mieszadła, czasu mieszania oraz prędkości obrotowej mieszadła na zapotrzebowanie mocy oraz zmiany lepkości pozornej płynu podczas mieszania. W charakterze płynu modelowego użyto 1% roztworu mączki chleba świętojańskiego z dodatkiem 0,25% CMC. Badania przeprowadzono przy użyciu stanowiska badawczego, wyposażonego w mieszadła: kotwicowe, ramowe i wstęgowe. Rezultaty eksperymentów wykazały znaczące zmiany zapotrzebowania mocy oraz zmiany charakteru reologicznego płynu, zależne od rodzaju użytego mieszadła.

Key words: long-term mixing, locust bean gum, apparent viscosity.

The paper presents impact of type of using stirrer, mixing time and rotational speed for power consumption and changes of apparent viscosity values of fluid during mixing. As a model food fluid solution of 1% locust bean gum with 0,25% CMC was used. Experiments were performed in a research stand, equipped with anchor, frame and helical ribbon stirrer. The results shown explicit changes of power consumption and rheological character of fluid, dependent on stirrer type.

WSTĘP

Mieszanie jest operacją wykorzystywaną w wielu gałęziach przemysłu. Stosuje się je między innymi w celu wytworzenia jednorodnego roztworu bądź zawiesiny, intensyfikacji procesów wymiany ciepła i masy, a także podtrzymania układów w ruchu [12].

Mieszanie szczególnie miejsce zajmuje w przemyśle spożywczym. Jest ono wykorzystywane między innymi w produkcji różnorodnych ciast [13], sosów, musztard, a także koncentratów zup [8]. Ponadto stosuje się je w procesie produkcji kremów, margaryn i past. Co więcej, w przetwórstwie spożywczym mieszanie umożliwia kształtowanie właściwości reologicznych, sensorycznych i teksturalnych produktu. [4].

Wśród dużej liczby ośrodków poddawanych mieszaniu w technologii żywności, znaczące miejsce zajmują wodne roztwory hydrokoloidów. Układy takie charakteryzują się złożonym charakterem reologicznym, zależnym w wielu wypadkach nie tylko od szybkości ścinania, ale również od czasu prowadzenia operacji.

Jednymi z mediów o właściwościach reologicznie niestabilnych są żele wytworzone na bazie mączki chleba

świętojańskiego (gumy karobowej). Hydrokoloid ten jest galaktomannanem pozyskiwanym z nasion szarańczyna strąkowego (*Ceratonia siliqua* L.) [10]. Guma karobowa jest szeroko stosowana w przemyśle spożywczym w charakterze substancji zagęszczającej i stabilizującej strukturę [1] – wykorzystywanej w produkcji napojów, wyrobów piekarskich, makaronów oraz lodów [1]. Należy zaznaczyć, że w roztworach przygotowywanych na zimno hydrokoloid ten nie żeluje [3], w związku z czym, w celu wytworzenia roztworu na zimno, niezbędny jest dodatek innego hydrokoloidu – najpowszechniej stosuje się gumę ksantanową i gumę guar [2].

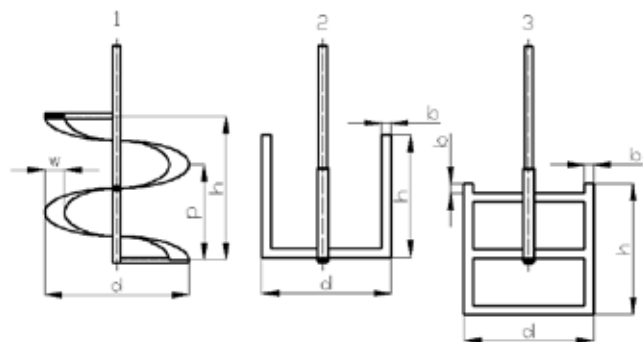
Celem artykułu jest przedstawienie wpływu rodzaju zastosowanego mieszadła na zapotrzebowanie mocy oraz zmiany lepkości pozornej roztworów mączki chleba świętojańskiego w warunkach mieszania długotrwałego przy zmiennej skokowo liczbie obrotów mieszadła.

MATERIAŁY I METODY BADAWCZE

W badaniach użyto płynu modelowego w postaci wodnego roztworu mączki chleba świętojańskiego o stężeniu 1% (dostawca: Regis Food Technology, Kraków) z 0,25%

dotądkiem karboksymetylocelulozy o gęstości 1003,09 kg·m⁻³ (dostawca: Regis Food Technology, Kraków). Układy do badań przygotowywano przy użyciu miesiarki planetarnej z mieszadłem trzepakowym, po czym odstawiano je na 24 godziny celem odpowietrzenia. Następnie wykonywano właściwe doświadczenie przy użyciu stanowiska badawczego do mieszania nieniuonowskich płynów spożywczych, opisanego w pracy [5]. Eksperyment polegał na przeprowadzeniu trwającej 5 godzin operacji mieszania. Prędkości obrotowe mieszadła wynosiły odpowiednio: 22; 29,5; 37; 44,5 oraz 52 obrotów na minutę.

W badaniach wykorzystano trzy rodzaje mieszadeł wolnoobrotowych: kotwicowe, ramowe oraz wstęgowe. Mieszadła te są powszechnie wykorzystywane do mieszania układów o dużej lepkości [7]. Parametry geometryczne zastosowanych mieszadeł podano na rysunku (1) oraz w tabeli (1).



Rys. 1. Mieszadła: 1 – wstęgowe, 2 – kotwicowe, 3 – ramowe.

Fig. 1. Stirrers: 1 – helical ribbon stirrer, 2 – anchor stirrer, 3 – frame stirrer.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

Tabela 1. Parametry geometryczne mieszadeł

Table 1. Geometric parameters of stirrers

Parametr geometryczny	Mieszadło kotwicowe	Mieszadło ramowe	Mieszadło wstęgowe
d	0,19 m	0,19 m	0,212 m
h	0,18 m	0,193 m	0,212 m
w	0,0133 m	0,0135 m	0,029 m
p	–	–	0,141 m

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów obliczono wartości chwilowej mocy mieszania. Wielkość tę oblicza się za pomocą równania (1) [11]:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M_0 \quad (1)$$

gdzie: P – moc chwilowa [W]

M₀ – moment obrotowy [Nm]

n – prędkość obrotowa mieszadła [s⁻¹]

Ponadto, dane pomiarowe posłużyły do wyznaczenia wartości lepkości pozornej, to jest stosunku chwilowej wartości naprężenia ścinającego do szybkości ścinania.

Naprężenie ścinające wyznacza się za pomocą momentu obrotowego przyłożonego na wale mieszadła oraz wysokości i średnicy mieszadła [4] zgodnie z zależnością (2):

$$t = \frac{2 \cdot M_0}{p \cdot h \cdot d^2} \quad (2)$$

gdzie: h – wysokość mieszadła [m]

d – średnica mieszadła [m]

Z kolei szybkość ścinania jest proporcjonalna do liczby obrotów mieszadła. Występująca w wyrażeniu stała k_s jest zależna od parametrów geometrycznych, a dokładnie od średnicy mieszadła oraz mieszalnika.

$$\dot{\gamma} = k_s \cdot n \quad (3)$$

gdzie: k_s – stała Metznera-Otto

W celu określenia zależności pomiędzy liczbą obrotów mieszadła a szybkością ścinania dokonano wyznaczenia stałej k_s według procedury zaproponowanej przez Metznera i Otto [9]. W charakterze wzorcowej cieczy niuonowskiej wykorzystano syrop glukozowy wysokoscukrzony (producent: Cargill Poland, r=1366 kg·m⁻³) z dodatkiem wody (w stosunku 8:2). Pomiar lepkości cieczy wzorcowej wykonano przy użyciu reometru Haake RS 6000, w warunkach wzrastającej szybkości ścinania (w zakresie od 0 do 100 s⁻¹, odpowiadającej zakresowi od 0 do 52 min⁻¹ liczby obrotów mieszadła). Syrop wysokoscukrzony charakteryzowała lepkość niuonowska o wartości 1,5 Pas.

Na podstawie wyznaczonych wartości lepkości pozornej i chwilowej mocy mieszania obliczono zastępczą liczbę Newtona dla mieszania (liczbę mocy) (równanie 4) oraz zastępczą liczbę Reynoldsa dla mieszania (równanie 5) [12]:

$$Ne_m = \frac{P}{n^3 \cdot d^5 \cdot \rho} \quad (4)$$

$$Re_m = \frac{n \cdot d^2 \cdot \rho}{\eta} \quad (5)$$

gdzie: r – gęstość [kg·m⁻³]

h – lepkość pozorna [Pa·s]

Wartości zastępczych liczb kryterialnych dla mieszania posłużyły do wyznaczenia tak zwanej charakterystyki mocy mieszadeł, to znaczy funkcji Ne(Re) w skali podwójnie logarytmicznej. Ponadto umożliwiły obliczenie parametrów równania (6) dla zastosowanych mieszadeł [6]:

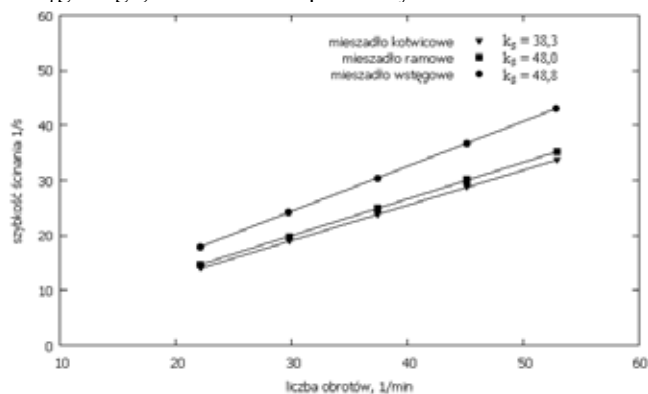
$$Ne = k \cdot Re_m^A \quad (6)$$

gdzie: k, A – współczynniki empiryczne

REZULTATY BADAŃ

Wyniki przeprowadzonych eksperymentów obejmują wyznaczenie stałej Metznera-Otto dla stosowanych mieszadeł, wartości mocy chwilowej i lepkości pozornej w funkcji czasu mieszania i liczby obrotów mieszadła oraz wyznaczenie charakterystyk mocy dla użytych mieszadeł.

Na (rys. 2) przedstawiono wartości stałych k_s dla mieszadeł: kotwicowego, ramowego oraz wstęgowego. Najwyższa wartość tego parametru jest charakterystyczna dla mieszadła wstęgowego, niższe zaś dla pozostałych mieszadeł.

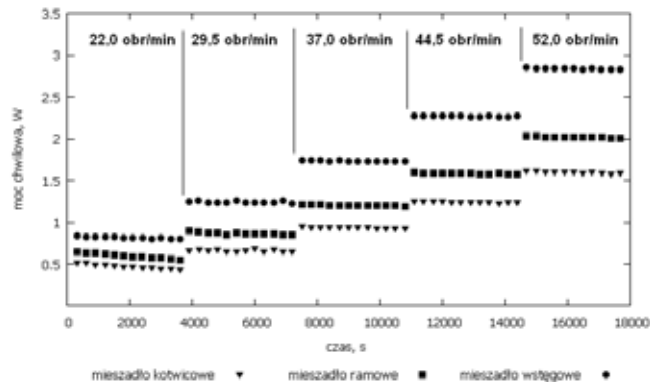


Rys. 2. Wartości stałej Metznera i Otto dla użytych mieszadeł.

Fig. 2. The values of Metzner-Otto constant for stirrers.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study



Rys. 3. Zależność mocy chwilowej od czasu dla użytych mieszadeł.

Fig. 3. The functions of momentary power consumption with time for stirrers.

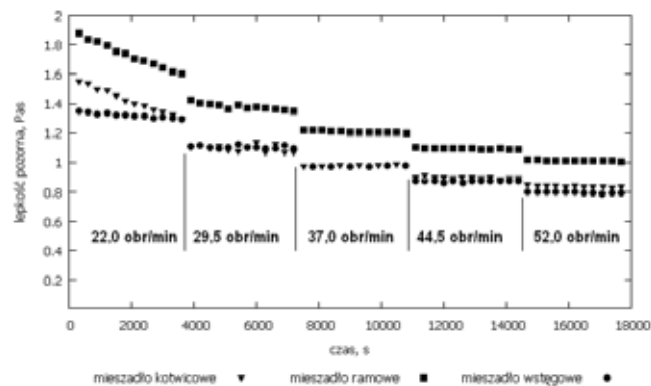
Źródło: Badania własne

Source: The own study

Na kolejnym rysunku (3) zaprezentowano zapotrzebowanie mocy mieszania w funkcji czasu i liczby obrotów mieszadła. Można zaobserwować, że użycie mieszadła wstęgowego skutkuje uzyskaniem najwyższych wartości zapotrzebowania mocy. Również dla tego rodzaju mieszadła obserwuje się większe przyrosty mocy w funkcji liczby obrotów mieszadła. Z kolei najmniejsze zapotrzebowanie mocy jest charakterystyczne dla mieszadła kotwicowego. Wynika to z faktu mniejszej powierzchni roboczej mieszadła kotwicowego, a tym samym mniejszego oporu powstającego w płynie. Ponadto można zaobserwować spadki zapotrzebowania mocy w czasie mieszania, widoczne szczególnie dla mieszadeł

kotwicowego i ramowego, w warunkach najniższych prędkości obrotowych mieszadła.

Zmiany mocy chwilowej podczas mieszania są ściśle związane ze zmianami w obrębie struktury mieszanego materiału, co objawia się zmianami lepkości pozornej. Na rysunku (4) przedstawiono zależność wartości lepkości pozornej od czasu i prędkości obrotowych mieszadła.



Rys. 4. Zależność lepkości pozornej od czasu mieszania dla mieszadeł.

Fig. 4. The functions of apparent viscosity with time for stirrers.

Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study

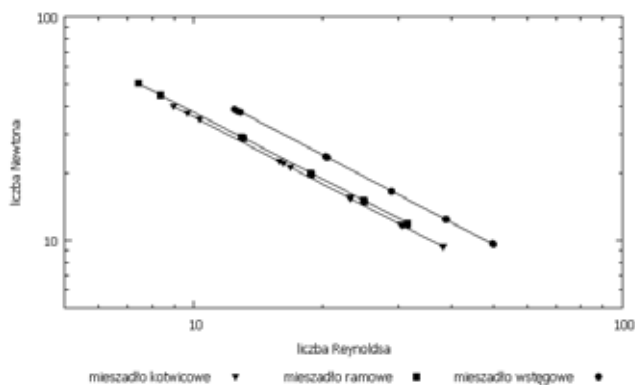
Przedstawione dane ukazują obniżenie lepkości pozornej wraz ze wzrostem liczby obrotów mieszadła. Takie zachowania w czasie mieszania potwierdza nieniuetonowskie właściwości układu, a dokładnie, że jest to płyn rozrzedzany ściśnięciem.

Najwyższe wartości lepkości pozornej obserwuje się dla mieszadła ramowego, z kolei najniższe dla mieszadła wstęgowego. Zastosowanie mieszadła ramowego i kotwicowego skutkuje też wyraźnym zmniejszaniem się lepkości pozornej układu w czasie mieszania przy najniższej prędkości obrotowej mieszadła. Dla mieszadła wstęgowego zjawisko to jest mniej widoczne. Różnice wynikają z odmiennej konstrukcji mieszadeł i tym samym różnego oddziaływania na strukturę mieszanego płynu. Mieszadła kotwicowe i ramowe wyposażone są w element roboczy prostopadły względem warstw płynu – stąd obserwowane silne niszczenie struktury płynu. Element mieszający mieszadła wstęgowego położony jest pod pewnym kątem, co skutkuje łagodniejszym ściśnięciem układu. Należy zauważyć, że zmiany lepkości pozornej w funkcji czasu zanikają, co wskazuje na stopniowy zanik reologicznej niestabilności płynu.

Oprócz opisu i identyfikacji zmian lepkości pozornej i mocy mieszania w czasie, klasyczne ujęcie operacji mieszania wymaga również podania charakterystyk mocy stosowanych w badaniach mieszadeł. Funkcje te zebrano na rysunku 5.

Pomimo znacznego przekraczania arbitralnie przyjmowanej przez wielu autorów granicy obszaru laminarnego, wynoszącej $Re < 10$, wykresy omawianej zależności przyjmują prostoliniowość, co sugeruje rozszerzenie zakresu laminarnego mieszania badanego układu nawet przy wyższych prędkościach obrotowych mieszadła. Obserwacje te potwierdzają wartości parametru empirycznego A równania (6),

podane w tabeli (2). Wartości parametru k omawianego równania wskazują na jego powiązanie z powierzchnią roboczą mieszadła.



Rys. 5. Charakterystyki mocy użytych mieszadeł.
Fig. 5. The power characteristics of used stirrers.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Tabela 2. Wartości parametrów równania charakterystyki mocy dla mieszadeł

Table 2. The values of power characteristic equations for stirrers

	k	A
Mieszadło kotwicowe	357,748 ($\pm 8,1 \cdot 10^{-7}$)	-1 ($\pm 8,79 \cdot 10^{-7}$)
Mieszadło ramowe	373,627 ($\pm 9,18 \cdot 10^{-7}$)	-1 ($\pm 1,02 \cdot 10^{-7}$)
Mieszadło wstęgowe	481,148 ($\pm 1,029 \cdot 10^{-6}$)	-1 ($\pm 7,447 \cdot 10^{-10}$)

Źródło: Badania własne

Source: The own study

WNIOSKI

1. Skonstruowane i opisane w publikacji [5] stanowisko pomiarowe umożliwia wiarygodny odczyt parametrów mieszania w czasie rzeczywistym.
2. Zapotrzebowanie mocy mieszania zależy od prędkości obrotowej mieszadła oraz od powierzchni roboczej mieszadła.
3. Lepkość pozorna układu zawierającego mączkę chleba świętojańskiego spada w funkcji prędkości obrotowej mieszadła.
4. W warunkach niższych wartości prędkości obrotowej mieszadła roztwór mączki chleba świętojańskiego wykazuje właściwości reologiczne zależne od czasu ścinania. Intensywność zmian lepkości pozornej jest ponadto uzależniona od rodzaju użytego mieszadła.
5. Zastosowanie wolnoobrotowych mieszadeł wąskoprześwitowych do mieszania układu zawierającego mączkę chleba świętojańskiego skutkuje rozszerzeniem obszaru laminarnego przepływu do wartości liczby Reynoldsa wynoszących odpowiednio 31 (mieszadło ramowe), 39 (mieszadło kotwicowe) i 50 (mieszadło wstęgowe).

LITERATURA

- [1] BARAK S., MUGDIL D. 2014. *Locust bean gum: Processing, properties and food applications – A review*. International Journal of Biological Macromolecules, nr 66, 74-80.
- [2] BEMILLER J. N. 2011. *Pasting, paste, and gel properties of starch-hydrocolloid combinations*. Carbohydrate Polymers, nr 86, 386-423.
- [3] CASAS J. A., GARCIA-OCHOA F. 1999. *Viscosity of solutions of xanthan/locust bean gum mixtures*. Journal of Science of Food and Agriculture, nr 79, 25-31.
- [4] CULLEN P. J. 2009. *Food Mixing: Principles and Applications*. Wiley-Blackwell, Oxford, 1-110.
- [5] KABZIŃSKI M., GRZESIK M. 2014. *Stanowisko badawcze do mieszania nieniuetonowskich płynów spożywczych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 2, 34-36.
- [6] KOCH R., NOWORYTA A. 1995. *Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 306.
- [7] KUNCEWICZ Cz. 2012. *Mieszanie cieczy wysoko lepkich. Podstawy procesowe*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 28-215.
- [8] MARTINEZ-PADILLA L. P., CORNEJO-ROMERO L., CRUZ-CRUZ C. M., JAQUEZ-HUACUJA C. C. 1998. *Rheological characterization of a model food suspension containing starch using three different geometries*. Journal of Food Process Engineering, nr 22, 55-79.
- [9] METZNER A. B., OTTO R. E. 1957. *Agitation of Non-Newtonian fluids*. AIChE Journal, nr 3, 3-10.
- [10] POLLARD M. A., FISCHER P. 2006. *Partial aqueous solubility of low-galactosecontent galactomannans – what is the quantitative basis?* Current Opinion in Colloid & Interface Science, nr 11, 184-190.
- [11] SANCHEZ PEREZ J. A., RODRIGUEZ PORCEL E. M., CASAS LOPEZ J. L., FERNANDEZ SEVILLA J. M., CHISTI Y. 2006. *Shear rate in stirred tank and bubble column bioreactors*. Chemical Engineering Journal, vol. 124, 1-5.
- [12] STREK F. 1971. *Mieszanie i mieszalniki*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 17-119.
- [13] SHEHZAD A., CHIRON H., DELLA VALLE G., LAMRINI B., LOURDIN D. 2012. *Energetical and rheological approaches of wheat dough mixing with a spiral mixer*. Journal of Food Engineering, nr 110, 60-70.

Dr inż. Dorota DEC,
Mgr inż. Monika STEFANIAK
Dr inż. Sławomir OBIDZIŃSKI
Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej
Dr Jolanta PIEKUT
Zakład Chemii

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

OCENA MIKROBIOLOGICZNA PRODUKTÓW ZBOŻOWYCH DOSTĘPNYCH NA RYNKU WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO®

Evaluation of microbial products available on the market cereal province of Podlasie®

Słowa kluczowe: mąka, podłoże Sabourauda, grzyby z rodzajów *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicilium*, mikotoksyny.

*Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących oceny mikrobiologicznej typów i rodzajów mąki dostępnej na rynku woj. podlaskiego na obecność grzybów pleśniowych. W dwunastu rodzajach i typach mąki dokonano identyfikacji grzybów pleśniowych z rodzajów *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicilium*, gdyż potencjalnie mogą stwarzać zagrożenie przez wytwarzanie szkodliwych dla ludzi i zwierząt mikotoksyn.*

Key words: flour, ground Sabouraud, fungi of the genera *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicilium*, mycotoxins.

*This article presents a study on the microbial assessment of the presence of fungi of different types and kinds of flour available on the market in the province of Podlasie. Twelve types of flour were identification for the presence of fungi of the genera *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, as can potentially produce harmful to humans and animals mycotoxins.*

WSTĘP

Ziarno zbóż użytkowane jest głównie w przemyśle spożywczym do przerobu na mąkę, do produkcji kasz, płatków śniadaniowych, piwa oraz jako surowiec z przeznaczeniem na paszę. W związku z dużym arealem uprawy zbóż ważna jest ochrona przed chorobami i patogenami. W zasadzie, wszystkie grzyby porażające zboża mogą być bezpośrednio lub pośrednio przyczyną znacznych strat w plonie oraz zmniejszać jakość surowca. [9]

Grzyby pleśniowe, które we wszystkich strefach klimatycznych porażają rośliny o podstawowym znaczeniu gospodarczym, powodują znaczne straty plonów. Związane jest to z ich rozpowszechnieniem w środowisku, wysoką patogennością i toksynotwórczością [8]. Patogeny należące do rodzaju *Fusarium* atakują rośliny zbożowe we wszystkich fazach ich rozwoju wywołując wiele chorób, jak m. in. przedwzrostową i powzrostową zgorzel siewek, fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła, korzeni oraz fuzariozę kłosów [14, 17]. W uprawach zbóż *Fusarium*, w zależności od fazy rozwojowej, obniżają plon ziarna od 7 do 70%, pogarszają jego jakość, zdolność kiełkowania a nawet parametry wypieku mąki [11]. Ziarna porażone przez grzyby patogenne nie można wykorzystać jako materiału siewnego ani przeznaczać do produkcji żywności czy paszy, ze względu na potencjalne zagrożenie mikotoksynami [10].

Rozwój toksykologii oraz rosnąca świadomość zagrożeń, jakie niosą mikotoksyny wytwarzane przez grzyby pleśniowe, spowodowały duże zainteresowanie badaczy tym

problemem. Powstają liczne prace naukowe traktujące zarówno o obecności w surowcach i produktach spożywczych pleśni oraz produkowanych przez nie toksyn, jak również o metodach ich wykrywania i zwalczania.

METODYKA BADAŃ

Materiałem badawczym były mąki: pszenna (6 typów), żytnia (3 typy), kukurydziana, gryczana i ryżowa dostępne na rynku woj. podlaskiego. Próbkę do badań zostały pobrane w ilości 10 g, zgodnie z normą PN-ISO 13690:2000 [18]. Badania mikrobiologiczne zostały wykonane zgodnie z normą PN-ISO 7954:1999 [19]. Posiewy wykonywano na podłożu selektywnym Sabourauda z chloramfenikolem do hodowli grzybów i drożdży. Inkubacja grzybów przebiegała w cieplarni w temperaturze 25°C, odczytów dokonywano po 4 dniach. Identyfikację grzybów pleśniowych co do rodzaju wykonano na podstawie cech makro- i mikroskopowych, uwzględniając struktury morfologiczne takie jak: budowa strzępek, zarodni i zarodników oraz trzonek konidialnych, zespołu konidialnego lub zarodników konidialnych. W mąkach wykonano również badania wilgotności, aktywności wody i składu granulometrycznego. Pomiar wilgotności przeprowadzono na wadze suszarce, do pomiaru pobierano 10g materiału, ważono z dokładnością do 0,001g (PN-ISO-712:2009) [20]. Aktywność wody w mące mierzono w aparacie Aqua Lab, o dokładności $\pm 0,003$ w temp. $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Pomiar przeprowadzono w 5 powtórzeniach.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W przeprowadzonych badaniach dokonano obliczeń ilości kolonii grzybów wyrosłych na podłożu selektywnym Sabourauda z chloramfenikolem do hodowli grzybów i drożdży. Następnie zidentyfikowano grzyby pleśniowe co do rodzajów: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicilium* (tab. 1). Po analizie wyników stwierdzono, że największą liczbę kolonii drobnoustrojów odnotowano w mące pszennej tortowej typ 450 (125 jtk/g), w mące orkiszowej razowej typ 2000 (119 jtk/g) i w żytniej razowej typ 2000 (109 jtk/g), zaś najmniejsza ilość kolonii była w mące żytniej typ 1200 (54 jtk/g) i w mące gryczanej (57 jtk/g). Po rozpoznaniu grzybów z rodzajów *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicilium* w badanych mąkach zaobserwowano najwięcej kolonii pleśni należących do rodzaju *Penicilium*. Konidiofor grzybów tego rodzaju składa się z rami, ramuli, mutuli i fialidów, na których osadzone są konidia, struktury widoczne pod mikroskopem (fot. 1, 2). Z grzybni wyrastają pionowo wzniesione strzępki, które na szczycie rozwidlają się wielokrotnie. Na końcach strzępek powstają zarodniki tworzące łańcuszki. Sporadycznie zaś występowały kolonie pleśni z rodzaju *Alternaria*. Konidia tych grzybów są stożkowate, przypominające maczugi i często tworzą łańcuszki (fot. 3 i 4). Pleśń z rodzajów *Aspergillus*, *Fusarium* występowały w małych ilościach we wszystkich badanych mąkach. Konidiofor grzybów rodzaju *Fusarium* składa się z fialidów, a także dużych, sierpowatych, wrzecionowatych, podzielonych makrokonidiów oraz małych, kulistych mikrokonidiów. Są to struktury wyraźnie widoczne pod mikroskopem (fot. 5, 6). Konidiofor grzybów rodzaju *Aspergillus* składa się z pęcherzyka, osadzonych na nim mutuli, a następnie fialidów, na których znajdują się okrągłe konidia. Zarodnia oraz zarodniki są dobrze widoczne pod mikroskopem (fot. 7 i 8). Konidiofor tworzy strukturę, która przypomina kropidło. Twarużek i współautorzy (2013) [16] zwracają uwagę na coraz większe znaczenie grzybów z rodzaju *Fusarium*. Podkreślają, że grzyby te w poddanym analizie ziarnie żyta stanowiły prawie połowę średniego udziału wszystkich pleśni.

Tabela 1. Ilość grzybów pleśniowych w analizowanych mąkach [jtk/g]

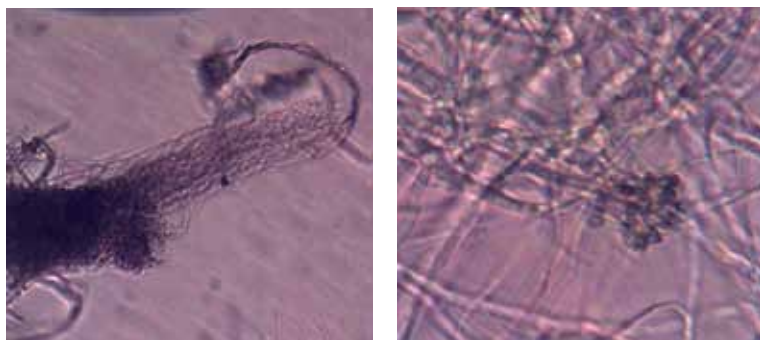
Table 1. Number of fungi in the analyzed flours [cfu/g]

Typ mąki	Ogólna liczba kolonii grzybów [jtk/g]	Liczba kolonii grzybów wytwarzających mikrotoksyny [jtk/g]	Grzyby pleśniowe z rodzajów
Mąka pszena tortowa typ 450	125	1	<i>Alternaria</i>
		18	<i>Aspergillus</i>
		2	<i>Fusarium</i>
		48	<i>Penicilium</i>
Mąka pszena typ 500	66	-	<i>Alternaria</i>
		7	<i>Aspergillus</i>
		2	<i>Fusarium</i>
Mąka pszena krupczatka typ 500	76	22	<i>Penicilium</i>
		-	<i>Alternaria</i>
		5	<i>Aspergillus</i>
		1	<i>Fusarium</i>
		9	<i>Penicilium</i>

Mąka pszena typ 550	97	-	<i>Alternaria</i>
		7	<i>Aspergillus</i>
		-	<i>Fusarium</i>
		34	<i>Penicilium</i>
Mąka pszena z ziarnem słonecznika	79	-	<i>Alternaria</i>
		9	<i>Aspergillus</i>
		-	<i>Fusarium</i>
		23	<i>Penicilium</i>
Mąka pszena razowa typ 2000	84	-	<i>Alternaria</i>
		5	<i>Aspergillus</i>
		-	<i>Fusarium</i>
		23	<i>Penicilium</i>
Mąka orkiszowa razowa typ 2000	119	-	<i>Alternaria</i>
		5	<i>Aspergillus</i>
		-	<i>Fusarium</i>
		14	<i>Penicilium</i>
Mąka żytnia typ 720	76	-	<i>Alternaria</i>
		5	<i>Aspergillus</i>
		7	<i>Fusarium</i>
		32	<i>Penicilium</i>
Mąka żytnia typ 1200	54	2	<i>Alternaria</i>
		6	<i>Aspergillus</i>
		3	<i>Fusarium</i>
		25	<i>Penicilium</i>
Mąka żytnia typ 2000	109	-	<i>Alternaria</i>
		8	<i>Aspergillus</i>
		7	<i>Fusarium</i>
		26	<i>Penicilium</i>
Mąka gryczana	57	-	<i>Alternaria</i>
		12	<i>Aspergillus</i>
		3	<i>Fusarium</i>
Mąka kukurydziana	76	25	<i>Penicilium</i>
		2	<i>Alternaria</i>
		7	<i>Aspergillus</i>
		9	<i>Fusarium</i>
Mąka ryżowa	73	31	<i>Penicilium</i>
		5	<i>Alternaria</i>
		3	<i>Aspergillus</i>
		9	<i>Fusarium</i>
		18	<i>Penicilium</i>

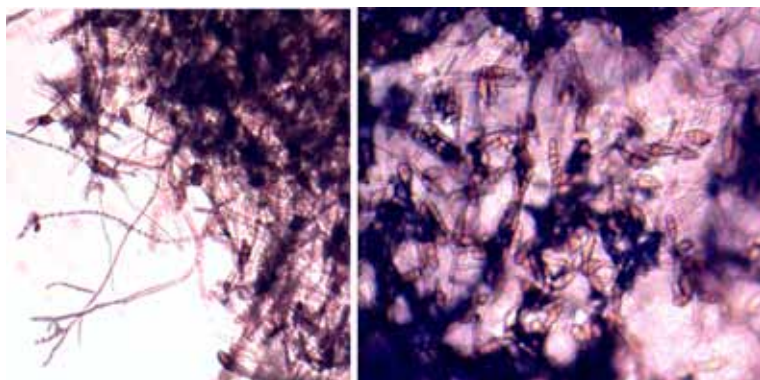
Źródło: Opracowanie własne

Source: The own study



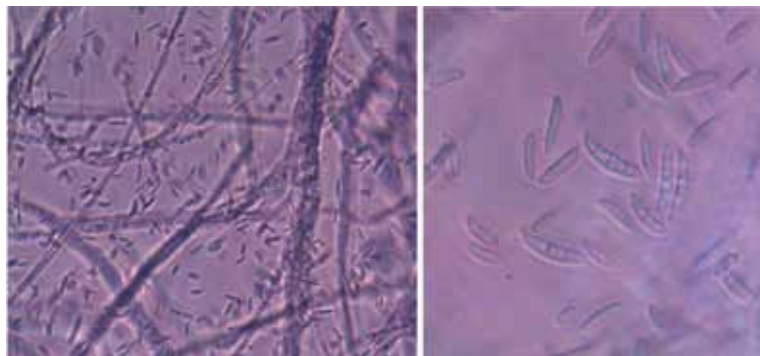
Fot. 1., 2. Obraz mikroskopowy grzybów z rodzaju *Penicillium*.
Fig. 1., 2. Microscopic picture of fungi of the genera *Penicillium*.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study



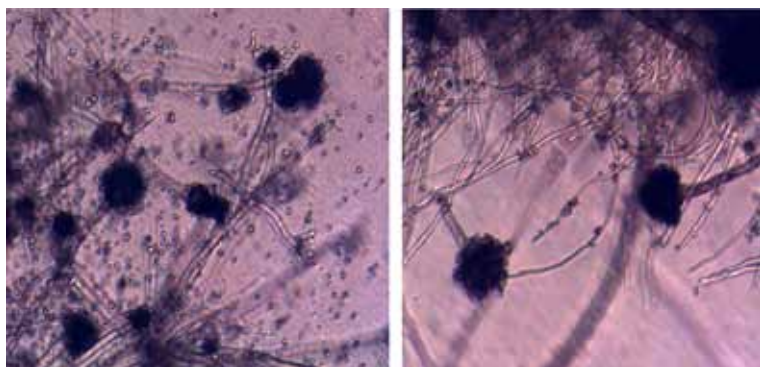
Fot. 3., 4. Obraz mikroskopowy grzybów z rodzaju *Alternaria*.
Fig. 3., 4. Microscopic picture of fungi of the genera *Alternaria*.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study



Fot. 5., 6. Obraz mikroskopowy grzybów z rodzaju *Fusarium*.
Fig. 5., 6. Microscopic picture of fungi of the genera *Fusarium*.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study



Fot. 7., 8. Obraz mikroskopowy grzybów z rodzaju *Aspergillus*.
Fig. 7., 8. Microscopic picture of fungi of the genera *Aspergillus*.

Źródło: Opracowanie własne/Own work / Source: The own study

W badanych mąkach wilgotność kształtowała się średnio na poziomie 14,3%, największą wilgotność odnotowano w mące żytniej typ 720 a najmniejszą w mące pszennej typu 450. Pomiary aktywności wody wynosiły średnio 0,72, są to warunki, przy których następuje rozwój grzybów pleśniowych m. in. z rodzajów *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium* dochodzi do wytwarzania szkodliwych mikotoksyn w mąkach. Mikotoksyny obok działania toksycznego na ludzi i zwierzęta, wykazują również właściwości mutagenne, rakotwórcze, estrogenne a ich szkodliwe działanie stwierdza się już przy wystąpieniu niewielkich stężeń. Zanieczyszczenie mikotoksynami żywności i pasz w znacznym stopniu zależy od warunków środowiska, które mogą umożliwiać i przyspieszać rozwój pleśni. Mikotoksyny są związkami niskocząsteczkowymi, słabo polarnymi i nie ulegają rozkładowi podczas pasteryzacji czy sterylizacji w wyższych temperaturach, ale ulegają degradacji w środowisku alkalicznym oraz pod wpływem działania promieniowania UV [3, 7, 12]. Pod względem toksykologicznym w skali światowej istotne znaczenie ma 5 klas mikotoksyn: alfatoksyny, fumonizyny, zearaleon, ochratoksyny i trichoteceny [15]. Bartels i Rodemann (2003) [1] oraz Bhat i Vasanthi (2003) [2] duży nacisk kładą na możliwości ograniczenia występowania pleśni w produktach spożywczych poprzez działania prewencyjne takie jak stosowanie prawidłowego płodozmianu, a przede wszystkim utrzymanie odpowiedniej wilgotności podczas przechowywania ziarna po zbiorach.

Pocieszające jest to, że choć badania potwierdzają obecność mikotoksyn w zbożach, przetworach zbożowych oraz w mące, rzadko przekroczone zostają najwyższe dopuszczalne normy, a więc produkty żywnościowe dostępne na polskim rynku w większości spełniają obowiązujące wymagania dotyczące zanieczyszczeń żywności mikotoksynami [4, 5, 13].

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały obecność grzybów pleśniowych we wszystkich rodzajach i gatunkach mąki. Uzyskane wyniki potwierdzają problem występowania grzybów o potencjale toksynotwórczym.
2. Najczęściej i w największej ilości zaobserwowano w badanych mąkach grzyby z rodzaju *Penicillium* oraz *Aspergillus*.
3. Wpływu na ilość grzybów pleśniowych w mące nie miał stopień rozdrobnienia, ale miało użycie do przemiału całego ziarna z okrywą owo-cowo-nasienną. Im więcej okrywy, tym więcej pleśni.
4. Zachowanie czystości mikrobiologicznej jest istotnym wskaźnikiem jakości mąki. Ziarno należy przechowywać w odpowiednich warunkach, aby ograniczyć w nim rozwój szkodliwych drobnoustrojów.

LITERATURA

- [1] **BARTELS G., RODEMANN B. 2003.** *Strategien zur Vermeidung von Mykotoxinen im Getreide.* Gesunde Pflanzen, Vol. 55 (5), 125-135.
- [2] **BHAT, R.V., VASANTHI, S. 2003.** *Mycotoxin food safety risks in developing countries.* Food Safety in Food Security and Food Trade. Vision 2020 for Food, Agriculture and Environment, Focus 10, brief 3 of 17, pp. 1-2.
- [3] **BITTENCOURT A.B.F., OLIVEIRA C.A.F., DILKIN P., CORRÊA B. 2005.** *Mycotoxin occurrence in corn meal and flour traded in São Paulo, Brazil.* Food Control, 16, 117-120.
- [4] **CABAÑAS R., BRAGULAT M.R., ABARCA M.L., CASTELLÁ G., CABAÑES F.J. 2008.** *Occurrence of Penicillium verrucosum in retail wheat flours from the Spanish market.* Food Microbiology, 25, 642-647.
- [5] **CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA R., SZABLEWSKI T., KAROLCZAK K., KACZMAREK A., KIJOWSKI J. 2009.** *Ocena zawartości mikotoksyn w zbożach paszowych i paszach metodą immunoenzymatyczną.* Nauka. Przyroda. Technologie, 3 (4), 1-9.
- [6] **DEC D. 2011.** *Aktywność wody w otrębach i śrutach zbożowych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, tom 21/38, nr 1/2011, 46-49.
- [7] **GHALI R., HMAISSIA-KHLIFA K., GHORBEL H., MAAROUFI K., HEDILI A. 2008.** *Incidence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in tunisian foods.* Food Control, 19, 921-924.
- [8] **KHAN M.R., FISCHER S., EGAN D., DOOHAN F.M. 2006.** *Biological control of Fusarium seedling blight disease of wheat and barley.* Phytopathology 96: 386-394.
- [9] **KORBAS M. 2005.** *Ochrona zbóż po ukazaniu się liścia flagowego.* Ochrona Roślin 5: 29-32.
- [10] **KORBAS M. 2005.** *Wpływ grzybów chorobotwórczych na ilość i jakość ziarna pszenicy. Zboże wysokiej jakości.*, Agro-Serwis, Warszawa, 66-67.
- [11] **KORBAS M., HOROSZKIEWICZ-JANKAJ. 2007.** *Wpływ ochrony roślin na jakość plonu zbóż.* Wieś Jutra 4 (105): 29-32.
- [12] **ŁOZOWICKA B. 2009.** *Zanieczyszczenia chemiczne w żywności pochodzenia roślinnego.* Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 49 (4), 2071-2080.
- [13] **MRUCZYK K., JESZKA J. 2013.** *Ocena poziomu zanieczyszczeń mikotoksynami wybranych produktów spożywczych z terenu województwa lubuskiego.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, nr XLVI, 1, 89-95.
- [14] **NOWAK W., SOWIŃSKI J., PIETR S.J., KITA W. 2005.** *Wpływ sposobów ochrony pszenicy ozimej na jakość ziarna konsumpcyjnego.* Pamiętniki Puławskie 139: 117-127.
- [15] **STĘPIEŃ M., SOKÓŁ-LESZCZYŃSKA B., ŁUCZAK M. 2007.** *Mykotoksyny, produkty spożywcze a zdrowie człowieka.* Postępy Mikrobiologii, 46, 167-177.
- [16] **TWARUŻEK M., GRAJEWSKA-WANAT N., BŁAJET-KOSICKA A., GRAJEWSKI J. 2013.** *Occurrence of Fusarium and major mycotoxins in cereal grains harvested in 2011-2012.* Progress in Plant Protection/Postępy w ochronie roślin, nr 53 (4), 801-806.
- [17] **WEBER R. 2007.** *Zagrożenie i sposoby ograniczania chorób fuzaryjnych pszenicy.* Postępy Nauk Rolniczych, 2: 19-31.
- [18] **PN-ISO 13690:2000** – *Ziarno zbóż, roślin strączkowych i przetwory zbożowe – Pobieranie próbek z partii statycznych.*
- [19] **PN-ISO 7954:1999** – *Mikrobiologia – Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni – Metoda płytkowa w 25°C*
- [20] **PN-EN ISO-712:2012** - *Ziarno zbóż i przetwory zbożowe -- Oznaczanie wilgotności -- Metoda odwoławcza.*

Dr inż. Monika HOFFMANN

Dr inż. Eliza KOSTYRA

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

JAKOŚĆ SENSORYCZNA I WARTOŚĆ ODŻYWCZA WEGAŃSKICH SUBSTYTÓW MLEKA KROWIEGO®

Sensory quality and nutritional value of vegan substitutes of milk®

Słowa kluczowe: napoje wegańskie, profil sensoryczny, wartość odżywcza.

Konsumenci unikający mleka z powodu alergii lub nietolerancji jego składników, bądź stosujący diety wegańskie, wykorzystują jako substytuty mleka napoje pochodzenia roślinnego. Celem przedstawionej w artykule pracy była analiza jakości sensorycznej wybranych rynkowych substytutów mleka oraz ocena ich wartości odżywczej w porównaniu z mlekiem krowim. Wykazano, że napoje wegańskie znacząco różniły się od mleka krowiego w zakresie cech sensorycznych. Charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem intensywności kluczowych atrybutów tj. zapachu i smaku: zbożowego, sojowego, owsianego, mlecznego, sezamowego, orzechowego i kokosowego, związanych ze składem surowcowym napojów. Zbyt wysoka intensywność noty zbożowej i sojowej oraz smaku gorzkiego ujemnie warunkowała jakość ogólną badanych substytutów mleka. Najwyższą pożądalnością zapachu i smaku cechowały się próbki wytworzone z surowców takich jak migdały, orzechy włoskie, kokos oraz soja. Wartość żywniowa wegańskich zamienników mleka znacząco odbiegała od profilu mleka krowiego, szczególnie w zakresie zawartości białka oraz składu kwasów tłuszczowych. Napoje te cechowała również obecność unikalnych składników bioaktywnych pochodzących z surowca roślinnego.

Key words: vegan drinks, sensory profile, nutritional value.

Consumers avoiding milk in a consequence of allergies, intolerance of milk compounds or being vegan often replace cow milk by beverages of plant origin. The aim of the presented paper was sensory analysis of market milk replacers and evaluation of their nutrition value in comparison to caws milk. It was shown that sensory characteristic of vegan beverages was remarkably different from milk. Vegan drinks distinctively varied in intensity of key attributes such as cereal, soy, oat, milk, sesame, nutty or coconut flavor and aroma, which originated from main ingredients used in manufacturing. High intensity of cereal and soy notes as well as bitter aftertaste deteriorated the overall sensory quality of milk substitutes. The most acceptable flavor and aroma was found in beverages based on almonds, walnuts, coconuts and soybean. Nutritional value of vegan milk substitutes was significantly different from caws milk, especially in protein content and fatty acids profile. Vegan beverages were additionally source of unique bioactive compounds coming from plant constituents.

WSTĘP

Konsumenci unikający mleka ze względu na alergię lub nietolerancję jego składników oraz stosujący diety wykluczające produkty pochodzenia zwierzęcego, mogą zastąpić mleko napojami pochodzenia roślinnego. Napoje te, zarówno w kulturze wschodniej, jak i zachodniej, mają długą historię stosowania. Doniesienia na ich temat znaleźć można we wczesnych książkach kucharskich z terenu Europy, jak i w 15-wiecznej literaturze orientu. Dominującym zamiennikiem mleka krowiego od wieków były napoje bazujące na soi, jednakże współcześnie wykorzystuje się znacznie większą grupę surowców roślinnych, między innymi orzechy laskowe, orzechy kokosowe, orzechy nerkowca, migdały, jadalne kasztany, nasiona sezamu czy konopi oraz liczne rośliny zbożowe, takie jak owies, orkisz, gryka, ryż, amarantus, kukurydza, czy komosa ryżowa. Napoje te wytwarzane są w wielu odmianach, między innymi są to wersje smakowe, słodzone, niesłodzone, niskotłuszczowe, wzbogacane, ekologiczne, a także zapewniające specyficzne potrzeby np. wspomagające prewencję chorób serca, wspomagające pracę

przewodu pokarmowego, dostarczające energii, czy wapnia (Raport, 2012 [11]).

Wegańskie substytuty mleka krowiego otrzymywane są najczęściej w wyniku wodnej ekstrakcji rozdrobnionych i poddanych obróbce termicznej nasion oleistych czy orzechów. Surowce o wysokiej zawartości tłuszczu – orzechy i nasiona oleiste – poddawane są wcześniej procesowi odtłuszczenia na drodze tłoczenia na zimno. W przypadku surowców zbożowych, dodatkowo przeprowadza się enzymatyczną hydrolizę skrobi w wyniku której powstają maltodekstryny, maltoza i glukoza nadające napojom słodkawy smak.

Uzyskanie stabilnej konsystencji napojów roślinnych wymaga procesów filtracji, wirowania i homogenizacji, a dodatkowo może być wspomagane poprzez zastosowanie stabilizatorów, zagęstników i emulgatorów (np. celulozy, tapioki, gumy gellan, guaru, karagenu, mączki chleba świętojańskiego, czy lecytyny) (Krawczyk i wsp, 2004 [7]). Skład napojów uzupełnia zwykle dodatek olejów roślinnych, takich jak olej arachidowy, czy słonecznikowy oraz substancje słodzące: cukier, syrop z agawy, fruktoza i maltodekstryny. W celu

kształtowania smakowitości dodawana jest również sól, natomiast dla upodobnienia wartości odżywczej napojów roślinnych do mleka zwierzęcego, często stosuje się dodatek wapnia (np. węglan wapnia, trójfosforan wapnia, algi morskie) oraz witamin A i D. Stabilność mikrobiologiczną napojów wegańskich uzyskuje się w wyniku procesu sterylizacji i aseptycznego rozlewu.

Celem artykułu jest analiza jakości sensorycznej wybranych rynkowych substytutów mleka oraz ocena ich wartości odżywczej w porównaniu z mlekiem krowim.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Material

Materiał do badań stanowiło 11 rodzajów napojów otrzymanych z surowców roślinnych, takich jak zboża (owies, kłosowa ryżowa, gryka, orkisz, ryż), soja, orzechy, migdały, kokos i sezam.

Metodyka badań

Sensoryczne badania analityczne

Do opracowania charakterystyki sensorycznej wegańskich zamienników mleka wykorzystano metodę ilościowej analizy opisowej (profilową – ang. Quantitative Descriptive Analyses), stosując procedurę analityczną opisaną w normie PN-EN ISO 13299:2010 [8]. Ocenę przeprowadził 9-osobowy wyszkolony zespół ekspertów według normy PN-EN ISO 8586-2:2008 w dwóch niezależnych powtórzeniach [9].

Sensoryczne badania semi-konsumenckie

W ocenach określano pożądalność smaku i zapachu napojów wegańskich z wykorzystaniem skali strukturowanej 10-punktowej. W badaniach uczestniczyło 30 nieprzeszkolonych osób (konsumentów) w wieku 23 lat, deklarujących chęć spożywania napojów.

Warunki realizacji badań

Oceny wykonywano w Pracowni Analizy Sensorycznej spełniającej wymagania normy PN-EN ISO 8589:2010 [10], działającej w ramach akredytowanego Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej (Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie). Do realizacji ocen metodą profilową wykorzystano skomputeryzowany system wspomagania analiz sensorycznych ANALSENS NT.

Przygotowanie i podanie próbek do ocen

Próbki napojów o temperaturze pokojowej podawano do ocen sensorycznych w ilości 20 ml (badania sensoryczne analityczne) lub 30 ml (badania semi-konsumenckie) w zakodowanych pojemniczkach plastikowych (50 ml) przykrytych płytkami Petriego w losowej kolejności. Jako neutralizator smaku pomiędzy próbkami zastosowano wodę mineralną (~20°C).

Analizy wartości odżywczej

Analizy wartości odżywczej dokonano na podstawie informacji zamieszczonych na etykietach produktów oraz danych literaturowych.

Analiza statystyczna wyników

Analizę Składowych Głównych (PCA) przeprowadzono w celu syntetycznego określenia podobieństw i różnic w jakości sensorycznej napojów wegańskich, wykorzystując program ANALSENS NT.

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystyka jakości sensorycznej wegańskich napojów

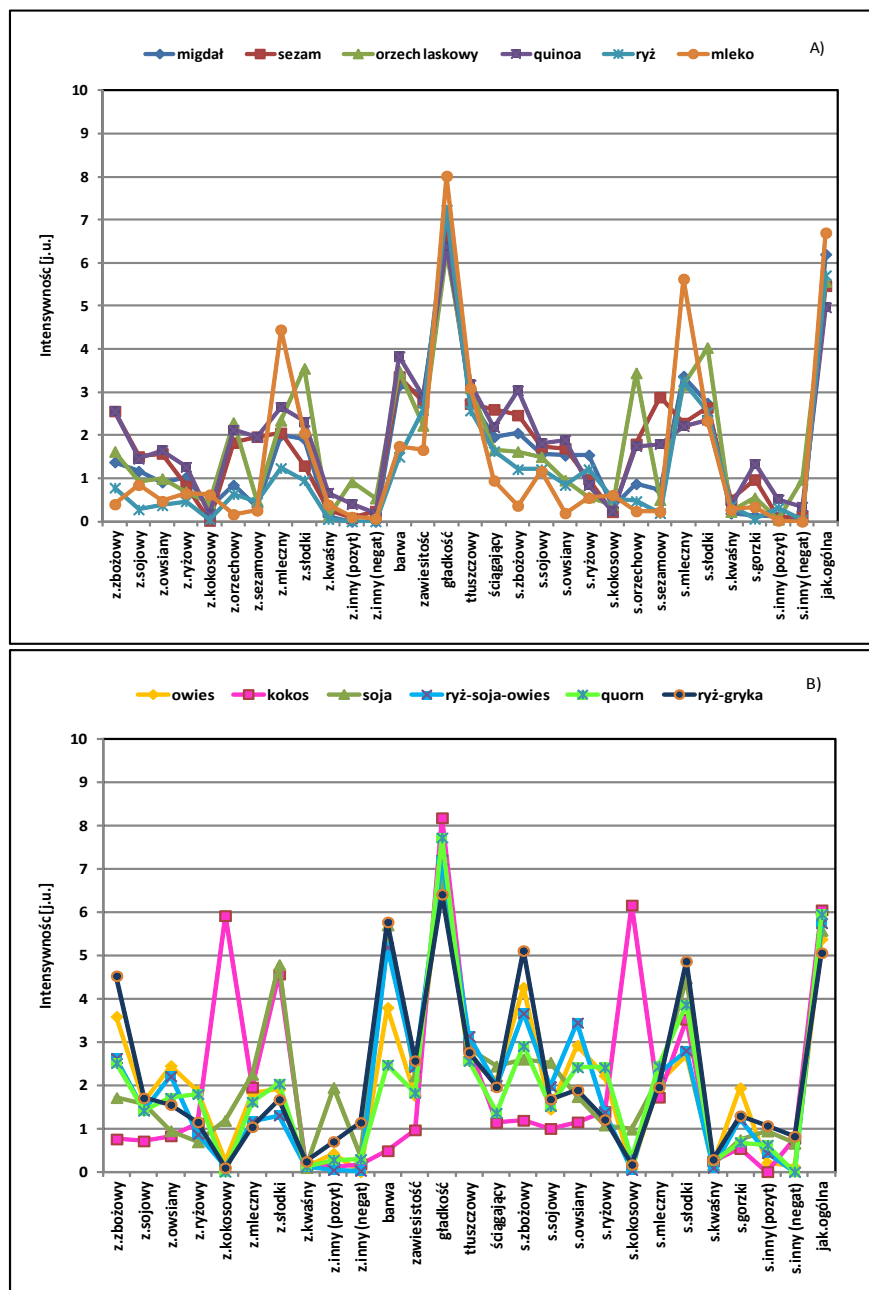
Zmiany w profilu sensorycznym wegańskich napojów przedstawiono na rys. 1A,B. Stwierdzono odmienność próbek w zakresie intensywności kluczowych atrybutów tj. zapachu i smaku zbożowego, sojowego, owsianego, mlecznego, sezamowego, orzechowego i kokosowego, która była związana ze składem surowcowym napojów.

Wyraźnie wyższym natężeniem noty zbożowej charakteryzowały się próbki mleka otrzymane z owsa oraz ryżu-gryki. Zapach i smak sojowy oraz owsiany pozostał na zróżnicowanym, ale stosunkowo niskim poziomie w ocenianych próbkach. Natężenie tych atrybutów nie przekraczało 2.5 jednostek na skali. Nieco wyższą intensywność smaku owsianego (~3.0 j.u.) stwierdzono jedynie w próbkach mleka wegańskiego otrzymanego z owsa oraz soi-ryżu-owsa.

Oceniane napoje wegańskie charakteryzowały się wyraźnie niższym natężeniem zapachu i smaku mlecznego w stosunku do próbki mleka o zawartości tłuszczu 3.2%. Wyższe natężenie smaku orzechowego i sezamowego reprezentowały napoje uzyskane odpowiednio z orzecha laskowego oraz sezamu. Wymienione atrybuty pozostawały na wyższym poziomie w smaku niż zapachu. Wysokie i porównywalne natężenie noty kokosowej reprezentował napój wegański z kokosu. Odnotowano również duży zakres zmian w natężeniu zapachu i smaku słodkiego w ocenianych napojach. Stosunkowo słodkie były w zapachu napoje uzyskane z orzecha laskowego, soi i kokosu. Natomiast w smaku najwyższą słodycz reprezentowały napoje z ryżu-gryki, orkiszu, soi i orzecha laskowego. Nota ryżowa zmieniała się w niewielkim zakresie intensywności w badanych próbkach. Nie wykazano również znaczących zmian w natężeniu wyróżnika kwaśnego oraz smaku innego, określanego jako pozytywny oraz negatywny. Jedynie próbka z soi cechowała się wyraźnie wyższym natężeniem zapachu innego pozytywnego (~2 j.u.). Smak gorzki w ocenianych napojach zmieniał się w niewielkim zakresie do około 1 j.u. oraz pozostawał na wyższym poziomie w napoju owsianym.

Badane próbki różniły się również pod względem barwy, wrażenia gładkości, „zawiesistości” oraz „ściągnięcia na powierzchni języka”. Jasną barwę wykazywały napoje z ryżu, kokosu oraz próbka mleka, natomiast ciemniejsze zabarwienie (kremowo-beżowe) odnotowano w napojach z ryżu-gryki, soi-ryżu-owsa oraz orkiszu. Analizując zmiany w konsystencji, stwierdzono, że najmniej zawiesisty i jednocześnie najbardziej gładki był napój z kokosa oraz próbka mleka. Wrażenie tłuściwości utrzymywało się na stosunkowo wyrównanym poziomie we wszystkich badanych napojach (w granicach 3.0 j.u.).

Jakość ogólna była pozytywnie związana z optymalną intensywnością kluczowych atrybutów zapachu i smaku/sma-



Rys. 1 A, B. Profile sensoryczne wegańskich substytutów mleka krowiego.
Fig. 1 A, B. Sensory profiles of vegan milk substitutes.

Źródło: Badania własne

kowitości. Przykładowo zbyt wysoka intensywność noty zbożowej i sojowej oraz smaku gorzkiego ujemnie warunkowała jakość ogólną ocenianych substytutów mleka.

Podobieństwa i różnice w jakości sensorycznej ocenianych napojów wegańskich przedstawiono na rys. 2A,B. Przestrzeń na mapie została określona przez pierwsze dwie składowe, objaśniające odpowiednio 80.5% oraz 87.03% zmienności ogólnej (Rys. 2A,B). Jakość ogólna była pozytywnie związana z notą mleczną (rys. 2A) oraz kokosową (rys. 2B). Napoje otrzymane z orzecha laskowego, sezamu, migdała, ryżu oraz próbka mleka usytuowały się w czterech ćwiartkach układu. Były one zróżnicowane pod względem zapachu i smaku słodkiego, orzechowego, zbożowego, sezamowego, mlecznego oraz gładkości (rys. 2A). Próbką napoju z orzecha laskowego znalazła się niedaleko wektorów zapachu i smaku słodkiego oraz orzechowego. W pobliżu noty zbożowej

ulożował się napój z komosy ryżowej, natomiast blisko wyróżnika sezamowego znalazł się napój z sezamu. Napoje uzyskane z migdała oraz ryżu usytuowały się w pobliżu gładkości i w niedalekiej odległości od próbki mleka związanej z notą mleczną. Pozostałe próbki napojów otrzymane z otrębów, owsa, soi-gryki-owsa, ryżu-gryki i kokosu były zróżnicowane pod względem noty owsianej, zbożowej, ryżowej, słodkiej oraz kokosowej (rys. 2B). Napoje z otrębów, owsa, soi-gryki-owsa oraz ryżu-gryki reprezentowały stosunkowo zbliżony profil sensoryczny o czym świadczy bliskie usytuowanie próbek względem siebie, głównie w drugiej ćwiartce układu PCA. Napój sojowy ułożował się bliżej not słodkich, sojowych, wrażenia ściągającego, natomiast niedaleko zapachu i smaku kokosowego znalazł się napój kokosowy.

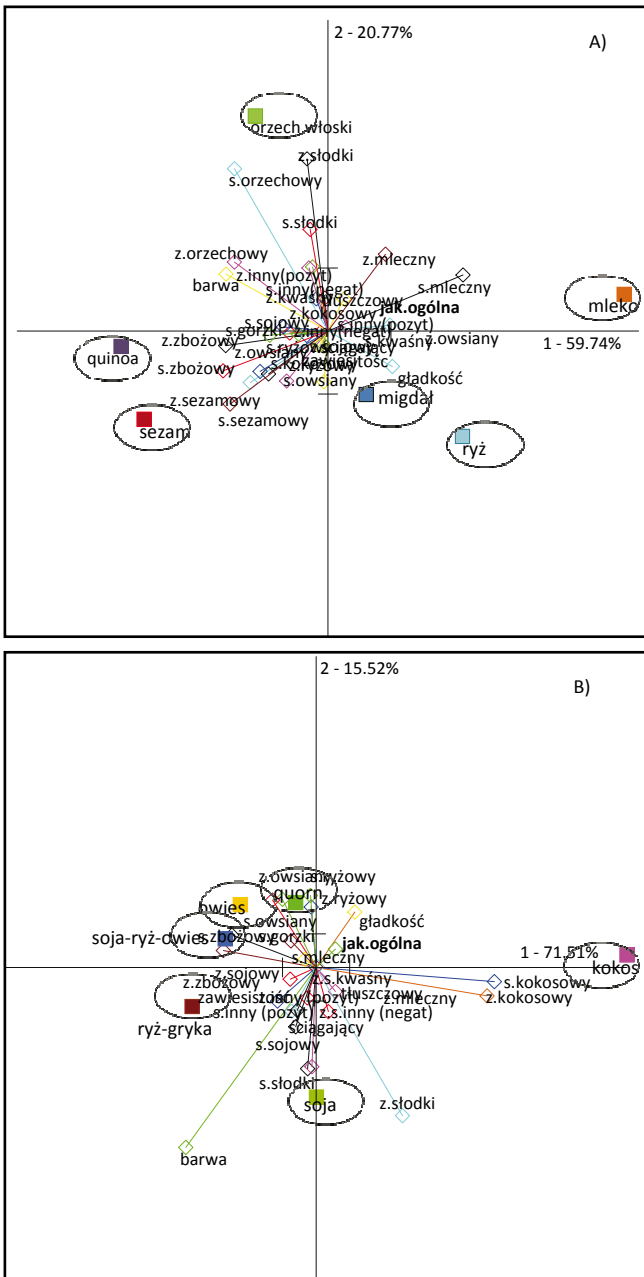
Charakterystyka pożądalności wegańskich napojów

Semi-konsumencka ocena smaku i zapachu wykazała, że najwyższą pożądalnością cechowały się próbki wytworzone z surowców takich jak migdały, orzechy włoskie, kokos oraz soja, które w ocenie profilowej charakteryzowały się optymalnym natężeniem kluczowych wyróżników zapachu, smaku/smakowości (nota kokosowa, sojowa, orzechowa, mleczna, słodka), w tym słabo nasiloną intensywnością smaku gorzkiego oraz odpowiednią gładkością i niską „zamszowością” (rys. 3).

Charakterystyka wartości odżywczej wegańskich napojów

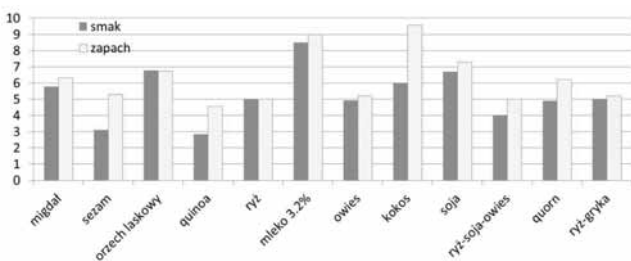
Wartość energetyczna substytutów mleka kształtowała się na poziomie zbliżonym do mleka krowiego częściowo odtłuszczonego, najniższą kalorycznością wyróżniały się: napój z kokosa oraz migdałów i owsa, najwyższą: napój ryżowo-gryczany, z sezamu i orzechów laskowych (tab.1). W przypadku sezamu i orzechów laskowych, wartość energetyczna uwarunkowana była głównie wyższą od pozostałych produktów zawartością tłuszczu [wartości 2.4-2.8g/100g], w przypadku napoju ryżowo-gryczanego, przez najwyższą spośród analizowanych zawartością węglowodanów [11g/100g].

Zawartość tłuszczu w badanych napojach wynosiła od 0.7g/100g dla napoju z owsa do 2.8g/100g dla napoju z komosy ryżowej i orzechów laskowych. Skład surowcowy napojów wegańskich sprawił, że profil kwasów tłuszczowych tych produktów znacząco odbiegał od składu kwasów tłuszczowych mleka. Odnotowuje się, że surowce pochodzenia roślinnego są zasobniejsze w kwasy tłuszczowe nienasycone i zawierają mniej kwasów nasyconych. Mleko krowie zawierało ok 1.2g/100g kwasów nasyconych, natomiast w napojach roślinnych ich zawartość nie przekraczała 0.7g/100g,



Rys. 2 A, B. Podobieństwa i różnice w jakości sensorycznej substytutów mleka krowiego.
 Fig. 2 A, B. PCA biplot of similarities and differences in sensory profiles of vegan milk substitutes.

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Konsumentencka ocena pożądanłości smaku i zapachu substytutów mleka krowiego [0 - 10 j.u.].
 Fig. 3. Consumer hedonic assessment of taste and flavor of vegan milk substitutes.

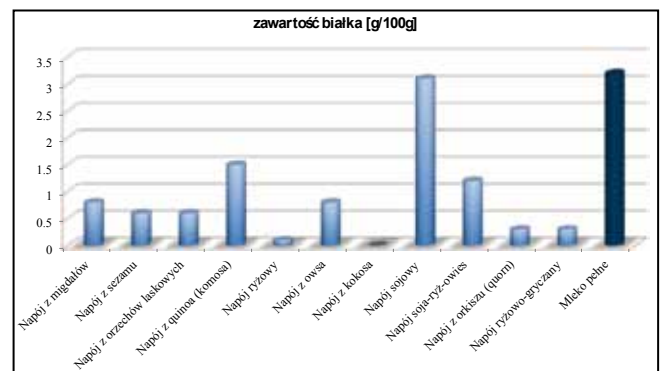
Źródło: Badania własne

z wyjątkiem napoju z kokosa [1.7g/100g], który należy do tropikalnych roślin oleistych cechujących się wysoką zawartością kwasów tłuszczowych nasyconych.

Należy zauważyć, że surowce używane do produkcji wegańskim zamienników mleka, w szczególności takie jak sezam, soja, komosa ryżowa, orzechy laskowe czy migdały cechują się wysoką zawartością kwasów wielonienasyconych oraz składników bioaktywnych związanych z tłuszczami.

W tłuszczu migdała znajduje się około 17% kwasu linołowego i około 70% kwasu oleinowego, a także alfa tokoferol (ok. 40mg/100g) i fitosterole na poziomie 260mg/100g, głównie beta-sitosterol. W tłuszczu orzecha laskowego kwas linolowy stanowi 10%, a oleinowy niemalże 80%, ponadto towarzyszą im znaczne ilości alfa tokoferolu (47mg/100g) oraz fitosterole – 120mg/100g. W tłuszczu sezamowym, kwasy nienasycone stanowią ponad 80% kwasów tłuszczowych, 100g oleju dostarcza 23g kwasu linolenowego i 38g kwasu linołowego oraz 865mg fitosteroli. W mleku sojowym zawartość kwasu linołowego wynosi 55%, a kwasu linolenowego – 7.5% całkowitej zawartości kwasów tłuszczowych. Komosa ryżowa jest z kolei znaczącym źródłem kwasu linołowego, który stanowi 50% wszystkich kwasów tłuszczowych (USDA, 2012, [14]).

W surowcach wykorzystywanych do produkcji wegańskich zamienników mleka znaleźć można wiele innych składników bioaktywnych. W sezamie obecne są przeciwutleniacze: sezamina i sezamolina; komosa cechuje się wysoką zawartością flawonoidów [średnio 58 mg/100g suchej masy], głównie kwercytyny i kampferolu (Gęsiński, 2012, [4]). Soja jest źródłem izoflawonów o właściwościach przeciwutleniających, szczególnie genisteiny i daidzeiny, które występują w mleku sojowym na poziomie odpowiednio 240 i 114mg/100g (Craig, 2001, [2]). Do najcenniejszych składników owsa z kolei zaliczyć można nieskrobiowe polisacharydy – beta-glukany o hipocholesterolemicznym działaniu oraz składniki przeciwutleniające: witaminę E i polifenole takie jak kwasy fenolowe, ich estry i amidy, alkilfenole, flawonoidy i awentramidyny (Davy i wsp., 2002, [3]). W wegańskich zamiennikach mleka krowiego zwykle występuje również błonnik, w mleku sojowym na poziomie 1.3g/100g (Hajirostamloo i Mahastie, 2008, [6]).



Rys. 4. Porównanie zawartości białka w mleku i jego wegańskich zamiennikach.
 Fig. 4. Comparison of protein content in milk and vegan milk substitutes.

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 1. Wartość odżywcza wegańskich substytutów mleka krowiego [100g]

Table 1. Nutrition value of vegan milk substitutes

Produkt	Wartość energetyczna [kcal]	Białko [g]	Węglowodany [g]	Cukry [g]	Tłuszcze [g]	Kw. tłuszczowe nasycone [g]	Wapń* [mg]
Napój z migdałów	34	0.8	4.0	3.5	1.4	0.1	120
Napój z sezamu	51	0.6	6.7	3.4	2.4	0.5	brak
Napój z orzechów laskowych	55	0.6	6.5	3.2	2.8	0.7	brak
Napój z quinoa (komosa)	46	1.5	3.7	2.5	2.8	0.7	brak
Napój ryżowy	47	0.1	9.4	4.0	1	0.1	120
Napój z owsa	38	0.8	7	3.5	0.7	0.1	brak
Napój z kokosa	30	śl	3.5	3.5	2.0	1.7	brak
Napój sojowy	44	3.1	4.1	2.7	1.7	0.26	120
Napój soja-ryż-owies	45	1.2	7.5	4.5	1.2	0.2	120
Napój z orkisz (quorn)	45	0.3	8.4	7.2	1.0	0.1	brak
Napój ryżowo-gryczany	55	0.3	11	5.5	1.0	0.1	brak
Mleko 3.2%	60	3.2	4.7	4,7	3.2	1.2	120

* źródłem wapnia w napojach roślinnych jest wzbogacanie

Źródło: Opracowanie własne

Pod względem zawartości białka jedynie napój sojowy dorównywał mleku krowiemu, pozostałe produkty zawierały go zdecydowanie mniej [rys.4]. Dwukrotnie mniej białka dostarczał napój z komosy ryżowej, trzykrotnie mniej – napój sojowo-ryżowo-owsiany, w pozostałych analizowanych napojach zawartość białka kształtowała się w granicach od śladowych ilości (napój z kokosa, napój z ryżu) do 0.8g/100g (napój z migdałów, napój z owsa).

Białko soi to białko globularne (w przypadku mleka krowiego 2.5% stanowi kazeina i 0.7% białka serwatkowe), *charakteryzuje się korzystnym profilem aminokwasowym*, wysoką, porównywalną z białkiem mleka, strawnością oraz wysoką wartością biologiczną wynoszącą 68% (wartość biologiczna białka mleka wynosi 73%). Od białek mleka białko sojowe odróżnia się mniejszą zawartością aminokwasów siarkowych – metioniny i cysteiny (Bawa, 2010, [1]). Wskaźnik aminokwasu ograniczającego dla białka soi wynosi 86% (Gibiński wsp., 2005, [5]).

Na uwagę zasługuje także skład aminokwasowy białek innych surowców. Białko komosy ryżowej jest białkiem pełnowartościowym, cechuje je wysoki udział aminokwasów egzogennych, szczególnie lizyny, argininy, histydyny i aminokwasów zawierających siarkę: metioniny i cysteiny. Jego skład jest zbliżony do zaleceń FAO/WHO związanych z zawartością aminokwasów w diecie (Sułkowski i wsp., 2011, [12]). Także białko owsa charakteryzuje się wysoką wartością biologiczną, znaczną zawartością globulin, których ilość oceniana jest na około 50-80% masy wszystkich białek, niską zawartością prolaminy i gluteliny w ilości 20-25% oraz

wysoką zawartością aminokwasów egzogennych. Wskaźnik aminokwasu ograniczającego dla owsa wynosi 55-62% (Gibiński wsp., 2005, [5]). Wysoką jakością biologiczną i wysokim stopniem strawności – ponad 80% – charakteryzuje się również białko orkisz (Tyburski i Babalski, 2006, [13]).

Napoje z orzecha kokosowego i z owsa praktycznie nie dostarczają białka, lecz stanowią dobrą alternatywę dla osób poszukujących produktów bezglutenowych oraz wykazujących alergię na orzechy, czy soję.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wykazano odmienność próbek w zakresie intensywności kluczowych atrybutów tj. zapachu i smaku zbożowego, sojowego, owsianego, mlecznego, sezamowego, orzechowego i kokosowego, co było związane ze składem surowcowym napojów. Zbyt wysoka intensywność noty zbożowej i sojowej oraz smaku gorzkiego ujemnie warunkuje jakość ogólną ocenianych substytutów mleka. Konsumencka ocena smaku i zapachu wykazała, że najwyższą pożądannością cechują się próbki wytworzone z surowców takich jak migdały, orzechy włoskie, kokos oraz soja, które w ocenie profilowej charakteryzowały się optymalnym natężeniem kluczowych wyróżników (zapach/smak kokosowy, sojowy, orzechowy, mleczny, słodki), w tym słabo nasiloną intensywnością smaku gorzkiego, odpowiednią gładkością oraz niską „zamszowością”.

Podstawowe i dodatkowe składniki recepturowe ukształtowały również profil żywieniowy substytutów mleka. Substytuty cechowała podwyższona w stosunku do mleka krowiego

zawartość węglowodanów (w zakresie 3.5-9.4g/100g) i niewielka, do 30 krotnie niższa zawartość białka. W porównaniu z mlekiem krowim pełnym, substytuty były uboższe w tłuszcz (zawartość 0.7-2.8 g/100g), lecz jego roślinne pochodzenie wpływa pozytywnie na profil kwasów tłuszczowych.

Wegańskie substytuty mleka cechuje więc odmienny od mleka krowiego profil sensoryczny, nie mogą również stanowić zamiennika mleka krowiego pod względem żywieniowym, ze względu na nieznaczącą zawartość białka oraz brak wapnia (wzbogacanie w wapń i witaminy A i D stosowane jest sporadycznie). Mają one jednak korzystny żywieniowo profil kwasów tłuszczowych oraz zawierają składniki bioaktywne, o prozdrowotnym działaniu.

LITERATURA

- [1] **BAWA S. 2010.** Mleko sojowe a krowie, cz. I. Bezpieczeństwo i Higiena Żywności, 11, 40-41.
- [2] **CRAIG W. J. 2001.** Health-Promoting Phytochemicals: Beyond the Traditional Nutrients. [w:] Sabaté J. (red.): Vegetarian Nutrition, CRC Press, Florida, 342-345.
- [3] **DAVY B. M., DAVY K. P., HO R. C., BESKE S. D., DAVRATH L. R., MELBY CH. L. 2002.** *High-fiber oat cereal compared with wheat cereal consumption favorable alters LDL-cholesterol subclass and particle numbers in middle-aged and older men.* Am. J. Clin. Nutr. 76, 351-358.
- [4] **GĘSIŃSKI K. 2012.** Biologiczne i agrotechniczno-użytkowe uwarunkowania uprawy komosy ryżowej. Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz.
- [5] **GIBIŃSKI M., GUMUL D., KORUS J. 2005.** *Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4 (45) Supl., 49-60.
- [6] **HAJIROSTAMLOO B., MAHASTIE P. 2008.** *Comparison of Soymilk and Cow Milk Nutritional Parameters.* Research Journal of Biological Sciences, 3, 11, 1324-1326.
- [7] **KRAWCZYK G., FISHER G., SEWALL C. 2004.** *Stabilizing UHT soy beverages.* Dairy Foods, 105, 12, 48-49.
- [8] **PN-EN ISO 13299:2010** *Analiza sensoryczna. Metodologia. Ogólne wytyczne ustalania profilu sensorycznego.*
- [9] **PN-EN ISO 8586-2:2008** *Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających – Część 2: Ekspertyza oceny sensorycznej.*
- [10] **PN-EN ISO 8589:2010** *Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni sensorycznej.*
- [11] **RAPORT, 2012.** Dairy Alternative Beverages in the U.S.: Soy Milk, Almond Milk, Rice Milk and Other Dairy Milk Alternatives. Packaged Facts.
- [12] **SUŁKOWSKI M., GAWLIK-DZIKI, CZYŻ J. 2011.** *Komosa ryżowa – słabo znane pseudozboże o kosmicznych właściwościach.* Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 60, 3-4 (292-293), 475-481.
- [13] **TYBURSKI J., BABALSKI M. 2006.** Uprawa pszenicy orkisz. Poradnik dla rolników. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu.
- [14] **USDA, 2012.** U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.

Dr hab.inż. Katarzyna SZWEDZIAK, prof. PO
Mgr inż. Ewa POLAŃCZYK
Inż. Marzena SZWANCARZ
Katedra Inżynierii Biosystemów
Dr Aleksandra ŻURAWSKA
Katedra Fizyki
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Politechnika Opolska

NAPOJE IZOTONICZNE W DIECIE SPORTOWCÓW®

Isotonic drinks in the diet of athletes®

W artykule przedstawiono wyniki ankiety przeprowadzonej na 100 osobach. W ankiecie poruszono temat spożywania napojów izotonicznych. Dokonano charakterystyki 5-ciu napojów izotonicznych dostępnych na rynku.

The article presents the results of a survey conducted on 100 people. The survey addressed the topic of consuming sports drinks. There have been five characteristics of the 5-sports drinks on the market.

WSTĘP

Rola i znaczenie nauki w sporcie znacznie wzrosły, zwłaszcza ostatnio. Jeszcze kilkanaście lat temu sportowiec był pod opieką lekarza tylko podczas kontuzji lub w czasie choroby. W chwili obecnej gdy ludzie trenują na granicy możliwości ludzkiego organizmu, znacznie zwiększyła się współpraca między sportowcem a lekarzem. Dotyczy ona przede wszystkim profilaktyki, czyli zapobiegania występowaniu kontuzji poprzez rozsądne dawkowanie obciążeń treningowych. Ważny jest czynny udział lekarza w cyklu treningowym oraz jego ścisła współpraca z trenerem, także przy ustalaniu diety, wspomaganium suplementacyjnym i farmakologicznym, a także zapewnieniu szeroko pojętej odnowy biologicznej. Ścisła współpraca nauki ze sportem, daje gwarancję sukcesu i pozwala ochronić organizm sportowca przed destrukcyjnym oddziaływaniem obciążeń treningowych.

O konieczności wspomagania żywieniowego, jak i farmakologicznego w sporcie nie trzeba już nikogo przekonywać. Zwiększone zapotrzebowanie na podstawowe składniki odżywcze takie jak białko, węglowodany, tłuszcze, witaminy czy minerały wykazują nie tylko organizmy sportowców wyczynowych, ale również osób uprawiających sport rekreacyjnie. Ogromny wysiłek wykonywany przez sportowców, wymaga stosowania preparatów, które mają nie tylko wspomagać efekt treningowy, ale także przeciwdziałać nadmiernym przeciążeniom i wyeksploatowaniu organizmu zawodnika.

Trening jest to wysiłek, który w sposób zaplanowany wytrąca organizm ze stanu równowagi, czyli tak zwanej homeostazy. Odpowiednia regeneracja pomaga wkroczyć w fazę nad kompensacji, która jest sposobem na zwiększenie wydolności. Jednym z najważniejszych zadań dla nauki i medycyny sportu jest wynalezienie skutecznych środków umożliwiających efektywniejszą regenerację po wysiłku. Na wzrost formy zawodnika składa się systematyczny wysiłek fizyczny (trening) oraz właściwa suplementacja wraz z właściwą dietą (faza potreningowa).

Podczas treningu organizm traci składniki odżywcze, które w fazie po treningowej są odbudowywane lub nadbudowywane. Składniki te powinny być dostarczane z pożywieniem. Niestety aby sprostać zwiększonemu zapotrzebowaniu zawodnika na składniki odżywcze (białko, węglowodany, tłuszcze, witaminy, minerały i woda), należałoby spożywać olbrzymie ilości pożywienia. Ponieważ nie jest to możliwe, dlatego powszechną metodą w sporcie, zarówno wyczynowym jak i rekreacyjnym jest wspomaganie, czyli uzupełnianie diety sportowca suplementami. Suplementy sportowe są to wysublimowane, skoncentrowane i prawidłowo zestawione składniki naturalnego pożywienia.

W celu umożliwienia wyrównania ubytków wody i elektrolitów powstałych przez pocenie, wytwarzane są specjalne preparaty, które obecnie są dostępne również na naszym rynku. Właściwie przygotowane napoje dla sportowców, poza elektrolitami, pomagającymi likwidować uczucie zmęczenia, bólu i sztywności mięśni po długotrwałym wysiłku fizycznym, powinny zawierać także odpowiednią ilość substancji energetycznych, takich jak węglowodany i witaminy oraz nawadniać organizm.

Napoje izotoniczne stosuje się w celu uzupełnienia witamin, elektrolitów i wody przed, w trakcie oraz po treningu. Ubytek tych substancji, podczas treningu(głównie z potem), nie tylko determinuje możliwość kontynuowania aktywności, ale może być też niebezpieczny dla zdrowia lub nawet życia sportowca. Uzupełnienie wody, witamin i elektrolitów, pozwala uchronić zawodnika przed zagrożeniami zdrowotnymi, a także poprawia parametry wysiłku i efekty treningu, niezależnie od charakteru i rodzaju dyscypliny sportowej. Napoje izotoniczne zawierają wyżej opisane składniki w proporcjach podobnych do tych które możemy znaleźć w płynach ustrojowych, czyli w osoczu krwi i pocie. Można też spotkać w sklepach sportowych preparaty o hipertonicznym (większym) stężeniu kilku wybranych składników lub zawierające dodatkowo kompleks węglowodanów, albo wybranych mikroskładników[4].



Rys. 1. Napoje izotoniczne o numerach 1-5.

Fig. 1. Isotonic drinks numbered 1-5.

Źródło: Zdjęcie własne

Celem artykułu jest przedstawienie charakterystyki napojów izotonicznych w diecie sportowców, ze szczególnym uwzględnieniem dostępnych na polskim rynku napojów w obrocie handlowym. Badania miały na celu wytypowanie napoju najwyższej ocenianego przez studentów Wychowania Fizycznego.

METODYKA BADAŃ

Do przeprowadzenia doświadczenia zostało wybranych 5 spośród wielu napojów izotonicznych, które można spożywać jako część zróżnicowanej i zbilansowanej diety oraz zdrowego stylu życia.

Napój numer 1:

Izotoniczny napój sportowy o smaku truskawek i owoców tropikalnych. Jest to roztwór węglanowo-elektrolitowy zwiększający wchłanianie wody podczas ćwiczeń fizycznych oraz wspomagający wytrzymałość podczas długotrwałych ćwiczeń wytrzymałościowych.

Źródło: Etykieta napoju 1

Napój numer 2:

Sportowy napój izotoniczny o smaku wieloowocowym z dodatkiem witamin. Jest to środek spożywczy specjalnego przeznaczenia żywieniowego dla osób aktywnie uprawiających sport. Zadba o optymalne nawodnienie organizmu. Napój numer 2, który zawiera witaminy: niacyna, kwas pantotenowy, witamina B6 [1].

Źródło: Etykieta napoju 2

Napój numer 3:

Napój izotoniczny dla osób aktywnych fizycznie o smaku grejfrutowym. Dzięki specjalnie dobranym składnikom napój szybko uzupełnia sole mineralne i płyny utracone podczas wysiłku fizycznego.

Źródło: Etykieta napoju 3

Napój numer 4:

Napój izotoniczny niegazowany o smaku wieloowocowym z dodatkiem witamin: B3, E, B5, B6, B7; [2] dla osób uprawiających sport. Zawiera cukier i substancje słodzące oraz źródło fenyloalaniny.

Źródło: Etykieta napoju 4

Napój numer 5:

Roztwór elektrolitów węglanowych o smaku jeżynowym. Zwiększa wchłanianie wody podczas ćwiczeń i pomaga utrzymać wydolność organizmu podczas wzmożonego wysiłku fizycznego.

Źródło: Etykieta napoju 5

Metodyka badań opierała się na przeprowadzeniu doświadczenia polegającego na wytypowaniu najlepszego napoju izotonicznego, nie znając jego marki, ani ceny- na podstawie koloru, zapachu oraz smaku. Ankieta była przeprowadzona na grupie 100 osób w wieku 20-30 lat (studentów kierunku Wychowanie Fizyczne).

ANALIZA BADAŃ

Poniżej znajduje się wzór pomocny przy doświadczeniu:

Oceń napój od najlepszego do najgorszego

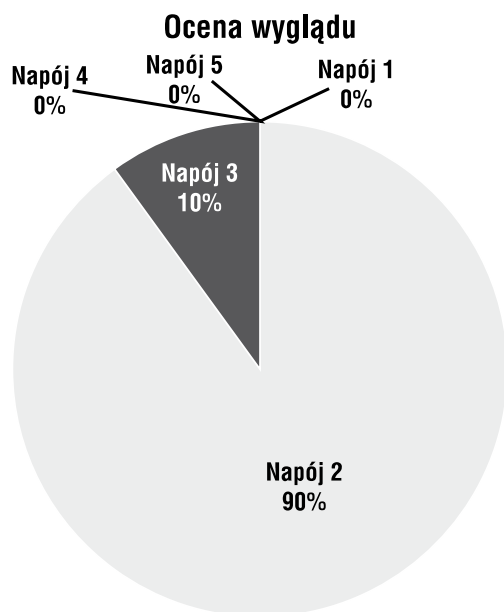
Napoje izotoniczne:

1. *Oceń wygląd*
2. *Oceń zapach*
3. *Oceń smak*
4. *Napój który wybierasz (najlepszy z najlepszych)*

Źródło: Opracowanie własne

Ocena wyglądu

Ze względu na wygląd, najlepiej został oceniony napój numer 2. Doceniono również izotonik 3 (rys. 2). Respondenci mieli bardzo trudny wybór ze względu na niemal identyczny kolor napojów (1, 2, 4). Napoje barwy jasnej (3 i 5) zdecydowanie mniej spodobały się oceniającym. Kolor niebieski przyciąga wzrok i zainteresowanie sportowca.



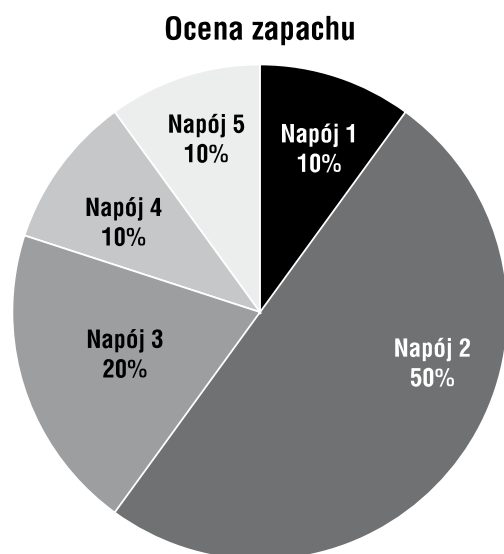
Rys. 2. Ocena wyglądu napojów izotonicznych.

Fig. 2. Appearance rating isotonic drinks.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

Ocena zapachu

Tą ocenę wygrał napój numer 2. Pozostałe izotoniki otrzymały mniej głosów. Zapach wieloowocowy zdecydowanie najlepiej działa na zmysły oceniających (rys.3).



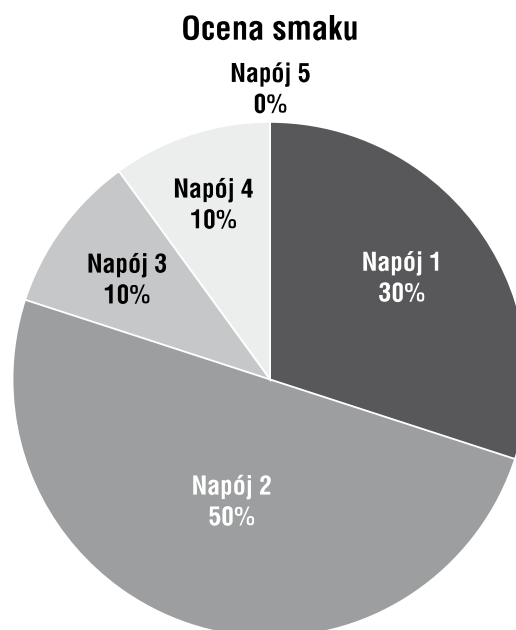
Rys. 3. Ocena zapachu napojów izotonicznych.

Fig. 3. Evaluation smell isotonic drinks.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

Ocena smaku

Zdecydowaną przewagę nad pozostałymi napojami miał izotonik numer 2 (-50%). Smak wieloowocowy z dodatkiem witamin zdecydowanie najbardziej odpowiada sportowcom. Smak truskawek z owocami tropikalnymi także spodobał się respondentom (-30%). Zdecydowanie mniej smakował napój grejfrutowy (3) i wieloowocowy z witaminami (4). Napój numer 5 o smaku jeżynowym nie otrzymał żadnego głosu (rys. 4).



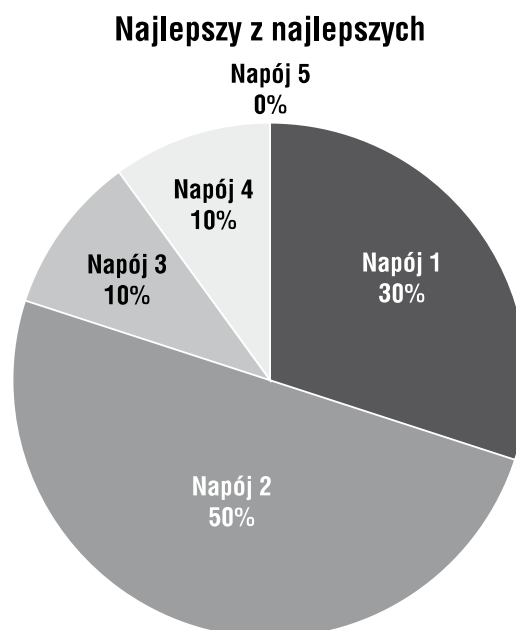
Rys. 4. Ocena smaku napojów izotonicznych.

Fig. 4. Isotonic drinks taste rating.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

Napój najlepszy z najlepszych

Tą ocenę wygrał napój numer 2. Był on również najlepiej oceniany pod względem wyglądu, zapachu i smaku. Zaraz za nim uplasował się izotonik 1, który przyciągał słodkim smakiem. Napoje 3 i 4 miały po 10% głosów, podobną ocenę dostawały również przy ocenie innych cech organoleptycznych. Bez głosów pozostał izotonik 5, który podczas oceny smaku i wyglądu także nie zdobył uznania (rys. 5).



Rys. 5. Najlepszy z najlepszych napój izotoniczny.

Fig. 5. The best of the best drink isotonic.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

PODSUMOWANIE

Napoje izotoniczne jest to żywność specjalnego przeznaczenia głównie dla sportowców. Można z nich korzystać także podczas sporadycznego intensywnego wysiłku fizycznego, przebywania w gorącym środowisku i w celu zapobiegania odwodnieniu. Napój powinien być spożywany małymi łykami, przed, w trakcie i po treningu, zwłaszcza kiedy trwa on ponad 2 godziny[3]. Można go także zastąpić zieloną herbatą z miodem i cytryną. Skład izotoników jest dostosowany do zwiększonego wysiłku fizycznego. Najlepsze dla organizmu są izotoniki, których ciśnienie osmotyczne jest podobne do ciśnienia płynów ustrojowych, czyli 320 mOsm. Z opisanych izotoników w artykule najbardziej zbliżonym jest napój numer 2 z ciśnieniem osmotycznym 300 mOsm. Ważna jest również zawartość witamin, których najwięcej było w napoju 4 i 2. Najczęściej spośród ankietowanych był wybierany napój 2, aczkolwiek izotoniki 1 i 4 cieszyły się również dużym zainteresowaniem. Napoje te są bardzo znane ze względu na reklamę. Napój numer 2 najbogatszy w składniki odżywcze, jest mało rozpowszechniony. Jako mało znany, nie jest wybierany. Po skosztowaniu zostaje jednak faworytem wśród ocenianych napojów. Został doceniony za zapach, wygląd i smak. Izotonik można przygotować samodzielnie, dzięki temu będzie pewność, że napój nie będzie wzbogacony sztucznymi środkami spożywczymi. Jednocześnie należy uważać z proporcjami składników. Taki napój nie będzie zawierał witamin i minerałów. Napój izotoniczny należy wypić maksymalnie do 2 dni. Mężczyźni tak samo często sięgają po ten napój jak kobiety. Najczęściej jest spożywany sporadycznie i nie wszyscy pijący znają jego skład. Sięgają po niego, zwykle aby wzmocnić organizm.

LITERATURA

- [1] **CHODKOWSKI J. 1964.** Mały słownik chemiczny, Warszawa, Wiedza Powszechna.
- [2] **CHODKOWSKI J., HULANCKI A., KAWECKI W., RODEWALD W., SŁONIEWICZ R. 1993.** Encyklopedia Techniki. Chemia. Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
- [3] **GAWĘCKI J. 2012.** Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu 1. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 360-362.
- [4] **MĘDRAŚ M. 2004.** Medycyna Sportowa. Warszawa, Agencja Wydawnicza Medsportpress.

Prof. dr hab. inż. Leszek MIESZKALSKI
 Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji, Wydział Inżynierii Produkcji
 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
 Dr inż. Zbigniew ŻUK
 Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań
 Dr inż. Piotr SZCZYGLAK
 Katedra Budowy Eksploatacji Pojazdów i Maszyn
 Wydział Nauk Technicznych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

MATEMATYCZNE MODELOWANIE KSZTAŁTU NASIENIA GORCZYCY BIAŁEJ (*SINAPIS ALBA L.*)[®]

Mathematical modeling of the shape of the seed of white mustard (*Sinapis alba L.*)[®]

Słowa kluczowe: gorczyca biała, nasiona, kształt, model matematyczny.

W modelu matematycznym do opisu kształtu nasienia gorczycy zastosowano krzywą Béziera, którą obrócono względem osi Z układu współrzędnych, a uzyskaną powierzchnię skalowano. Krzywa Béziera opisywała linię połowy konturu wzdłużnego przekroju nasienia gorczycy. Kształt nasienia gorczycy aproksymowano też za pomocą elipsoidy i kuli. Opracowany model matematyczny powstały przez obrót krzywej Béziera może służyć do opisu brył 3D podobnych pod względem kształtu i podstawowych wymiarów do nasion gorczycy. W modelu matematycznym istnieje możliwość zmiany wartości długości, szerokości, grubości nasienia oraz współrzędnych punktów węzłowych i kontrolnych krzywej Béziera opisującej linię połowy konturu wzdłużnego przekroju nasienia gorczycy.

Key words: white mustard, seeds, shape, mathematical model.

The mathematical model to describe the shape of mustard seed is used Bézier curve, which is rotated relative to the axis Z of the coordinate system, and the subjected to scaling surface. Bézier curve described the mid contour line of the section longitudinal of mustard seed. The shape of a mustard seed approximated using an ellipsoid and sphere. The mathematical model developed by the rotation of the Bézier curve can be used to describe the 3D solids are similar in shape and basic dimensions of the mustard seed. The mathematical model is possible to change the length, width, thickness of seed and coordinates of nodal point, of control points Bézier curve describing the mid contour line of the longitudinal section of mustard seed.

WSTĘP

Gorczyca biała (*Sinapis alba L.*) jest rośliną przyprawową, a nasiona są podstawowym składnikiem musztardy. Ze względu na zawartość substancji czynnych (olejek gorczycowy) są cennym surowcem dla przemysłu spożywczego.

Nasiona gorczycy białej według Świetlikowskiej [15] mają kształt kulisty. Grochowicz [6] uważa, że kształt kulisty nasion jest wówczas, gdy podstawowe wymiary (długość, szerokość, grubość) są równe. Kształt nasion gorczycy jest uwzględniany podczas projektowania maszyn i urządzeń wykorzystywanych w produkcji musztard np. obłuskiwanie nasion [16].

Metody zarządzania nasionami stosowane w przedsiębiorstwach produkcyjnych, handlowych [1, 2] i w przemyśle spożywczym a szczególnie przy robotyzacji produkcji [14], pozwalają uporządkować ich dane oraz zidentyfikować cechy geometryczne i strukturalne mające wpływ na parametry robocze maszyn i decyzje projektowe wpływające na jakość produktu.

Do opisu kształtu nasion mogą być wykorzystane metody opisu surowców pochodzenia rolniczego proponowane przez

wielu badaczy [4, 5, 11, 12]. Ze względu na niewielkie wymiary nasion, metody proponowane przez Frączka i Wróbla [5] oraz Kęskę i Federa [8] są trudne do praktycznego zastosowania.

Informacji potrzebnych do modelowania 3D obiektów różnego pochodzenia dostarcza grafika komputerowa [3, 9]. Sprawdzić należy, czy można zastosować inne modele, które dokładniej niż kula reprezentować mogą kształt zewnętrzny nasion gorczycy białej.

Celem artykułu jest przedstawienie opracowanego matematycznego modelu opisującego zewnętrzny kształt nasienia gorczycy białej.

METODYKA

Materiałem do badań były nasiona gorczycy zakupione w Centrali Nasiennej w Olsztynie. Pomiaru długości, szerokości i grubości wybranych nasion dokonano za pomocą metalograficznego mikroskopu warsztatowego typu BK MWM 2325 z dokładnością do 0,01 mm. Liczebność nasion gorczycy w próbach przeznaczonych do pomiarów cech geometrycznych (długości, szerokości i grubości) wyznaczono

przyjmując błędy szacunkowe cech geometrycznych na poziomie 5%. Liczba nasion w jednej próbie wynosiła 400 sztuk. Analizę statystyczną uzyskanych wyników pomiarów przeprowadzono korzystając z programu Statistica PL, [10, 13]. Do opisu kształtu połowy konturu przekroju wzdłużnego nasienia gorczycy zastosowano krzywą Béziera. Dokonując jej obrotu względem osi Z uzyskano powierzchnię obrotową. Do opisu kształtu nasienia gorczycy zastosowano też parametryczne równanie elipsoidy i kuli. Utworzona powierzchnię obrotową bryły i powierzchnię elipsoidy poddano skalowaniu, by kształt był zbliżony do kształtu modelowanego nasienia gorczycy. Wizualizacji wymienionych modeli brył 3D dokonano za pomocą matematycznego programu komputerowego.

W celu porównania kształtu nasienia z modelami matematycznymi opisującymi kształt nasienia gorczycy wykonano nałożone na siebie zrzutowane na płaszczyznę XZ fotografie podłużnego przekroju nasienia gorczycy oraz modeli i pokazano je na tle poziomych linii wykresu. Linie poziome przecinają obraz rzutu modelu i obraz rzutu rzeczywistego podłużnego przekroju bryły nasienia gorczycy. Poszczególne linie poziome, przecinając się z konturami rzutów, wyznaczają długości przekrojów na zaznaczonych poziomach.

WYNIKI POMIARÓW

W tabeli 1 zamieszczono charakterystykę statystyczną podstawowych wymiarów nasion gorczycy białej. Zawarte w tabeli 1 wyniki wskazują, że długość nasion gorczycy białej zawiera się od 2,49 do 2,53 mm, szerokość od 2,3 do 2,34 mm, a grubość od 2,06 do 2,1 mm. Różnica między najmniejszym a największym średnim wymiarem wynosi 0,22 mm, zatem nasiono gorczycy nie jest podobne ani do kuli ani do elipsoidy.

OPIS MODELU

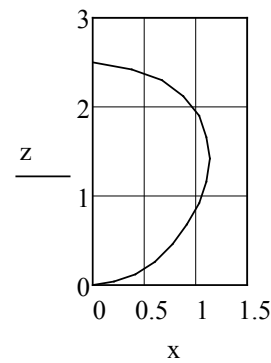
Macierzowe równania współrzędnych x, z punktów krzywej Béziera połowy konturu nasienia gorczycy mają postać:

$$x_t = x_1 \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^3 + x_2 \cdot 3 \cdot \frac{t}{N} \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^2 + x_3 \cdot 3 \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^2 \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right] + x_4 \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^3 \quad (1)$$

$$z_t = z_1 \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^3 + z_2 \cdot 3 \cdot \frac{t}{N} \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^2 + z_3 \cdot 3 \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^2 \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right] + z_4 \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^3 \quad (2)$$

Współrzędne punktów węzłowych i kontrolnych, występujących w równaniach (1, 2), dla krzywej Béziera nasienia gorczycy, są zapisane w macierzy 3:

$$\begin{bmatrix} x_1 & z_1 \\ x_2 & z_2 \\ x_3 & z_3 \\ x_4 & z_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 2,51 \\ 1,96 & 2,26 \\ 0,98 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$



Rys. 1. Kontur połowy wzdłużnego przekroju nasienia gorczycy.

Fig. 1. Contour half of a longitudinal section of a mustard seed.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

Tabela 1. Charakterystyka statystyczna podstawowych wymiarów nasion gorczycy białej

Table 1. Statistical characteristics of white mustard seed dimensions

Cecha Parameter	Wartość średnia Mean value \bar{x} (mm)	Przedział ufności Confidence interval		Odchylenie stan- dardowe Standard devia- tion S (mm)	Błąd szacunku Standard er- ror of the esti- mate d_z (mm)	Minimalna li- czebność próby Minimum sam- ple size n (-)	Przyjęta liczeb- ność próby Assumed sam- ple size n_0 (-)	Współczynnik zmienności Coefficient of variation, Thickness V (%)
		m_{min} (mm)	m_{max} (mm)					
Grubość Thickness (a)	2,08	2,06	2,10	0,1807	0,05	51	400	8,69
Szerokość Width (b)	2,32	2,30	2,34	0,1677	0,05	44	400	7,24
Długość Length (c)	2,51	2,49	2,53	0,1891	0,05	55	400	7,53
Średnica Diameter (d_z)	2,30	2,28	2,34	0,1621	0,05	41	400	7,05

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

W celu uzyskania powierzchni obrotowej reprezentującej nasienie gorczycy należy obrócić krzywą Béziera względem osi Z wykorzystując równania:

$$XI_{t,j} = x_t \cdot \sin(s_j) \quad (4)$$

$$YI_{t,j} = x_t \cdot \cos(s_j) \quad (5)$$

$$ZI_{t,j} = z_t \quad (6)$$

gdzie:

$$\alpha_i = \frac{\pi \cdot i}{N} \quad (7)$$

$$s_j = \frac{2 \cdot \pi \cdot j}{N} \quad (8)$$

$$i = 0 \dots N \quad (9)$$

$$j = 0 \dots N \quad (10)$$

$$t = 0 \dots N \quad (11)$$

gdzie: N – rozmiar macierzy (przyjęto $N = 14$),

t, i – liczba wierszy,

j – liczba kolumn.

Wymiary długości a , szerokości b , grubości c , jako wartości średnie (tab.1), pochodzące z pomiarów rzeczywistych nasion gorczycy zamieszczono w wektorze 12.

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,51 \\ 2,32 \\ 2,08 \end{bmatrix} \quad (12)$$

W celu uzyskania zadanych wymiarów (a, b, c) modelu nasienia gorczycy należy dokonać skalowania równań 4, 5, 6. Wyskalowane macierzowe równania współrzędnych X, Y, Z punktów węzłowych siatki powierzchni opisującej kształt nasienia gorczycy mają następującą postać:

$$X = \frac{b}{\max(XI) - \min(XI)} \cdot XI \quad (13)$$

$$Y = \frac{c}{\max(YI) - \min(YI)} \cdot YI \quad (14)$$

$$Z = \frac{a}{\max(ZI) - \min(ZI)} \cdot ZI \quad (15)$$

Macierzowe równania współrzędnych Xe, Ye, Ze punktów leżących na powierzchni elipsoidy aproksymującej kształt zewnętrznego nasienia gorczycy mają postać:

$$Xe_{i,j} = \frac{b}{2} \cdot \sin(\alpha_i) \cdot \cos(s_j) \quad (16)$$

$$Ye_{i,j} = \frac{c}{2} \cdot \sin(\alpha_i) \cdot \sin(s_j) \quad (17)$$

$$Ze_{i,j} = \frac{a}{2} \cdot \cos(\alpha_i) + \frac{a}{2} \quad (18)$$

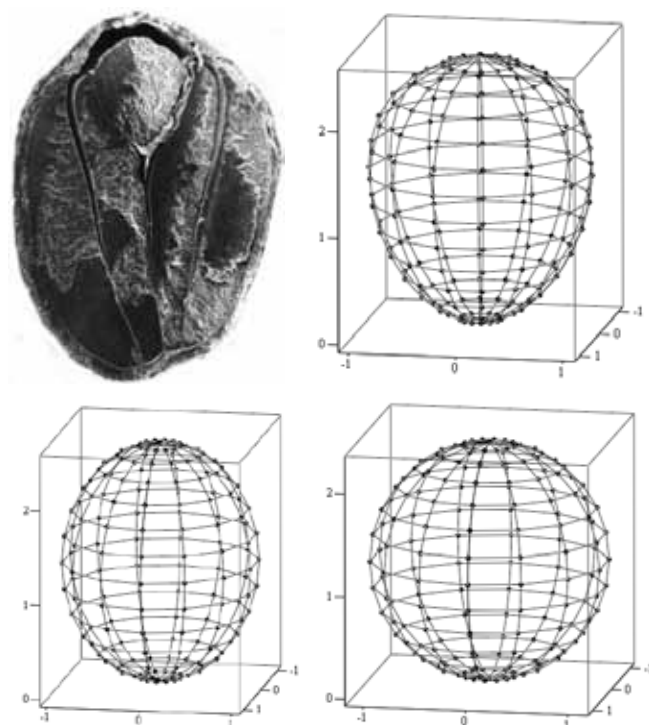
Macierzowe równania współrzędnych Xk, Yk, Zk punktów leżących na powierzchni kuli aproksymującej kształt wewnętrzny nasienia gorczycy mają postać:

$$Xk_{i,j} = \frac{r}{2} \cdot \sin(\alpha_i) \cdot \cos(s_j) \quad (19)$$

$$Yk_{i,j} = \frac{r}{2} \cdot \sin(\alpha_i) \cdot \sin(s_j) \quad (20)$$

$$Zk_{i,j} = \frac{r}{2} \cdot \cos(\alpha_i) + \frac{r}{2} \quad (21)$$

Przekrój podłużny nasienia gorczycy i jego modele kształtu zamieszczono na rysunku 2.

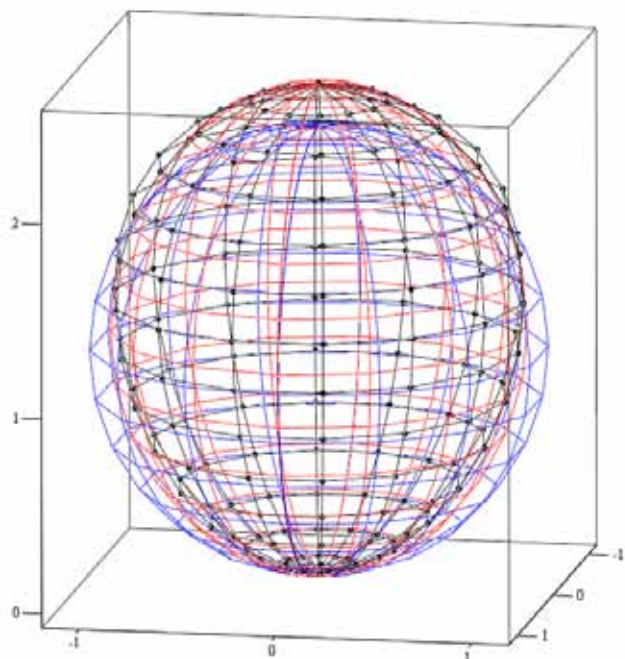


Rys. 2. Przekrój nasienia gorczycy białej; jej model otrzymany przez obrót krzywej Béziera, model wyrażony za pomocą elipsoidy, model wyrażony za pomocą kuli.

Fig. 2. Cross section of white mustard seed; the model obtained by rotation of the Bézier curve, the model is expressed by means of an ellipsoid model expressed using a sphere.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

Nałożone na siebie modele 3D nasienia gorczycy przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Nałożone na siebie modele nasienia gorczycy białej.

Fig. 3. Overlapping models of white mustard seed.

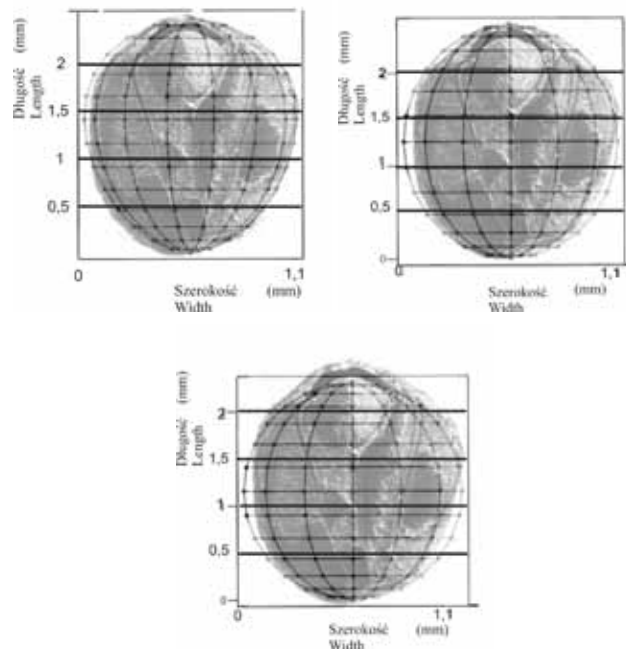
Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

WERYFIKACJA MODELU

Z rysunku 3 wynika, że między modelami reprezentującymi kształt nasienia gorczycy białej występują różnice profilowe.

Opracowane modele matematyczne opisujące kształt nasienia gorczycy poddano weryfikacji przez porównanie nałożonych na siebie rzutów na płaszczyzny *XZ* podłużnego przekroju nasienia gorczycy i jego modeli (rys. 4). Porównując nałożone na siebie rzuty modeli nasienia gorczycy, stwierdza się, że model powstały przez obrót krzywej Béziera dokładniej niż model elipsoidy i kuli aproksymuje kształt nasienia gorczycy. Wymiary podstawowe, jak długość, szerokość grubość, zachowuje model powstały przez obrót krzywej Béziera

i model, który reprezentuje elipsoida (wynik skalowania), natomiast model reprezentowany przez kulę nie zachowuje wymiarów podstawowych nasienia gorczycy. Wyznaczone różnice między długościami linii przecinających obrazy rzutów modeli i obraz rzutu podłużnego przekroju nasienia gorczycy na zaznaczonych poziomach przekrojów, a także obliczony błąd względny zamieszczono w tabeli 2.



Rys. 4. Rzuty na płaszczyznę *XZ* fotografii podłużnego przekroju nasienia gorczycy oraz modelu powstałego przez obrót krzywej Béziera, modelu reprezentowanego przez elipsoidę, modelu reprezentowanego przez kulę pokazane na tle poziomych linii wykresu.

Fig. 4. Projection onto a plane the *XZ* of photographs of longitudinal section of mustard seed and the model derived by the rotation of the Bézier curve, the model represented by the ellipsoid, the model represented by a sphere shown in the background horizontal line graph.

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

Tabela 2. Różnice pomiaru długości przekrojów modeli i długości podłużnego przekroju nasienia gorczycy na zaznaczonych poziomach oraz błąd względny (I – model powstały przez obrót krzywej Béziera, II – model reprezentowany przez elipsoidę, III – model reprezentowany przez kulę)

Table 2. Length measurement differences sectional models, and the sectional longitudinal length of the mustard seed at selected levels and the relative error (I - model created by the rotation of the Bézier curve, II - model represented by an ellipsoid, III - model represented by a sphere)

Odległość między zaznaczonymi przekrojami nasienia gorczycy i jego modeli <i>The distance between the selected cross-sections of mustard seed and its models (mm)</i>	Różnice między długościami przekrojów modeli i długościami przekrojów nasienia gorczycy na zaznaczonych poziomach <i>The difference between the lengths of cross-sectional models and lengths of cross-sectional the mustard seed at selected levels (mm)</i>			Błąd względny <i>The relative error (%)</i>		
	I	II	III	I	II	III
0,5	0,084	-0,168	-0,163	4,94	-9,88	-9,58
1	0,022	-0,13	-0,158	1,04	-6,17	-7,5
1,5	-0,019	-0,046	0,031	-0,86	-2,09	1,4
2	0,001	0,059	0,388	0,05	3,11	20,47

Źródło: Opracowanie własne / Source: The own study

Błąd względny odwzorowania nasienia gorczycy za pomocą modelu powstałego z obrotu krzywej Béziera dla przekrojów na poszczególnych poziomach zawiera się od -0,86 do 4,95%.

W przypadku modelu reprezentowanego przez elipsoidę (tab.2.) niedokładność odwzorowania wystąpiła w przekrojach w odległości 0,5 mm (błąd względny -9,88%) i 1 mm (błąd względny -6,17%). W przypadku modelu reprezentowanego przez kulę (tab.2.) niedokładność odwzorowania wystąpiła w przekrojach w odległości 0,5 mm (błąd względny -9,58%), 1 mm (błąd względny -7,5%) i 2 mm (błąd względny 20,47%).

Z przedstawionych trzech modeli matematycznych model powstały z obrotu krzywej Béziera może służyć do generowania brył 3D podobnych pod względem kształtu i podstawowych wymiarów nasion gorczycy białej. Modele mogą być wykorzystywane w inżynierii rolniczej i inżynierii żywności, tam gdzie jest wymagana duża dokładność odwzorowania.

WNIOSKI

1. Opracowany model matematyczny reprezentowany powierzchnią uzyskaną przez obrót krzywej Béziera po wyskalowaniu może służyć do generowania brył 3D zbliżonych pod względem kształtu i podstawowych wymiarów do nasion gorczycy białej.
2. W proponowanym modelu matematycznym parametrami sterującymi kształtem są podstawowe wymiary nasienia gorczycy (długość, szerokość, grubość) oraz współrzędne punktów węzłowych i kontrolnych krzywej Béziera opisującej linię połowy konturu wzdłużnego przekroju nasienia.
3. Proponowana metoda modelowania może ułatwić odwzorowanie kształtów rzeczywistych nasion gorczycy białej i może być stosowana przez projektantów do konstruowania separatorów i obłuskiwaczy.

LITERATURA

- [1] **BULIŃSKI J., WASZKIEWICZ CZ., BURACZEWSKI P. 2012.** Stock management as an element of enterprise strategy. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW.* No 60; 137-148.
- [2] **BULIŃSKI J., WASZKIEWICZ CZ., BURACZEWSKI P. 2013.** Utilization of ABC/XYZ analysis in stock planning in the enterprise. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW.* No 61; 89-96.
- [3] **FOLEY J. D., VAN DAM A., FEINER S. K., HUGHES J. F., PHILLIPS R. L. 2001.** Wprowadzenie do grafiki komputerowej. WNT, Warszawa, ISBN 83-204-2662-6.
- [4] **FRĄCZEK J., WRÓBEL M. 2006.** *Metodyczne aspekty oceny kształtu nasion.* Inżynieria Rolnicza. Nr 12, 155-163.
- [5] **FRĄCZEK J., WRÓBEL M. 2009.** *Zastosowanie grafiki komputerowej w rekonstrukcji 3D nasion.* Inżynieria Rolnicza. Nr 6 (115), 87-94.
- [6] **GROCHOWICZ J. 1971.** Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.
- [7] **JANASZEK M., TRAJER J. 2010.** Classification system as diagnostics tool for the plant products. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW.* No 56; 51-56.
- [8] **KĘSKA W., FEDER S. 1997.** Trójwymiarowa rekonstrukcja kształtu elementów roślinnych z dwuwymiarowych obrazów rastrowych. *Prace Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych,* 15-17.
- [9] **KICIAK P. 2000.** Podstawy modelowania krzywych i powierzchni. Zastosowanie w grafice komputerowej. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa.
- [10] **KREFTT R., CHOSZCZ D. 2000.** Statystyka (Zagadnienia wybrane), Wszechnica Mazurska w Olecku.
- [11] **MABILLE F., ABECASSIS J. 2003.** *Parametric modelling of wheat grain morphology: a new perspective.* *Journal of Cereal Science,* 37, 43-53.
- [12] **MIESZKALSKI L. 2011.** *Metoda matematycznego modelowania kształtu bryły ziarna pszenicy za pomocą parametrycznej krzywej przestrzennej i czterowęzłowej siatki.* *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego.* Nr 1. Tom 21/38, 41-45.
- [13] **RABIEJ M. 2012.** *Statistica.* Wyd. Helion Gliwice.
- [14] **SHVOROV S., RESHETYUK V., BOLBOT I., SHTEPA V., CHIRCHENKO D. 2012.** Teoretical issues construction and operation of agricultural mission robotic system. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW.* No 60; 97-102.
- [15] **ŚWIETLIKOWSKA K. (red.). 2008.** Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego. Wydawnictwo SGGW. Warszawa, ISBN 978-83-7244-929-0.
- [16] **ŻUK Z. 2011.** Metoda obłuskiwania nasion gorczycy. Rozprawa doktorska. Wydział Nauk Technicznych. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski.

Dr hab. inż. Anna ŻBIKOWSKA
 Mgr inż. Sylwia ONACIK-GÜR
 Katedra Technologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności
 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
 Dr inż. Małgorzata KOWALSKA
 Katedra Chemii, Wydział Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa
 Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

WPŁYW BŁONNIKA JABŁKOWEGO NA JAKOŚĆ FIZYCZNĄ I SENSORYCZNĄ WYROBÓW BISZKOPTOWO-TŁUSZCZOWYCH®

Impact of apple fiber on the physical and sensory quality
 of sponge-fat products®

Słowa kluczowe: zamienniki tłuszczu, błonnik pokarmowy, aspekt żywieniowy, produkty piekarskie.

Celem pracy przedstawianej w artykule była eliminacja tłuszczu z wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych poprzez zamianę go preparatem błonnika jabłkowego a także ustalenie wpływu tego preparatu na wybrane cechy produktów. W składzie recepturowym dokonano substytucji tłuszczu na poziomie 8, 24 i 48%. Zastosowano 2 rodzaje tłuszczu piekarskiego różniące się znacząco zawartością izomerów trans kwasów tłuszczowych – TFA. Wykazano ograniczone możliwości substytucji tłuszczu w badanych wyrobach błonnikiem jabłkowym, maksymalnie na poziomie 24%. Jednakże taka substytucja tłuszczu pozwala zmniejszyć wartość energetyczną produktów i wyeliminować niebezpieczne żywieniowo kwasy tłuszczowe – TFA.

Key words: fat substitute, dietary fiber, texture, nutritional aspects, bakery products.

The aim of the work presented in this article was to eliminate fat by apple fiber replacement and also to determine its impact on selected features of products. Recipes were changed by replacing fat at following levels 8, 24 and 48%. Two shortenings, significantly different in trans fatty acids (TFA) content, were used in the study. It was found that substitution of fat in studied products by apple fiber is limited and the maximum is 24%. However, such a replacement of fat can reduce the energy value of products and eliminate nutritionally dangerous fatty acids – TFA.

WPROWADZENIE

Otyłość jest chorobą wynikającą z zachwiania równowagi między podażą energii a jej wydatkowaniem. Ma ona charakter przewlekły i charakteryzuje się nadmiernym przyrostem masy ciała co może doprowadzić do powstania groźnych chorób m.in.: cukrzycy typu 2, chorób układu krążenia, układu oddechowego, chorób zwyrodnieniowych, nowotworów złośliwych. W ostatnich latach problem otyłości coraz częściej dotyczy dzieci [6,10, 21, 22].

W zapobieganiu otyłości i innym chorobom cywilizacyjnym szczególną rolę odgrywa ilość i jakość spożywanych tłuszczów. Według ekspertów współpracujących z EFSA zakres minimalnego i maksymalnego udziału energii z tłuszczu u dorosłych powinien wynosić od 25 do 30% energii z diety [7] a ilość izomerów trans kwasów tłuszczowych (FA) w diecie powinna być ograniczona do minimum [9]. Tłuszcze piekarskie charakteryzują się dużą zawartością nasyconych FA, a także mogą być źródłem izomerów trans FA (TFA), szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia [5,26].

Obniżanie zawartości tłuszczu w produktach spożywczych nie jest proste, ponieważ działanie takie stwarza problemy technologiczne. Produkty z obniżoną zawartością

tłuszczu często charakteryzują się niepożądanymi cechami jakościowymi – nieakceptowanymi przez konsumenta. W przypadku wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych większy dodatek zamiennika tłuszczu sprawia, że ich smak i zapach może być bardziej mdły, a tekstura – piaskowa lub gumowata [11]. Usunięcie tłuszczu o niekorzystnym profilu FA może prowadzić do obniżenia kaloryczności i otrzymania produktu o prozdrowotnym charakterze, zwłaszcza gdy w miejsce tłuszczu wprowadzony zostanie błonnik pokarmowy.

Błonnik jabłkowy jest produktem ubocznym przy produkcji soków czy win [4]. Wprowadzenie błonnika do składu recepturowego innych wyrobów spożywczych generalnie nie zwiększy kosztów a na pewno podniesie ich wartość żywieniową. Współczesny konsument coraz częściej poszukuje żywności wzbogaconej w cenne żywieniowo składniki np. błonnik i o obniżonej zawartości tłuszczu [2]. Wytloki jabłkowe są znakomitym źródłem błonnika [4], zawierają również inne prozdrowotne składniki jak np. polifenole [12]. Dietetycy zalecają spożywanie ok. 30-40 g błonnika dziennie, podczas gdy przeciętny jego udział w diecie jest znacznie mniejszy (w 2004 r. w diecie Polaków wynosił 15 g) [14]. Z kolei EFSA zaleca spożywanie błonnika na poziomie 25g/ dzień przez dorosłych a dla dzieci – od 10 do 21 g/ dzień [8].

Celem artykułu jest określenie możliwości zmniejszenia zawartości tłuszczu w wyrobach biszkoptowo-tłuszczowych poprzez dodatek błonnika jabłkowego oraz ustalenie wpływu tego zamiennika na wybrane parametry jakościowe produktów.

MATERIAŁ I METODY

Surowce

Dwa rodzaje 100% tłuszczów piekarskich: nieutwardzony przez uwodornienie tłuszcz (Akobake S 100) o zawartości TFA < 1% (Karlshamns) i utwardzony przez częściowe uwodornienie tłuszcz rzepakowy o zawartości TFA > 55 g/100g FA (ZPT w Warszawie) – tab.1.

Preparat błonnika jabłkowego (Microfood Poland sp. z o.o. w Warszawie), zawierający w suchej masie 60,9% błonnika ogółem w tym 14,3% błonnika rozpuszczalnego, dodany w ilości 0,5%, 1,5%, 3,0% w stosunku do całkowitej masy ciasta surowego.

Mąka pszenna typ 480, cukier puder i świeże jaja kurze zakupione w lokalnym supermarkecie.

Tabela 1. Charakterystyka składu kwasów tłuszczowych w surowcu tłuszczowym (%)

Table 1. Characteristics of the composition of fatty acids in shortenings (%)

Tłuszcz Fats	Kwasy tłuszczowe (KT)/Fatty acids (FA)			
	Nasycone KT Saturated FA	Izomery trans KT Trans Isomers	Jednonienasycone KT Monogenic FA cis	Wielonienasycone KT Polienic FA cis
Akobake S 100	50,12	0,53	40,70	8,65
Utwardzony rzepakowy	22,25	54,25	22,93	0,57

Źródło: Badania własne / **Source:** The own study

Technologia wytwarzania i wypieku wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych

Do przygotowania próbek kontrolnych ciasta biszkoptowo-tłuszczowego (bez preparatu) wykorzystano: mąkę, tłuszcz, cukier, świeżą masę jaj w proporcjach 1:1:1:1. Preparatem błonnika jabłkowego zastąpiono tłuszcze w ilości: 8, 24 i 48%. Ciasta surowe pieczono, w temperaturze 185°C przez 40 minut w piecu elektrycznym Sveba Dahlin, Fristad Sweden DC-32E. Każdy wypiek przeprowadzono w trzech powtórzeniach.

Wyroby poddawano badaniom po 24 godz. od wypieku.

Analiza składu kwasów tłuszczowych

Przed analizą GC próbki tłuszczu poddano derywatywacji do estrów metylowych kwasów tłuszczowych [17]. Tak przygotowane estry metylowe KT poddawano analizie składu KT metodą GC w układzie gaz-ciecz, zgodnie z zaleceniami zawartymi w normach ISO [15,16]. Analizę wykonano wykorzystując chromatograf gazowy Agilent Technologies 6890 II z oprogramowaniem ChemStation z detektorem FID,

wyposażony w kolumnę kapilarną SGE o symbolu BPX 70. Temperatura podczas analizy wynosiła od 140 do 220°C. Identyfikację pików kwasów tłuszczowych i izomerów trans kwasów tłuszczowych prowadzono przez porównanie z czasem retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych (Supelko 37 Sigma Aldrich, St.Louis, MO, USA).

Masa objętościowa

Masę objętościową wyrobów wyznaczono z wzoru:

$$M_s = \frac{M}{V} \cdot 1000$$

Gdzie: M_s – masa objętościowa [g/dm³],

M – masa wyrobu [g],

V – objętość wyrobu [cm³].

Instrumentalna analiza tekstury wyrobów

Teksturę wyrobów analizowano metodą instrumentalną przy użyciu teksturometru ZWICK typu 1120. Przeprowadzono test cięcia. Próbki o grubości 20 mm przecinano nożem o ostrzu prostym, przy użyciu siły wstępnej 0.5 N oraz prędkości przesuwu elementu roboczego 50 mm/min.

Analiza sensoryczna metodą profilową

Oceny sensorycznej dokonał przeszkolony zespół 20 osobowy. Ocenie punktowej poddano: wygląd zewnętrzny (równomierność wyrośnięcia, barwę, puszystość, jednolitość struktury i barwy miękiszu), zapach (typowy, obcy, mączny, zbożowy olejowy, maślany, słodki), teksturę (porowatość, wilgotność, piaskowatość, łamliwość-kruchość, gumowatość, twardość, sprężystość), smak (typowy, obcy, mączny, olejowy, maślany, słodki, metaliczny) i jakość ogólną próbek.

Ocena sensoryczna została przeprowadzona przez zespół dziesięcioosobowy zgodnie z zaleceniami norm [18, 19, 20].

W metodzie profilowania zastosowano liniową niestrukturowaną skalę oceny intensywności o długości 100 mm, gdzie lewa strona oznaczała mniejszą intensywność, a prawa większą danego parametru. Wyrażano intensywność doznawanego wrażenia, stawiając na linii pionową kreskę. Ocenę wyrażano liczbowo, przez pomiar długości odcinka od lewego końca skali do miejsca zaznaczonego przez oceniającego [3].

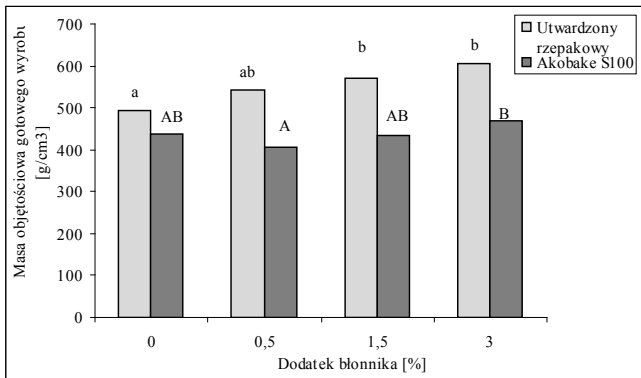
Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu Statgraphics Plus 4.1. Otrzymane wyniki oceniono z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji. Ocenę istotności różnic między średnimi wykonano stosując procedurę Duncan'a, przy $p < 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Tłuszcz podczas przygotowywania ciasta zatrzymuje powietrze w formie małych pęcherzyków, które podczas pieczenia zmieniają objętość formując w ten sposób porowatą strukturę produktu upieczonego. Im mniejsza jest masa objętościowa produktu tym lepsze napowietwienie i jakość [25]. Masa objętościowa badanych wyrobów wynosiła od 437,04 do 604,50 g/cm³ (rys.1). Wykazano lepszą jakość

(napowietrzenie) wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych otrzymanych przy udziale tłuszczu piekarskiego niewodornionego Akobake S 100 (zawartość TFA poniżej 1%). Przy doborze tłuszczów do produkcji ciast wysokotłuszczowych, należy pamiętać o ich roli żywieniowej oraz starać się ograniczać do niezbędnego minimum zawartość izomerów trans KT w surowcu tłuszczowym [7, 26]. Zgodnie z zaleceniami EFSA [7] obecność w diecie błonnika jest pożądana, jednak wzrost jego zawartości w składzie recepturowym, niezależnie od rodzaju użytego tłuszczu, powodował spadek napowietrzenia wyrobów.



Rys. 1. Masa objętościowa gotowego wyrobu.

* a, b – te same litery świadczą o braku statystycznie istotnych różnic (tłuszcz utwardzony przez uwodornienie)

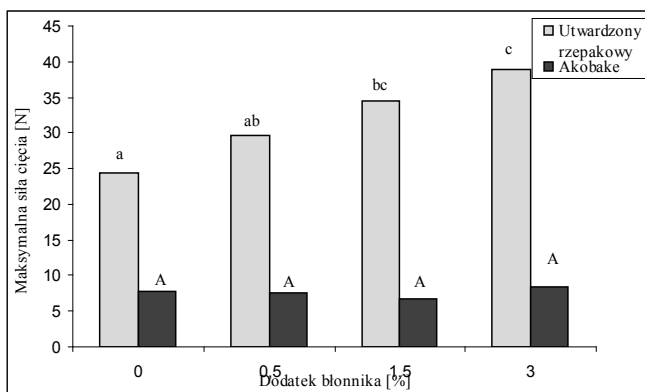
A, B – j.w. ale dotyczy tłuszczu niewodornionego

Fig. 1. Density of baked product.

* a, b – the same letters indicate no statistically significant differences (hardened fat by hydrogenation)

A, B – as above, does not apply to not hydrogenated fat

Źródło: Badania własne / Source: The own study



Rys. 2. Maksymalna siła cięcia wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych.

* a, b – te same litery świadczą o braku statystycznie istotnych różnic (tłuszcz utwardzony przez uwodornienie)

A, B – j.w. ale dotyczy tłuszczu niewodornionego

Fig. 2. Maximum cutting force of sponge cakes.

* a, b – the same letters indicate no statistically significant differences (hardened fat by hydrogenation)

A, B – as above, does not apply to not hydrogenated fat

Źródło: Badania własne / Source: The own study

Tłuszcz ma o wiele większy wpływ na kształtowanie tekstury ciast niż cukier czy mąka [24, 25]. Uzyskane w pracy wyniki wykazały, że stopień substytucji tłuszczu i jego

rodzaj wpływały na właściwości mechaniczne badanych wyrobów w sposób zróżnicowany w zależności od rodzaju zastosowanego tłuszczu.

Znacznie więcej siły wymagało przecięcie próbek wyrobów z utwardzonym przez uwodornienie tłuszczem rzepakowym (od 24,34 N do 38,87 N), w porównaniu do próbek z tłuszczem piekarskim niewodornionym (od 6,77 N do 8,32 N) – rys. 2. Wzrost ilości preparatu błonnika jabłkowego powodował zwiększenie maksymalnej siły cięcia, jednakże jej wartości różniły się istotnie statystycznie ($p < 0,05$) jedynie w przypadku produktów z utwardzonym przez uwodornienie tłuszczem (rys.2).

Zwiększenie dodatku błonnika jabłkowego powodowało wzrost wartości siły cięcia, czyli większą twardość miękkiszu badanych wyrobów (rys. 2). Takie spostrzeżenie dotyczyło tylko próbek wytworzonych na bazie utwardzonego tłuszczu rzepakowego. Nie stwierdzono istotnego wpływu ilości dodanego błonnika na wartość maksymalnej siły cięcia w przypadku zastosowania piekarskiego tłuszczu niewodornionego Akobake S 100. Próbkę te charakteryzowały się porównywalną twardością, maksymalna siła cięcia była dużo mniejsza niż w przypadku próbek z tłuszczem uwodornionym o dużej zawartości izomerów trans. Jednocześnie twardość tych wyrobów była 3-5 krotnie mniejsza w porównaniu z tymi w których zastosowano tłuszcz rzepakowy. Anioła i wsp. [1] stwierdzili, że błonnik jabłkowy zwiększa również twardość ciastek półkruchych. Natomiast Laguna i wsp. [13] wykazali występowanie zależności pomiędzy rodzajem i ilością zastosowanego zamiennika tłuszczu a teksturą (twardością) ciastek, których twardość znacząco rosła przy dodatku inuliny. W przypadku preparatu celulozy (HPMC) autorzy nie wykazali istotnych różnic pomiędzy teksturą herbatników z HPMC a próbą kontrolną (bez zamiennika tłuszczu).

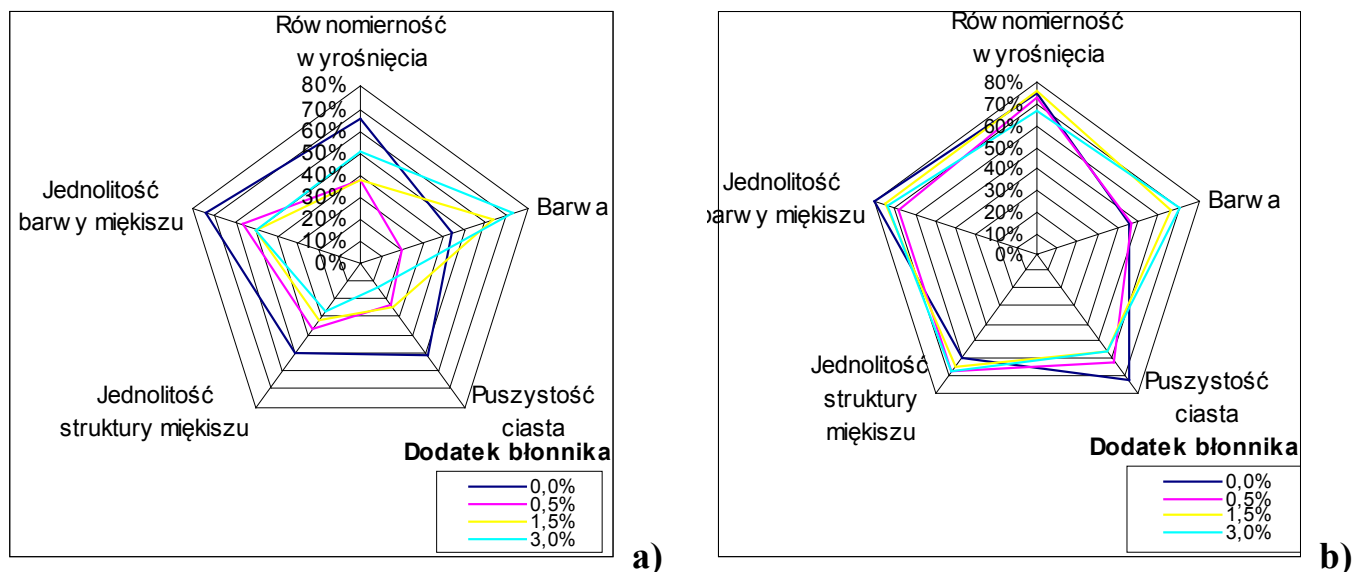
Ocena sensoryczna gotowych wyrobów

Tłuszcz pełni wiele ważnych funkcji w technologii produkcji i wpływa na jakość produktów ciastkarskich. W bardzo istotny sposób wpływa na jakość sensoryczną (smak, zapach, teksturę produktu) [21, 23, 25]. Eliminacja tłuszczu ze składu recepturowego badanych produktów powodowała pogorszenie tych właściwości (rys. 3-6).

Wyroby z tłuszczem piekarskim niewodornionym w porównaniu do produktów z tłuszczem utwardzonym przez uwodornienie charakteryzowały się bardziej wyrównanymi ocenami poszczególnych wyróżników wyglądu zewnętrznego wyrobu i jego miękkiszu (rys. 3a,b). Najciemniejszą barwę miękkiszu odznaczały się produkty z większą ilością dodanego preparatu, z 1,5% (65-67) i 3% dodatkiem zamiennika tłuszczu (70-73). Wypiek bez preparatu błonnika (próba kontrolna) oceniono najwyższej pod względem jednolitości barwy miękkiszu (79,9) i puszystości (72,7).

Niezależnie od rodzaju zastosowanego tłuszczu dodatek preparatu błonnika jabłkowego powodował spadek wyczuwalności pożądanego zapachu typowego. Dodatek preparatu błonnika jabłkowego jako zamiennika tłuszczu w ilości 3% powodował spadek intensywności zapachu typowego i maślanego oraz wzrost wyczuwalności niepożądanego zapachu obcego (rys. 4 a,b).

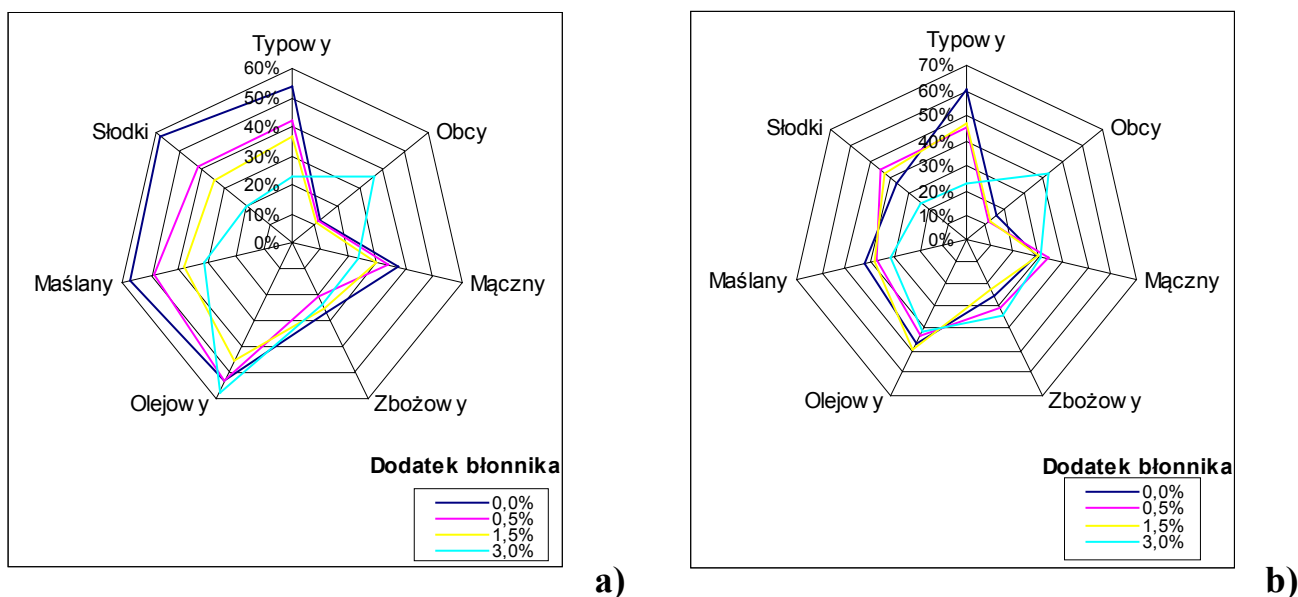
Analizując odczucia zespołu oceniającego teksturę badanych wyrobów, można stwierdzić, że wyroby wytworzone na



Rys. 3. Wyróżniki oceny sensorycznej wyglądu zewnętrznego wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych z tłuszczem utwardzonym przez uwodornienie (a) i tłuszczem nieuwodornionym (b).

Fig. 3. Attributes of sensory analysis – appearance of sponge cake products with hydrogenated fat (a) and not hydrogenated fat (b).

Źródło: Badania własne / Source: The own study



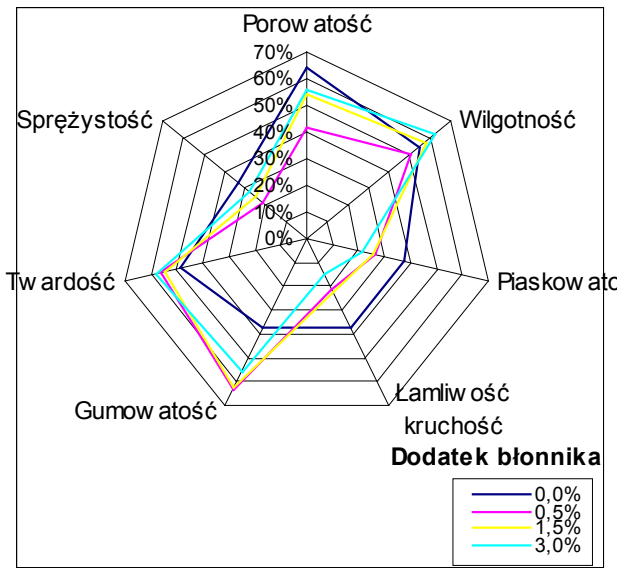
Rys. 4. Wyróżniki oceny sensorycznej zapachu wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych z tłuszczem utwardzonym przez uwodornienie (a) i tłuszczem nieuwodornionym (b).

Fig. 4. Attributes of sensory analysis – aroma of sponge cake products with hydrogenated fat (a) and not hydrogenated fat (b).

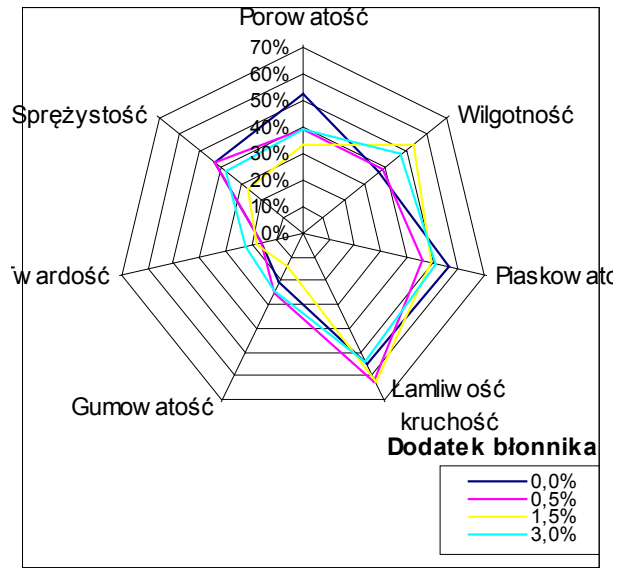
Źródło: Badania własne / Source: The own study

bazie tłuszczu utwardzonego charakteryzowały się znacznie większą twardością i gumowatością, a także porowatością i wilgotnością (rys. 5a,b). Natomiast wyroby przygotowane na bazie tłuszczu o niskiej zawartości izomerów trans KT były ocenione jako bardziej kruche (łamliwe) i piaskowate. Za najbardziej porowate uznano wyroby bez dodatku zamiennika (około 60). Dodatek preparatu powodował zmniejszenie porowatości, ale nie były to odczucia jednoznaczne. Zdaniem oceniających wprowadzenie preparatu do składu recepturowego ciast powodowało większą wilgotność produktów. Dodatek błonnika jabłkowego do wyrobów przygo-

towanych na bazie tłuszczu rzepakowego powodował odczucie większej twardości (55-60). W przypadku zastosowania tłuszczu o niskiej zawartości izomerów trans KT próbki ocenione były jako mało twarde (od 15,6 dla wyrobu z 0,5% zawartością zamiennika tłuszczu do 22,1 dla wyrobu z 3% dodatkiem preparatu). Jednocześnie próbki te wykazywały porównywalną bądź większą kruchość w porównaniu do próby kontrolnej (55-62). W przypadku wyrobów z tłuszczem rzepakowym ocena kruchości była znacznie niższa (16-23), również w porównaniu z próbą kontrolną (około 38).



a)

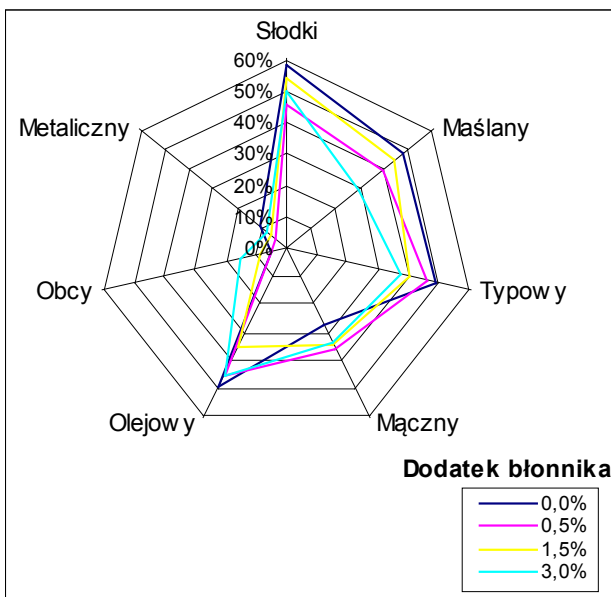


b)

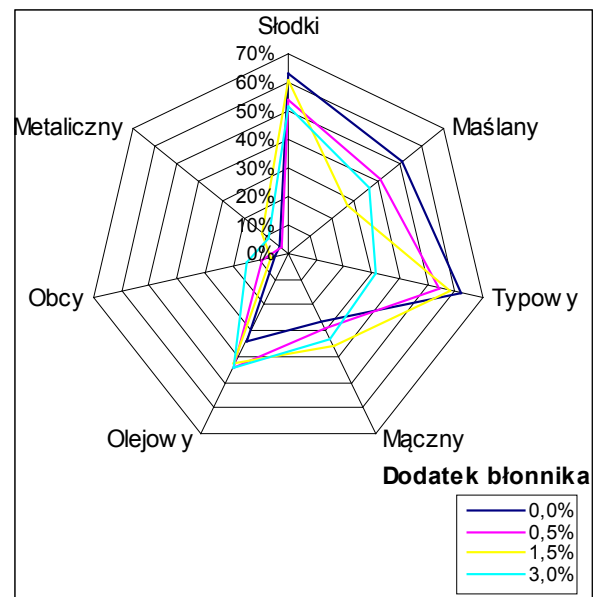
Rys. 5. Wyróżniki oceny sensorycznej tekstury wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych z tłuszczem utwardzonym przez uwodornienie (a) i tłuszczem nieuwodornionym (b).

Fig. 5. Attributes of sensory analysis – texture of sponge cake products with hydrogenated fat (a) and not hydrogenated fat (b).

Źródło: Badania własne / Source: The own study



a)



b)

Rys. 6. Wyróżniki oceny sensorycznej smaku wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych z tłuszczem utwardzonym przez uwodornienie (a) i tłuszczem nieuwodornionym (b).

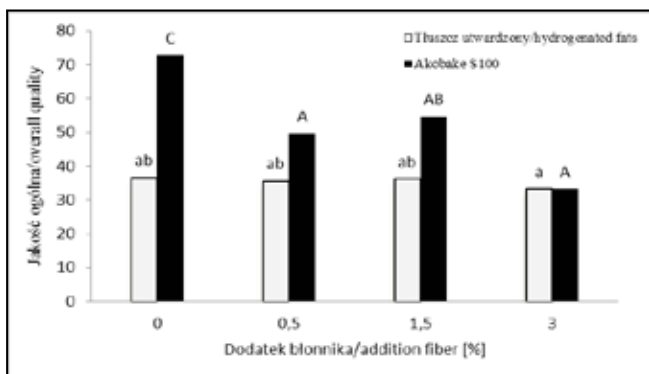
Fig. 6. Attributes of sensory analysis – taste of sponge cake products with hydrogenated fat (a) and not hydrogenated fat (b).

Źródło: Badania własne / Source: The own study

Niezależnie od rodzaju tłuszczu, za najbardziej typowe pod względem smaku uznano wyroby kontrolne (59-62), a do najmniej typowych zaliczono produkty z największym (3%) dodatkiem preparatu (31,2). Pod względem słodkości wszystkie wyroby zostały ocenione powyżej 50 jednostek. Niepożądane smaki (olejowy, obcy, metaliczny) były najsilniej wyczuwalne w wyrobach 3% zawartością błonnika kulinarnego (rys. 6 a,b).

Generalnie jakość ogólna wyrobów malała wraz ze wzrostem ilości preparatu błonnika w składzie recepturowym, jednakże większy wpływ wykazano w przypadkach próbek

z tłuszczem piekarskim nieuwodornionym o zawartości TFA poniżej 1% (rys. 7). Anioła i wsp. [1] wykazali wysoką pożądalność ciastek półkruchoch z udziałem błonnika jabłkowego na poziomie do 20%. Z kolei według Laguna i wsp. [13] zastąpienie powyżej 15% tłuszczu inuliną powoduje pogorszenie jakości sensorycznej ciastek, zwłaszcza ich tekstury. Również Seker i wsp. [21] badali jakość sensoryczną wyrobów ciastkarskich (herbatników), w których zastąpili tłuszcz mąką z moreli. Autorzy wykazali, że nawet eliminacja 40% tłuszczu nie powodowała istotnych różnic w jakości ciastek w porównaniu do próby kontrolnej.



Rys. 7. Jakość ogólna wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych z dodatkiem błonnika kulinarnego w ocenie sensorycznej.

* a, b – te same litery świadczą o braku statystycznie istotnych różnic (tłuszcz utwardzony przez uwodornienie)

A, B – j.w. ale dotyczy tłuszczu nieuwodornionego

Fig. 7. Overall quality of sensory quality of sponge cakes with apple fiber addition.

* a, b – the same letters indicate no statistically significant differences (hardened fat by hydrogenation)

A, B – as above, does not apply to not hydrogenated fat

Źródło: Badania własne / **Source:** The own study

PODSUMOWANIE

Niezależnie od rodzaju użytego tłuszczu, zastosowanie preparatu błonnika jabłkowego w roli zamiennika, wpłynęło negatywnie na badane cechy fizyczne i większość wyróżników jakości sensorycznej wyrobów. Zmiany w jakości produktów były zależne od rodzaju zastosowanego tłuszczu. W przypadku wyrobów z tłuszczem o wysokiej zawartości izomerów trans KT ogólna jakość sensoryczna wyrobów była oceniona na porównywalnym poziomie niezależnie od zawartości preparatu z błonnikiem jabłkowym. Ponadto stwierdzono, że dodatek błonnika powodował większą wilgotność produktów (ocena sensoryczna). Biorąc pod uwagę wszystkie wyniki przeprowadzonych badań, wykazano ograniczone możliwości substytucji tłuszczu w wyrobach biszkoptowo-tł. błonnikiem jabłkowym, maksymalnie na poziomie 24%. Taka substytucja tłuszczu pozwala zmniejszyć wartość energetyczną produktów i wyeliminować niebezpieczne żywieniowo kwasy tłuszczowe – TFA. Tego typu wyroby (o zmniejszonej zawartości tłuszczu) mogą stanowić alternatywę w stosunku do klasycznych wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych, a więc zarazem wspomagać profilaktykę wielu schorzeń dietozależnych.

LITERATURA

- [1] ANIOŁA J., PIOTROWSKA E., WALCZAK K., GÓRECKA D. 2008. Zastosowanie mikronizowanych preparatów wysokobłonnikowych w wyrobach ciastkarskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4, 103-110.
- [2] BABICZ-ZIELIŃSKA E., KOMOROWSKA-SZCZEPAŃSKA W., BARDO Z. 2011. Postawy i poglądy dziewcząt w stosunku do diety o działaniu prozdrowotnym. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 92, 451-454.
- [3] BARYŁKO-PIKIELNA N., MATUSZEWSKA I. (red.) 2009. *Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody - zastosowanie*. Wyd. Naukowe PTTŻ, Kraków.
- [4] GULLÓN B., FALQUÉ E, ALONSO J. L., PARAJÓ J.,C. 2007. *Apple pomace for application in food industries*. *Food Technology and Biotechnology*, 45, 426-433.
- [5] BENDSEN N.T., CHRISTENSEN R., BARTELS E.M., ASTRUP A. 2011. *Consumption of industrial and ruminant trans fatty acids and risk of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of cohort studies*. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65, 773-783.
- [6] DE ONIS M., BLOSSNER M., BORGHI E. 2010. *Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 92, 1257-64.
- [7] EFSA. 2010. *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol*. *EFSA Journal*, 8, 1461, 1-107.
- [8] EFSA. 2010a. *Panel on Dietetic, Nutrition, and Allergies (NDA), Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre*. *EFSA Journal* 8, 1462, 77.
- [9] EFSA. 2012. *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy* (<http://www.efsa.europa.eu/en/consultationsclosed/call/120720.pdf>)
- [10] JANSSON S.P.O., ENGFELDT P., MAGNUSON A., LOHSE G.PT, LILJEGREN G. 2013. *Interventions for lifestyle changes to promote weight reduction, a randomized controlled trial in primary health care*. *MC Research Notes*, 6, 213-220.
- [11] KHALIL A. H. 1998. *The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low fat cake*. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 299-313.
- [12] KOŁODZIEJCZYK K., MARKOWSKI J., KOŚMALA M., KRÓL B., PŁOCHARSKI W. 2007. *Wytłoki jabłkowe jako potencjalne źródło nutraceutyków*. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57, 291-295.
- [13] LAGUNA L., PRIMO-MARTÍN C., VARELA P., SALVADOR A., SANZ T. 2013. *HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation*. *LWT - Food Science and Technology*, 30, 1-8.
- [14] MIELCARZ M. 2004. *Żywieniowe i technologiczne aspekty zastosowania błonników pokarmowych do produkcji wyrobów piekarskich i ciastkarskich*. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 48, 7-9.
- [15] PN-EN ISO 15304. 2003. *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych w olejach i tłuszczach roślinnych. Metoda chromatografii gazowej*.

- [16] **PN-EN ISO 5508. 1996.** *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.*
- [17] **PN-EN ISO 5509. 2001.** *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.*
- [18] **PN-ISO 11036:1999.** *Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.*
- [19] **PN-ISO 4121:1987.** *Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.*
- [20] **PN-ISO 6564:1999.** *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości.*
- [21] **SEKER I. T., OZBOY-OZBAS O., OZTURK S., & KOKSEL H. 2010.** *Utilization of Apricot Kernel Flour as fat replacer in cookies.* Journal of Food Processing and Preservation, 34, 15-26.
- [22] **VOELKER R. 2012.** *Escalating Obesity Rates Pose Health, Budget Threats,* JAMA. 308, 1514.
- [23] **www.who.int** – 15.12. 2013.
- [24] **ZOULIAS E. I., OREOPOULOU V., KOUNALAKI E. 2002.** *Effect of fat and sugar replacement on cookie properties.* Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 1637-1644.
- [25] **ŻBIKOWSKA A. 2004.** *Studia nad określeniem wpływu izomerów trans kwasów tłuszczowych na jakość ciast.* Rozprawa doktorska. SGGW, WTŻ, Warszawa.
- [26] **ŻBIKOWSKA A. 2010.** *Formation and properties of trans fatty acids - a review.* Polish Journal of Food and Nutrition Science, 60, 107-114.

Dr inż. Grzegorz FIUTAK
 Dr hab. inż. Ryszard MACURA
 Dr inż. Magdalena MICHALCZYK
 Prof. dr hab. inż. Krzysztof SURÓWKA
 Katedra Chłodnictwa i Koncentratów Spożywczych
 Wydział Technologii Żywności
 Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

WPŁYW METODY ZAMRAŻANIA NA BARWĘ, ZAWARTOŚĆ CHLOROFILI I TEKSTURĘ PRODUKTÓW LIOFILIZOWANYCH®

Effect of freezing method on the colour, chlorophylls content and texture of freeze-dried products®

Badania współfinansowano z dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych służących rozwojowi młodych naukowców w ramach projektu nr rej. BM-4764/KChKS/2014

Słowa kluczowe: ogniwa Peltiera, chlorofile, karotenoidy, barwa $L^*a^*b^*$, mrożenie szokowe.

Praca przedstawiona w artykule miała na celu określenie wpływu metody zamrażania na barwę, zawartość chlorofili i teksturę produktów liofilizowanych. Jako modelowy surowiec wykorzystano owoce kiwi, które zamrożono z zastosowaniem 3 metod: w zamrażarce bez wymuszonego obiegu powietrza (temp. -22°C), w zamrażarce szokowej z wymuszonym obiegiem powietrza (temp. -70°C) oraz pomiędzy dwoma ogniwami Peltiera 5A do osiągnięcia w środku termicznym temperatury -18°C . Zamrażanie szokowe, pozwoliło uzyskać liofilizat charakteryzujący się największą zawartością barwników, jaśniejszą barwą, a także mniejszą porowatością, co wpłynęło na teksturę analizowanego surowca.

Key words: Peltier cells, chlorophylls, carotenoids, color $L^*a^*b^*$, shock freezing.

The aim of this study was to determine the effect of freezing methods on color, texture and chlorophylls content of freeze-dried products. As a model material there was used kiwi fruit which was frozen by three methods: in the refrigerator without forced air circulation (temp. -22°C), shock freezer with forced air circulation (temp. -70°C) and between the two Peltier cells 5A to the temperature of -18°C in the thermic center. Shock freezing allowed to obtain the freeze-dried products characterized by the highest content of pigments, lighter color, and lower porosity, which contributed to the texture of the analyzed material.

WSTĘP

Liofilizacja jest jedną z fizycznych metod utrwalania żywności. Polega ona na usuwaniu wody z zamrożonego produktu poprzez sublimację lodu z pominięciem stanu ciekłego. Uzyskany taką metodą produkt jest bezpieczny mikrobiologicznie i dzięki zastosowaniu podczas procesu niskiej temperatury, charakteryzuje się wysoką jakością. Ważny jest fakt, że do żywności utrwalonej metodą liofilizacji nie dodaje się żadnych chemicznych środków konserwujących. Istotnym wskaźnikiem jakości żywności suszonej tym sposobem, jest zachowanie barwy. Obecność lodu w tkankach w pierwszej fazie procesu, zapewnia zachowanie kształtu produktu po wysuszeniu. Szybkość zamrażania wstępnego znacząco wpływa na rozmiary i kształt powstających kryształów lodu, a przez to na porowatość wysuszonego materiału. Jeśli zamrażanie będzie trwało długo, kryształy lodu będą większe niż w przypadku szybkiego mrożenia, a więc otrzymany produkt będzie charakteryzował się większymi porami, w porównaniu do produktów zamrożonych szybkimi metodami.

Na szybkość procesu zamrażania, wpływa m.in. rodzaj metody mrożenia. Do najbardziej efektywnych należą metody kontaktowe, których współczynnik wnikania ciepła (α) wynosi 500-600 W/(m^2K) [2]. Umożliwiają one znaczną redukcję czasu zamrażania, a czynna różnica temperatur nie jest tu aż tak istotna, jak ma to miejsce w metodach owiewowych charakteryzujących się dużo mniejszymi współczynnikami wnikania ciepła (10-40 W/(m^2K)) [2].

Do metod kontaktowego mrożenia można także zaliczyć zamrażanie przy użyciu ogniw Peltiera. Moduły Peltiera to urządzenia termoelektryczne służące jako pompy transportujące ciepło w kierunku zależnym od kierunku przepływu prądu elektrycznego [5]. Temperatura robocza (zimnej strony) ogniw Peltiera uzależniona jest przede wszystkim od odpowiedniego schłodzenia strony gorącej. Aby moduły mogły prawidłowo funkcjonować, po stronie gorącej należy odprowadzać znaczne ilości energii. Ilość ciepła pochłanianego nie jest równa ilości ciepła wydzielanego, gdyż należy doliczyć ciepło Joule'a, a także ciepło wynikające ze znacznej różnicy temperatur strony cieplej i zimnej płytki (ok. 67°C), które

również należy ująć w bilansie cieplnym [1]. Zaletą ogniw Peltiera jest to, że do uzyskania ujemnych temperatur nie są potrzebne tzw. czynniki chłodnicze, nie potrzebują więc one układu sprężarkowego oraz często stosowanych w nich smarów i olejów.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących porównania szybkości zamrażania surowca modelowego (kiwi) przy pomocy metody kontaktowej z użyciem ogniw Peltiera (TEC1-12705) i owiewowej: w zamrażarce szokowej z wymuszonym obiegiem powietrza (temp. -70°C) oraz bez wymuszonego obiegu powietrza (w temp. -22°C). W pracy określano także wpływ sposobu mrożenia na barwę, zawartość chlorofilu, karotenoidów i teksturę produktów liofilizowanych. Ponadto zbadano trwałość liofilizatów w czasie ich jedno i dwumiesięcznego przechowywania.

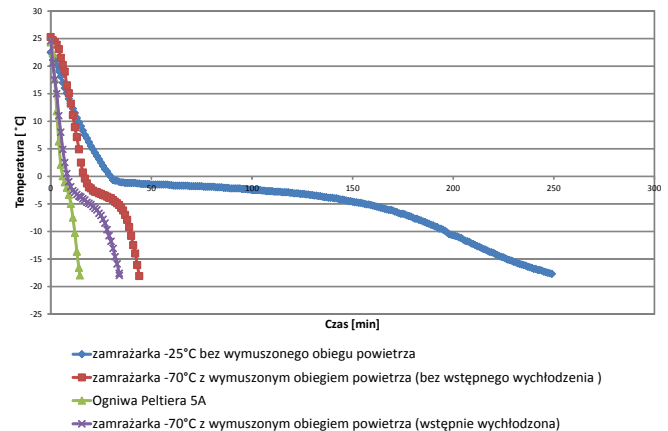
MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Owoce kiwi pokrojono na plastry o grubości 2 cm, które zamroźono do temperatury -18°C w środku termicznym z zastosowaniem zamrażarki bez wymuszonego obiegu powietrza (temp. -22°C), zamrażarki szokowej (temp. -70°C) z wymuszonym obiegiem powietrza oraz z wykorzystaniem dwóch ogniw Peltiera (TEC-12705) o prądzie pracy 5A (w celu pomiaru temperatury zimnych stron ogniw użyto pirometru (Votcraft IR 900-30S)). Dodatkowo zastosowano wariant zamrażania szokowego (temp. -70°C) bez wstępnego wychłodzenia komory. Zamrożony produkt wysuszono w liofilizatorze LaborMim OE-950 (Węgry) w czasie 22-24 godziny, przy temperaturze płyt grzejnych 35°C. Analizowano go natychmiast po wysuszeniu oraz po 1 i 2 miesiącach przechowywania suszów szczelnie zamkniętych w słoikach bez dostępu powietrza. Wykonano instrumentalne oznaczenie barwy z użyciem spektrofotometru Konica-Minolta CM5 (6 powtórzeń) oraz spektrofotometrycznie zmierzono zawartość chlorofilu i karotenoidów (4 powtórzenia) [3]. Ekstrakcję przeprowadzono acetonem w obecności tlenu magnezu, a następnie wykonano pomiar absorpcji przy długościach fal: 662 nm (chlorofil *a*), 645 nm (chlorofil *b*) i 470 nm (karoteny i ksantofile). Dokonano pomiaru tekstury z wykorzystaniem teksturometru TA-XT2 (Stable Micro Systems Haslemere, UK) wykonując test penetracji trzpieniem igłowym (SMS P/2N) o średnicy 2 mm. Próbnik zagłębiany w materiale z prędkością 0,1 mm/s na głębokość 15 mm. Analizę wykonano w 8 powtórzeniach. Ponadto wykonano zdjęcia mikroskopowe liofilizowanych suszów w powiększeniu 40x (mikroskop Meiji Techno (Japonia) z dołączoną kamerą MotiCam 2500 5,0M Pixel) na podstawie których porównano strukturę produktu. Analizę statystyczną wykonano stosując program Statistica 10.0.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Liofilizacja jest metodą suszenia opierającą się na usuwaniu wody z zamrożonego produktu z pominięciem fazy ciekłej. Pierwszym, istotnym etapem tego procesu jest zamrożenie surowca. Związane są z tym zmiany wewnątrz jego struktury. Dobór odpowiedniej metody mrożenia wpływa na późniejszą porowatość i teksturę suszonych produktów. W pracy porównano trzy metody mrożenia owoców kiwi oraz określono wpływ tych metod na jakość uzyskanych liofilizatów.

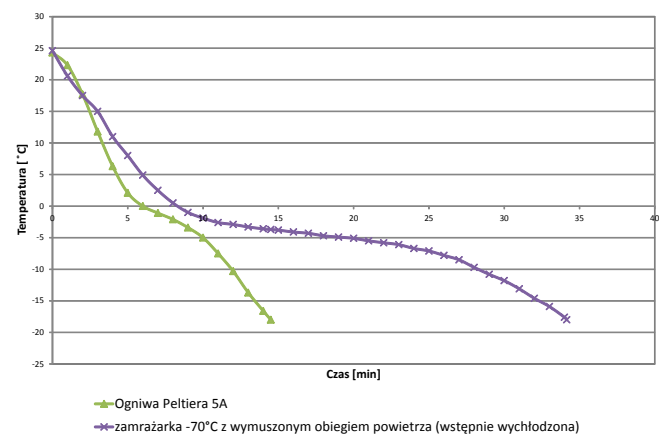
Zdecydowanie najmniejszą szybkością mrożenia charakteryzowała się metoda owiewowa (temp. -22°C) bez wymuszonego obiegu powietrza (rys. 1), przy której do uzyskania temp. -18°C w środku termicznym produktu potrzeba było aż 257 min.



Rys. 1. Krzywe zamrażania produktu modelowego z użyciem czterech metod mrożenia.

Fig. 1. Time – temperature relationship of model product frozen with various methods.

Źródło: Badania własne / Source: The own study



Rys. 2. Krzywe zamrażania produktu z użyciem dwóch najszybszych metod mrożenia.

Fig. 2. Time – temperature relationship of model product frozen with two the fastest methods.

Źródło: Badania własne / Source: The own study

W przypadku zamrażarki szokowej z wymuszonym obiegiem powietrza, w której temperatura robocza wynosiła -70°C, czas zamrażania zredukowano ponad sześciokrotnie, ostatecznie uzyskując w środku termicznym -18°C po 39 minutach. Jako ostatnią eksperymentalną metodę zastosowano mrożenie przy pomocy modułów termoelektrycznych tzw. ogniw Peltiera. W doświadczeniu zastosowano 5A płytki, chłodzone za pomocą wydajnego układu chłodzenia wodnego z chłodnicą na której zamontowano dwa wentylatory. Pozwoliło to uzyskać temperaturę -29°C na zimnych stronach płytek. Ognia Peltiera są układami, które nie wymagają wstępnego schładzania gdyż temperaturę pracy uzyskują one po kilku sekundach. Temperatura mrożenia jaką uzyskują ognia jest przede wszystkim uzależniona od temperatury strony gorącej. Wg producenta różnica między tzw. stroną

zimną i gorącą wynosi ok. 67°C. Jeśli po stronie zimnej temperatura mierzona pirometrem wynosiła -29°C, to znaczy że strona gorąca została schłodzona do ok. 38°C. Użycie ogniw Peltiera pozwoliło zamrozić badany surowiec w ponad 2,5 razy krótszym czasie w porównaniu do mrożenia szokowego (rys. 2).

Ogniwa nie były wstępnie schłodzone. W pracy podjęto również próbę zamrożenia produktu w zamrażarce szokowej bez wstępnego wychłodzenia komory. Do uzyskania -18°C w środku termicznym potrzeba było 49 minut, co daje czas o ponad pół godziny dłuższy w porównaniu z chłodzeniem przy użyciu płytek Peltiera. Z porównania metody najwolniejszej i najszybszej wynika, że między ogniwami owoce zamrożono w ponad 14 razy krótszym czasie niż metodą zamrażania tradycyjnego bez owiewu. Również Pałacha i Krystian [4] przedstawiają relatywnie długi czas zamrażania żywności metodami tradycyjnymi w temp. -36°C. Użytkali oni -18°C w środku termicznym śliwek po czasie ok. 65 min, natomiast metodą z użyciem dwutlenku węgla (LIC) po 31 min, a fluidyzacyjną (temp -37°C) po 13 min. Fiutak i in. [1], którzy analizowali zamrażanie prostopadłościennych kostek (4x4x2 cm) wyciętych z buraka pastewnego, również odnotowali długi czas ich zamrażania metodą tradycyjną wynoszący aż 81 minut, mimo niskiej temperatury medium -43°C. Przy użyciu ogniw Peltiera do uzyskania -15°C w środku termicznym potrzeba było tylko 12 min.

Oceniono wpływ, stosowanego przed liofilizacją mrożenia różnymi metodami, na jakość uzyskanych suszów. Oznaczoną zawartość chlorofilu, sumę karotenów i ksantofili, a także barwę, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość barwników oraz parametry barwy liofilizatów uzyskanych z zastosowaniem różnych metod wstępnego mrożenia

Table 1. The content of pigments and the color of the freeze-dried products using various methods of preliminary freezing

		Zawartość barwników			Barwa		
		Chlorofil a [mg/100 g]	Chlorofil b [mg/100 g]	X+C ^{a)} [mg/100 g]	L*	a*	b*
Bezpośrednio po wysuszeniu	Kiwi mrożone w temp -22°C	7,87 (±1,62)	5,35 ^A (±1,36)	3,12 ^A (±0,8)	69,95 (±2,07)	-11,58 (±0,65)	-31,84 (±3,09)
	Kiwi mrożone w temp -70°C	12,30 ^A (±2,13)	7,15 (±1,03)	3,82 ^A (±0,57)	78,04 ^A (±1,66)	-9,67 ^A (±0,69)	-24,23 ^A (±1,71)
	Kiwi mrożone pomiędzy ogniwami	10,11 ^A (±1,56)	4,12 ^A (±0,99)	3,22 ^A (±0,44)	75,67 ^A (±2,89)	-9,35 ^A (±0,89)	-21,53 ^A (±1,89)
Po miesiącu prze- chowywania	Kiwi mrożone w temp -22°C	6,08 (±0,92)	2,74 (±0,53)	2,51 ^B (±0,29)	72,14 ^B (±3,60)	-10,63 ^B (±0,87)	-31,45 (±3,12)
	Kiwi mrożone w temp -70°C	7,55 ^B (±0,64)	2,39 ^B (±0,41)	2,86 ^B (±0,17)	76,50 ^B (±2,81)	-10,16 ^B (±0,56)	-27,71 ^B (±1,12)
	Kiwi mrożone pomiędzy ogniwami	7,13 ^B (±0,35)	2,30 ^B (±0,28)	2,76 ^B (±0,05)	74,44 ^B (±2,11)	-10,35 ^B (±0,55)	-25,13 ^B (±1,71)
Po 2 miesiącach przechowywania	Kiwi mrożone w temp -22°C	5,48 ^C (±1,33)	1,44 ^C (±0,63)	2,21 ^C (±0,49)	73,44 ^C (±1,85)	-10,51 ^C (±0,33)	-31,31 (±2,77)
	Kiwi mrożone w temp -70°C	7,11 ^C (±0,65)	2,17 ^C (±0,71)	2,54 ^C (±0,35)	77,01 (±0,88)	-10,54 ^C (±0,96)	-26,43 ^C (±2,53)
	Kiwi mrożone pomiędzy ogniwami	7,12 ^C (±0,49)	2,16 ^C (±0,71)	2,61 ^C (±0,25)	73,99 ^C (±1,84)	-10,22 ^C (±1,19)	-24,43 ^C (±1,55)

^{a)}X+C = suma karotenów i ksantofili

Źródło: Badania własne / Source: The own study

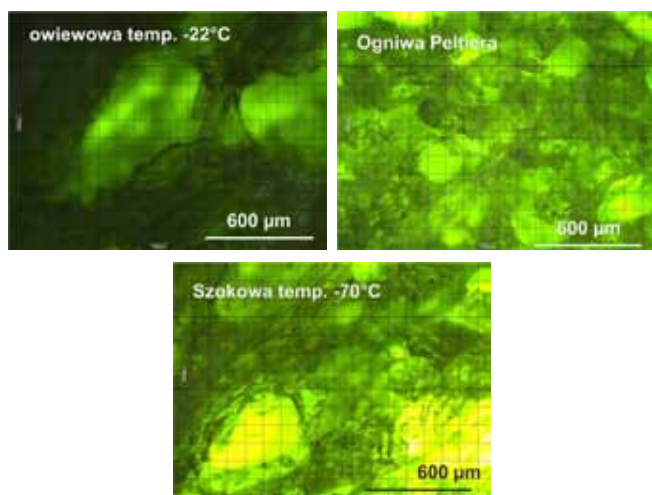
Takie same litery (ABC...) w kolumnach w obrębie poszczególnych grup oznaczają brak różnic statystycznie istotnych ($p \leq 0,05$).

Susze uzyskane z produktów zamrożonych szokowo charakteryzowały się największą zawartością wszystkich analizowanych barwników. Zawierały one o 56% więcej chlorofilu *a* w porównaniu z suszem uzyskanym z surowca zamrożonego sposobem tradycyjnym i o 21% więcej niż produkt mrożony z użyciem ogniw Peltiera. Liofilizaty różniły się również barwą. Najjaśniejsza była próbka uzyskana z surowca mrożonego szokowo ($L^* = 78,04$) natomiast największym udziałem barwy zielonej odznaczały się owoce wstępnie mrożone metodą tradycyjną. Pomimo najintensywniejszej zielonej barwy ($b^* = -11,58$), susz ten charakteryzował się jednak najmniejszym stężeniem chlorofilu. Barwa liofilizatów zależy bowiem nie tylko od koncentracji barwników, a w dużej mierze uzależniona jest od porowatości produktu, a ta z kolei od wielkości kryształów lodu powstałych w pierwszym etapie procesu mrożenia. W produkcie o drobnych porach światło ulega większemu rozproszeniu, przez co produkt wydaje się znacznie jaśniejszy. Na rysunku 3 przedstawiono zdjęcia mikroskopowe liofilizowanego surowca modelowego uzyskanego z próbek zamrażanych różnymi metodami.

W suszu uzyskanym po zamrożeniu owoców z wykorzystaniem ogniw Peltiera widoczne są niewielkie pory będące najprawdopodobniej skutkiem tworzenia się drobnych kryształów lodu w czasie zamrażania. W przypadku suszu uzyskanego z tradycyjnie mrożonego produktu zaobserwowano duże pory będące następstwem wolno narastających dużych kryształów. Jeśli szybkość zamrażania maleje, wielkość

kryształów lodu wzrasta, czego rezultatem są mechaniczne uszkodzenia komórek prowadzące do pogorszenia jakości produktu. Efekt ten, widoczny w przeprowadzonych badaniach własnych, opisują również Rząca i Witrowa-Rajchert [6].

Wielkość powstałych w czasie zamrażania kryształów lodu ma także wpływ na późniejszą teksturę liofilizatów (tab. 2). W pracy wykonano test penetracji trzpieniem igłowym (SMS P/2N). Zmiany struktury wynikające z miejscowego zagęszczenia struktury materiału spowodowanego obecnością dużych kryształów podczas powolnego zamrażania wpłynęły na wzrost pracy zagłębienia próbniaka, a także wzrost siły maksymalnej odnotowanej podczas testu penetracji. Zarówno próbkę mrożoną szokowo jak i między ogniwami Peltiera charakteryzowała o ok. 20% mniejsza praca potrzebna do zagłębienia próbniaka, a także o ok. 20% mniejsza siła maksymalna w stosunku do użytej przy próbce mrożonej owowowo w temp. -22°C.



Rys. 3. Zdjęcia mikroskopowe liofilizowanych owoców kiwi uzyskanych z surowców mrożonych różnymi metodami.

Fig. 3. Microscopic images of freeze-dried kiwi fruit obtained from raw materials frozen with different methods.

Źródło: Badania własne / Source: The own study

Tabela 2. Wyniki badań dotyczące tekstury liofilizatów uzyskanych z zastosowaniem różnych metod wstępnego mrożenia

Table 2. Texture parameters of lyophilized products obtained from kiwi fruit frozen with various methods

		Tekstura	
		Praca [mJ]	Siła max [N]
Bezpośrednio po wysuszeniu	Kiwi mrożone w temp -22°C	83,4 (±13,4)	3,06 ^A (±0,59)
	Kiwi mrożone w temp -70°C	63,1 ^A (±5,5)	2,34 ^A (±0,44)
	Kiwi mrożone pomiędzy ogniwami	66,1 ^A (±6,9)	2,45 ^A (±0,41)
Po miesiącu przechowywania	Kiwi mrożone w temp -22°C	79,9 (±5,5)	2,36 ^B (±0,35)
	Kiwi mrożone w temp -70°C	68,0 ^B (±6,2)	2,14 ^B (±0,33)
	Kiwi mrożone pomiędzy ogniwami	69,0 ^B (±5,4)	2,21 ^B (±0,45)
Po 2 miesiącach przechowywania	Kiwi mrożone w temp -22°C	77,4 ^C (±11,0)	2,45 ^C (±0,57)
	Kiwi mrożone w temp -70°C	67,1 ^C (±4,2)	2,15 ^C (±0,44)
	Kiwi mrożone pomiędzy ogniwami	68,3 ^C (±8,6)	2,15 ^C (±0,39)

Źródło: Badania własne / Source: The own study

Takie same litery (ABC...) w kolumnach w obrębie poszczególnych grup oznaczają brak różnic statystycznie istotnych ($p \leq 0,05$).

W pracy podjęto również próbę określenia wpływu zamrażania na trwałość uzyskanych liofilizatów pod względem zawartości barwników, a także zmiany barwy. Owoce wstępnie mrożone metodą owiewową po miesięcznym przechowywaniu charakteryzowały się zmniejszeniem wartości składowej L^* określającej jasność, dwumiesięczne przechowywanie pogłębiło te zmiany. Zależności takiej nie zaobserwowano w przypadku suszów uzyskanych z produktów mrożonych szokowo. Liofilizowane owoce mrożone sposobem tradycyjnym po dwumiesięcznym przechowywaniu utraciły 30% chlorofilu a , a mrożone szokowo 42% wymienionego składnika. Pomimo to zamrożone szokowo zawierały o ok. 30% więcej tego barwnika w porównaniu do mrożonych owiewowo w temp. -22°C po dwóch miesiącach przechowywania.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Najszybszą metodą mrożenia okazało się mrożenie przy pomocy 5A ogniwa Peltiera, niewiele wolniejsze było zamrażanie szokowe. Produkty mrożone tymi metodami charakteryzują się drobniejszymi kryształami lodu wewnątrz i po zliofilizowaniu licznymi porami o mniejszych rozmiarach. Liofilizaty uzyskane z surowca mrożonego powoli, mają większe pory będące pozostałością po większych kryształach lodu. Badania wykazały, że metoda mrożenia poprzedzająca suszenie sublimacyjne determinuje cechy morfologiczne tworzących się kryształów lodu, przez co wpływa na końcowe właściwości suszu takie jak barwa oraz tekstura. Dobierając sposób zamrażania można zatem regulować charakterystykę produktów liofilizowanych. Mrożenie przy użyciu ogniwa Peltiera stanowi interesującą alternatywę w stosunku do metod dotychczas stosowanych.

LITERATURA

- [1] FIUTAK G., MACURA R., FILIPCZAK-FIUTAK M. 2014. Porównanie możliwości zamrażalniczych ogniwa Peltiera (5A) z zamrażaniem immersyjnym, owiewowym i z użyciem suchego lodu. Chłodnictwo, tom II nr 1, 16-18.
- [2] GRUDA Z., POSTOLSKI J. 1999. Zamrażanie żywności. Wyd. 3. WNT, Warszawa, 216-230.
- [3] LICHTENTHALER H.K., BUSCHMANN C. 2001. Extraction of photosynthetic tissues: Chlorophylls and Carotenoids. Mesurment and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current Protocols in Food Anal. Chem., F4.2.1-F4.2.6, F4.3.1-F4.3.8, John Wiley & Sons Inc.
- [4] PAŁACHA Z., KRYSZTIAN J. 2014. Analiza czasu zamrażania wybranych owoców przy zmiennych parametrach procesu zamrażania. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2, 62-67.
- [5] RUCIŃSKI A. 2013. Materiały termoelektryczne w urządzeniach chłodniczych i generatorach prądu elektrycznego. Chłodnictwo, tom XLVIII nr 10, 14-16.
- [6] RZĄCA M., WITROWA-RAJCHERT D. 2007. Suszenie żywności w niskiej temperaturze. Przemysł Spożywczy 4, 30-35.

Dr inż. Joanna KRUK
Dr inż. Paweł PTASZEK
Prof. dr hab. inż. Mirosław GRZESIK
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Technologii Żywności
Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego

CHARAKTERYSTYKA FIZYCZNA SPIENIONYCH UKŁADÓW SPOŻYWCZYCH NA BAZIE BIAŁKA JAJA KURZEGO I PEKTYNY JABŁKOWEJ®

Physical characteristic of food foam systems based on egg white protein
and apple pectin®

W artykule przedstawiono fizyczną charakterystykę spożywczych układów spienionych otrzymanych na bazie białka jaja kurzego z dodatkiem pektyny jabłkowej. Wyznaczono objętościowy ułamek fazy gazowej oraz rozkład pęcherzy pian na podstawie analizy obrazu. Przeprowadzono również badania oscylacyjne, które posłużyły do wyznaczenia widm relaksacji badanych pian. Wykazano wpływ pektyny na ilość gazu, a także na rozkład wielkości pęcherzy gazu rozproszonego w fazie ciągłej oraz na intensywność zachowań relaksacyjnych.

This article presents the physical characteristics of food foam systems obtained on the basis of egg white with the addition of apple pectin. The volume fraction of the gas phase, the distribution of foam bubbles image analysis were determined. Oscillatory tests were also performed, which were used to determine the relaxation spectra of studied foams. The influence of pectin on the amount of gas and the size distribution of gas bubbles dispersed in the continuous phase and on the intensity of relaxation.

WPROWADZENIE

Piany są niejednorodnymi układami, w których gaz jest zdyspergowany w fazie ciągłej – ciekłej lub stałej [13, 14]. Tego rodzaju układy powszechnie występują w technologii żywności jako surowce i produkty gotowe takie jak lody, kremy, musy – piany mokre, a także pieczywo, ciasta, bezy – piany suche. Białka ze względu na obecność regionów hydrofobowych i hydrofilowych, są najczęściej wykorzystywanymi czynnikami pianotwórczymi [1, 2], do najczęściej stosowanych należy białko jaja kurzego i pochodne białek serwatkowych. Te heterogeniczne układy, otrzymane poprzez wprowadzenie powietrza do roztworu białkowego na drodze ubijania, są jednak nietrwałe, ponieważ rozfałdowany – na skutek wprowadzenia do układu energii mechanicznej – łańcuch białkowy dąży do odtworzenia swojej pierwotnej konformacji. Przejawem tego zjawiska jest degradacja struktury piany i powstawanie odcieku [4, 18, 20]. Tym niepożądanym zjawiskiem można zapobiegać poprzez zmianę siły jonowej lub pH w układzie [8, 10], a także poprzez zastosowanie odpowiednich dodatków spożywczych, mogą to być substancje mało- i wielkocząsteczkowe. Do tej grupy należą sacharydy, których użycie umożliwia uzyskanie efektu stabilizacji piany [5, 6]. Standardowo stosuje się mono- i disacharydy, jednak ze względu na ich wysoką kaloryczność (i konieczność stosowania dużych dawek) coraz częściej podejmowane są próby ich zastąpienia polisacharydami [11]. Substancje te powodują wzrost lepkości fazy ciągłej, co wpływa na rozkład wielkości pęcherzy gazu zawieszzonego w cieczy, a więc na ułamek objętościowy fazy gazowej i gęstość powstałego układu spienionego. Polisacharydy mają również wpływ na właściwości reologiczne pian, poprzez kształtowanie

ich właściwości lepkosprężystych [9, 16], a ta cecha jest w sposób ścisły powiązana z właściwościami fizykochemicznymi pian (gęstość i zawartość fazy rozproszonej), ważnymi przy prognozowaniu właściwości technologicznych [12].

Materiały wykazujące właściwości lepkosprężyste, a więc pośrednie między idealnymi ciałami sprężystymi i lepкими cieczami, można opisać za pomocą modeli mechanicznych bazujących na połączeniu tłumików i sprężyn. Pierwsze z nich wyrażają właściwości lepkie (prawo Newtona), drugie natomiast właściwości sprężyste (prawo Hooke'a). Zestawienie tych elementów umożliwia modelowanie zjawisk lepkosprężystych zachodzących w materiałach rzeczywistych. Równoległy układ sprężyny i tłumika – element Voigta oraz szeregowy układ – element Maxwella to podstawowe elementy modeli mechanicznych. W zależności od rodzaju wykonanego doświadczenia reologicznego zmianie ulega postać przyjętego modelu. Jednymi z częściej stosowanych są uogólniony model Voigta, Maxwella, które reprezentują odpowiednio retardację i relaksację [3, 19].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu dodatku pektyny jabłkowej na właściwości fizykochemiczne spożywczych układów spienionych otrzymanych na bazie białka jaja kurzego.

MATERIAŁY I METODY

Jako materiał badawczy wybrano suszony komercyjny preparat białka jaja kurzego (BJK) (Ovopol, Polska) oraz pektynę jabłkową (P) (Pektowin, Polska).

Mieszaniny bazowe służące do wytwarzania pian przygotowano stosując proporcję 9:1 (woda : sucha masa). Suchą

masę stanowiło białko jaja kurzego (piana wyjściowa) lub białko jaja kurzego z dodatkiem pektyny. Stosowane proporcje składników przedstawiono w tabeli 1. Przygotowane w ten sposób mieszaniny umieszczano w miasarce planetarnej i ubijano przy 300obr/min. Optymalny czas ubijania wynoszący 120s ustalono na podstawie badań wstępnych (przy takim czasie ubijania obserwowano największą zawartość fazy gazowej (ϕ) w fazie rozpraszającej).

Tabela 1. Stężenie (w/w) białka jaja kurzego i pektyny w badanych pianach

Table 1. Concentration (w/w) of egg white protein and pectin in examined foams

Stężenie białka (BJK), %	Stężenie pektyny (P), %
9,1	0
8,8	0,3
8,5	0,6

Źródło: Badania własne / Source: The own study

Udział objętościowy fazy gazowej w fazie rozpraszającej wyznaczono metodą wagową wykorzystując zależność:

$$\phi = \frac{V_p - V_c}{V_p} = 1 - \frac{\rho_p}{\rho_c}$$

gdzie: V_p – objętość piany, ml;
 V_c – objętość cieczy, ml;
 ρ_p – gęstość piany, $g \cdot cm^{-3}$;
 ρ_c – gęstość cieczy, $g \cdot cm^{-3}$.

W celu wyznaczenia gęstości cieczy pianę zniszczono w wirówce przy 9000 obr/min. Czas wirowania był niezależny od składu fazy rozpraszającej i wynosił 10 minut. Z uzyskanej cieczy pobrano próbkę o objętości 5 cm^3 i zważono. W przypadku gęstości piany pomiary wykonano w cylindrze miarowym o objętości 100 ml. Pomiary wykonano w pięciu powtórzeniach w temperaturze 23°C.

Do badań rozkładu wielkości pęcherzy powietrza zawieszonych w fazie ciekłej wykorzystano odwrócony mikroskop optyczny. Otrzymane zdjęcia mikroskopowe pian zarejestrowano za pomocą kamery i zapisano w postaci plików TIFF o rozdzielczości 1280x1024 pikseli. Analizę obrazu wykonano programem ImageJ (<http://rsbweb.nih.gov/ij/index.html>) wykorzystując autorskie makropolecenie, którego zastosowanie umożliwiło zmierzenie długości wielkiej i małej osi elipsy, charakteryzujących wielkość pęcherzy badanych populacji. Histogramy pian wyznaczono dla populacji o liczności pęcherzy wynoszącej $5 \cdot 10^4$.

Reologiczne pomiary pian wykonano reometrem RS6000 (Haake, Niemcy). Zastosowano sensor typu płytka-płytką (średnica płytki 35mm). Ze względu na kluczowe znaczenie wielkości szczeliny pomiarowej, przy pomiarach właściwości zdyspergowanych układów m.in. pian, jej wielkość ustalono na podstawie badań wstępnych i przyjęto równą 2mm. Przy jej doborze należało pamiętać, aby nie następowało zgniatanie i niszczenie pęcherzy. Badania reologiczne polegały na pomiarze wartości zespolonego modułu sprężystości G^* w funkcji częstotliwości w zakresie od 0,1

do 10Hz w temperaturze 23°C. W pierwszym etapie ustalono zakres liniowej lepkości sprężystości [3, 17]. W przypadku pomiarów w dziedzinie częstotliwościowej, test ten służy do określenia bezwzględnej wartości zespolonego modułu sprężystości w funkcji amplitudy odkształcenia ($|G^*(\gamma_o)|$). Obszar lepkości sprężystości liniowej określa zakres zmian amplitudy odkształcenia, przy której wartości $|G^*(\gamma_o)|$ są stałe (równoległe do osi odciętych γ_o). Na podstawie pomiarów lepkości sprężystości liniowej przeprowadzonych w zakresie skrajnych wartości częstotliwości, wyznaczono wspólną wartość $\gamma_o = 0,01$ dla wszystkich analizowanych pian, która była następnie wykorzystana do określenia $G'(\omega)$ i $G''(\omega)$. Pomiary wykonano w trzech powtórzeniach w temperaturze 23°C.

Do opisu ilościowego wyników zastosowano ciągły zespolony model Maxwell'a:

$$G^*(j\omega) = G_e + \int_0^{+\infty} H(\lambda) \cdot \frac{(\lambda\omega)^2}{1 + (\lambda\omega)^2} d\lambda + j \cdot \int_0^{+\infty} H(\lambda) \cdot \frac{(\lambda\omega)}{1 + (\lambda\omega)^2} d\lambda$$

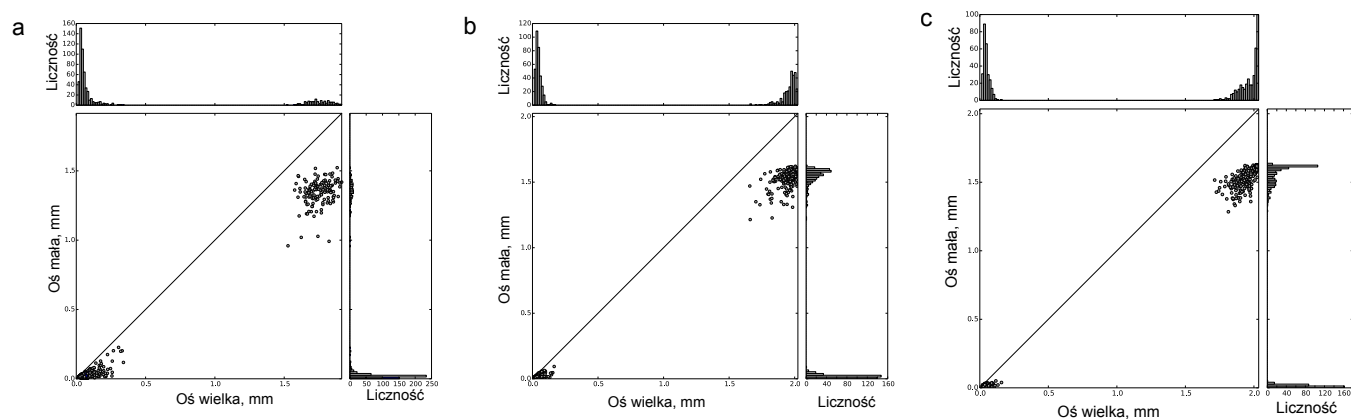
Jest to reologiczny model służący do przedstawiania zjawisk relaksacji/relaksacyjnych, gdzie:

- G^* – zespolony moduł sprężystości, Pa;
- G_e – moduł równowagowy, Pa;
- $H(\lambda)$ – spektrum relaksacji, Pa;
- λ – czas relaksacji, s;
- ω – częstotliwość, Hz;
- j – jednostka urojona. Spektrum relaksacji wyznaczono na podstawie G' i G'' wykorzystując metodę regulacji [7, 15].

WYNIKI I DYSKUSJA

Największą wartość objętościowego ułamka fazy gazowej (ϕ) odnotowano w pianie wyjściowej – niezawierającej hydrokoloidu ($0,95 \pm 0,02$). Zastosowanie dodatku w postaci pektyny spowodowało obniżenie ilości gazu zatrzymanego w fazie ciągłej do poziomu $0,89 \pm 0,01$ i $0,86 \pm 0,01$ odpowiednio dla stężenia pektyny 0,3 i 0,6%. Zjawisko wynika ze zwiększonej, w stosunku do piany niezawierającej hydrokoloidu, lepkości fazy ciekłej. Na skutek wzrostu lepkości obserwuje się zwiększoną w stosunku do piany wyjściowej trwałość układu (lepkościowy mechanizm stabilizacji pian) [21]. Obniżenie zawartości powietrza w pianach z hydrokoloidem wynika ze zwiększonej lepkości fazy ciągłej, z której została wytworzona. Jest ono również związane z większą wytrzymałością powstających pęcherzy, gdyż powstający w pierwszym etapie ubijania pęcherz trudniej rozbić na mniejsze. Ponadto wielkość cząsteczki hydrokoloidu i jej duże powinowactwo do wody powoduje, że ciągły film międzyfazowy jest grubszy niż w przypadku piany wyjściowej.

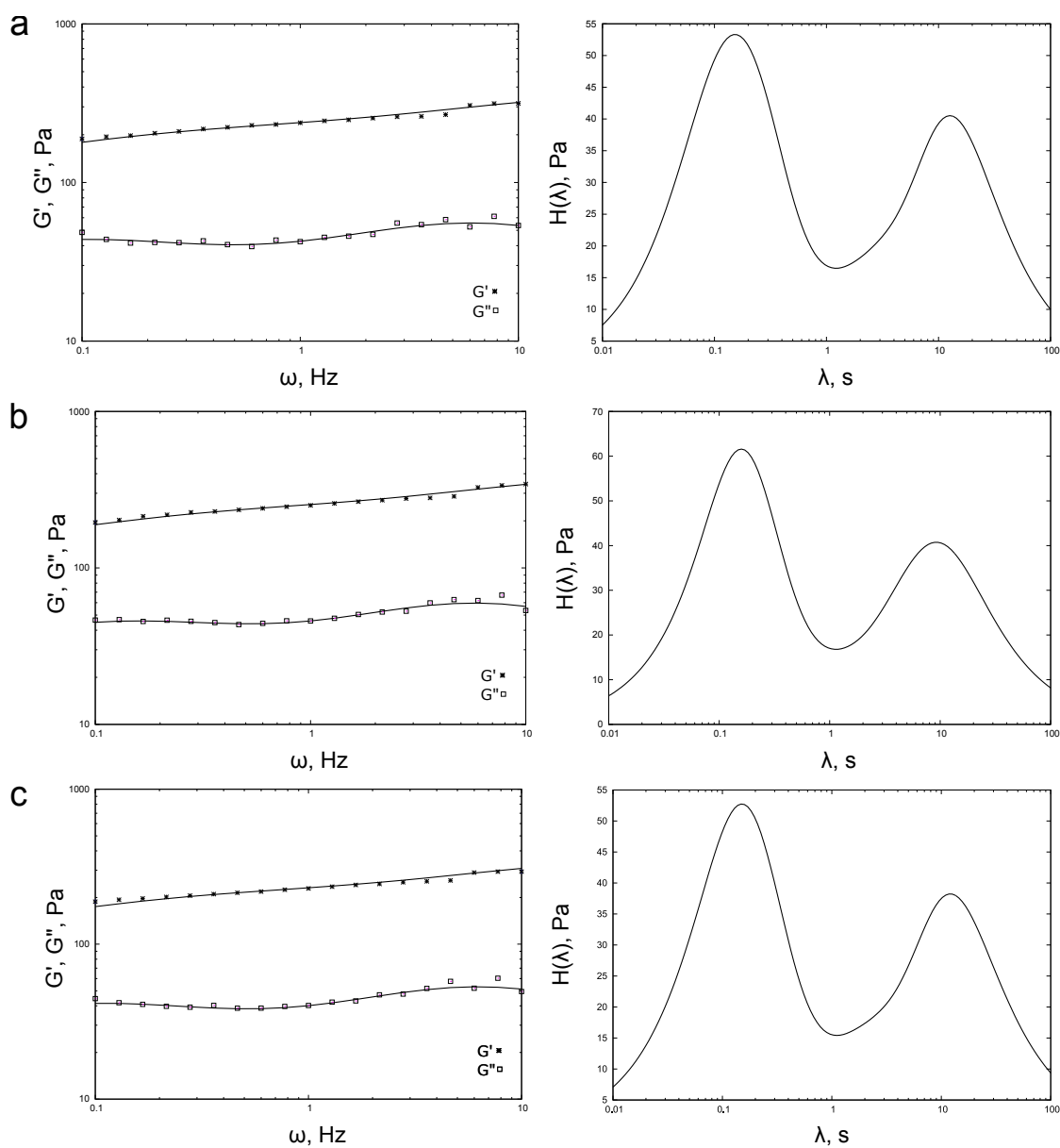
Na rysunku 1 przedstawiono histogramy. Stwierdzono, że w badanych pianach obecne są dwie populacje pęcherzy gazu o elipsoidalnym kształcie. Ich wielkość scharakteryzowano za pomocą długości osi wielkiej i małej. W pianie wyjściowej (niezawierającej hydrokoloidu) największe liczności pęcherzy odnotowano dla osi wielkich nieprzekraczających 0,1 mm i odpowiednio dla małych nieprzekraczających 0,05mm – populacja pierwsza. W tym obszarze widoczne jest znaczne skupienie punktów na wykresie. W przypadku drugiej populacji pęcherzy ich osie wielkie oscylują w granicach



Rys. 1. Histogramy osi pęcherzy pian: a – piana wyjściowa, b – piana z 0,3% P, c – piana z 0,6% P.

Rys. 1. Histograms of foam bubbles axis: a – initial foam, b – foam with 0,3% P, c – foam with 0,6% P.

Źródło: Badania własne



Rys. 2. Moduł magazynowania (G') i strat (G'') w funkcji częstotliwości oraz widmo relaksacji ($H(\lambda)$) badanych pian: a – piana wyjściowa, b – piana z 0,3% P, c – piana z 0,6% P.

Rys. 2. The storage module (G') and loss module (G'') as frequency function of study foams: a – initial foam, b – foam with 0,3% P, c – foam with 0,6% P.

Źródło: Badania własne

od 1,5 do 2,0 mm, a małe od 1,0 do 1,5 mm. Większe zróżnicowanie rozmiarów zaobserwowano dla wielkich osi elips populacji pierwszej (większa liczba klas, poziomy histogram). Liczności otrzymanych populacji pęcherzy znacznie się różnią, gdyż w populacji drugiej, o wymiarach charakterystycznych większych niż w populacji pierwszej, liczności poszczególnych klas nie przekraczają 20 pęcherzy. Zastosowanie pektyny spowodowało zmianę rozkładu wielkości pęcherzy. Zarówno w przypadku użycia 0,3 jak i 0,6% dodatku pektyny zaobserwowano wzrost liczności populacji pęcherzy charakteryzujących się osiami wielkimi w zakresie 1,5-2,0 mm i małymi w zakresie 1,0-1,5mm. Liczności klas w tej populacji przekraczają 40, a więc są nawet dwa razy większe niż w przypadku piany wyjściowej. Pęcherze populacji o mniejszych rozmiarach, dla obu rozpatrywanych ilości pektyny, osiągają oś wielką na maksymalnym poziomie nieprzekraczającym 0,2 mm i oś małą poniżej 0,1 mm.

W obszarze plateau moduły magazynowania i strat w funkcji częstotliwości dla badanych układów spienionych kształtują się w sposób przedstawiony na rysunku 2. Świadczy to o wytworzeniu struktury przestrzennej. Przebieg G' i G'' nie ulega zmianie na skutek zastosowania dodatku pektyny w ilości 0,3 i 0,6%. Można zauważyć niewielkie zmiany wartości modułów przy zastosowaniu pektyny w ilości 0,3%.

Na podstawie badań oscylacyjnych wyznaczono również widma relaksacji. Analiza uzyskanych wyników wykazała obecność jednego piksu o dwóch maksimach, które świadczą o istnieniu złożonych procesów relaksacyjnych. Wraz ze wzrostem stężenia pektyny intensywność czasów relaksacji ($H(\lambda)$) rośnie a następnie maleje.

WNIOSKI

1. Dodatek pektyny powoduje obniżenie zawartości fazy gazowej w badanych pianach. Uzyskane piany są jednak bardziej trwałe.
2. Zastosowanie pektyny powoduje wzrost wielkości pęcherzy gazu zatrzymanego w fazie ciągłej pian na bazie białka jaja kurzego.
3. W obszarze liniowej lepkości sprężystości badane układy spienione charakteryzują się złożonymi zachowaniami relaksacyjnymi.

LITERATURA

- [1] **ABU-GHOUSH M., HERALD T. J., ARAMOUNI A. M. 2010.** *Comparative study of egg white protein and egg alternatives used in an angel food cake system.* Journal of Food Processing and Preservation, 34(2), 411-425.
- [2] **BALERIN C., AYMARD P., DUCEPT F., VASLIN S., CUVELIER G. 2007.** *Effect of formulation and processing factors on the properties of liquid food foams.* Journal of Food Engineering, 78, 802-809.
- [3] **FERRY J. D. 1980.** *Viscoelastic properties of polymers.*, New York, Wiley.
- [4] **INDRAWATI L., NARSIMHAN G. 2008.** *Characterization of protein stabilized foam formed in a continuous shear mixing apparatus.* Journal of Food Engineering 88, 456-465.
- [5] **LAU C. K., DICKINSON E. 2004.** *Instability and structural change in an aerated system containing egg albumen and invert sugar.* Food Hydrocolloids, 19, 111-121.
- [6] **LAU C. K., DICKINSON E. 2007.** *Stabilization of aerated sugar particle systems at high sugar particle concentrations.* Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 301, 289-300.
- [7] **MAO R., TANG J., SWANSON B. G. 2000.** *Relaxation time spectrum of hydrogels by CONTIN analysis.* Journal of Food Science 65(3), 374-381.
- [8] **MIQUELIM J. N., DA SILVA LANNES S. C., MEZ-ZENGA R. 2010.** *pH influence on the stability of foams with protein-polysaccharide complexes at their interfaces.* Food Hydrocolloids, 24, 398-405.
- [9] **MIQUELIM J. N., DA SILVA LANNES S. C. 2009.** *Egg albumin and guar gum influence on foam thixotropy.* Journal of Texture Studies, 40(5), 623-636.
- [10] **MLEKO S., KRISTINSSON H. G., LIANG Y., GUSTAW W. 2007.** *Rheological properties of foams generated from egg albumin after pH treatment.* LWT—Food Science and Technology, 40, 908-914.
- [11] **MURRAY B. S. 2007.** *Stabilization of bubbles and foams.* Current Opinion in Colloid and Interface Science, 12, 232-241.
- [12] **PTASZEK P., ŻMUDZIŃSKI D., KRUK J., KACZMARCZYK K., ROŻNOWSKI W., BERSKI W. 2014.** *The physical and linear viscoelastic properties of fresh wet foams based on egg white proteins and selected hydrocolloids.* Food Biophysics, 9, 76-87.
- [13] **PTASZEK P. 2015.** *A geometrical interpretation of large amplitude oscillatory shear (LAOS) in application to fresh food foams.* Journal of Food Engineering 146, 53-61.
- [14] **SCHRAMM L. L. 2005.** *Emulsions, foams and suspensions: Fundamentals and applications,* Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA.
- [15] **TAN H., TAM K. C., JENKINS R. D. 2000.** *Relaxation spectra and viscoelastic behavior of a model hydrophobically modified alkalisoluble emulsion (HASE) polymer in salt/SDS solutions.* Journal of Colloid and Interface Science, 231, 52-58.
- [16] **THAKUR R. K., VIAL C., DJELVEH G. 2003.** *Influence of operating conditions and impeller design on the continuous manufacturing of food foams.* Journal of Food Engineering, 60, 9-12.
- [17] **TSCHOEGLN. W. 1989.** *The phenomenological theory of linear viscoelastic behavior,* Berlin, Springer-Verlag.
- [18] **VACLAVIK V. A., CHRISTIAN E. W. 2008.** *Essentials of food science,* Third Edition, New York, Springer Science + Business Media. LLC.
- [19] **WILKINSON W. L. 1960.** *Non-newtonian fluids.* London, Pergamon Press.
- [20] **YANG X., FOEGEDING E. A. 2010.** *Effects of sucrose on egg white protein and whey protein isolate foams: Factors determining properties of wet and dry foams (cakes).* Food Hydrocolloids, 24, 227-238.
- [21] **ŻMUDZIŃSKI D., PTASZEK P., KRUK J., KACZMARCZYK K., ROŻNOWSKI W., BERSKI W., PTASZEK A., GRZESIK, M. 2014.** *The role of hydrocolloids in mechanical properties of fresh foams based on egg white proteins.* Journal of Food Engineering, 121, 128-134.

Dr inż. Ewa DYBKOWSKA
 Mgr inż. Ewelina ZALEWSKA
 Zakład Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa
 Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa
 Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE I TECHNOLOGICZNE INULINY I FRUKTOOLIGOSACHARYDÓW®

Functional and technological properties of inulin and fructooligosaccharides®

Słowa kluczowe: prebiotyki, inulina, fruktooligosacharydy, właściwości.

Inulina i fruktooligosacharydy zaliczane są do prebiotyków, które stymulują wzrost korzystnych bakterii w okrężnicy. Regulują one pracę przewodu pokarmowego, zwiększają absorpcję składników mineralnych oraz odgrywają istotną rolę w prewencji różnych schorzeń. Właściwości technologiczne inuliny i fruktooligosacharydów pozwalają na wykorzystanie ich do produkcji wyrobów o obniżonej zawartości tłuszczu lub węglowodanów. Zalety technologiczne tych substancji to przede wszystkim korzystny wpływ na smak, strukturę i konsystencję produktów. Prebiotykami mogą być wzbogacane zarówno przetwory mleczne, jak również produkty zbożowe i przetwory mięsne.

Key words: prebiotics, inulin, fructooligosaccharides, properties.

Inulin and fructooligosaccharides are classified as prebiotics, which stimulate the growth of beneficial bacteria in the colon. They regulate the work of the digestive tract, increase the absorption of minerals and play an important role in the prevention of various diseases. Technological properties of inulin and fructooligosaccharides allow to use them for the manufacture of products with reduced fat or carbohydrates. The advantages of these substances are primarily beneficial effect on the taste, texture and consistency of the products. Prebiotics can be used to enrich dairy products, as well as cereals and meat.

WSTĘP

Fruktooligosacharydy i inulina zaliczane są do prebiotyków, które stymulują wzrost fizjologicznej mikroflory, występującej w okrężnicy. Naukowe podstawy koncepcji probiozy zostały opracowane w XX wieku przez Ilia Miecznikowa, który dowiódł, że właściwa liczba bakterii fermentacji mlekowej (probiotyków) korzystnie wpływa na organizm. Jedną z metod, pozwalającą uzyskać wzrost bakterii probiotycznych w jelitach, jest uzupełnienie diety w prebiotyki, które są źródłem energii i węgla. Korzyści płynące z zastosowania probiotyków i prebiotyków obserwowane są w profilaktyce i leczeniu wielu schorzeń, m.in. przewodu pokarmowego. Probiotykami i prebiotykami wzbogacane są głównie przetwory mleczne: jogurty, napoje na bazie jogurtów, kefir, maślanki, mleko acidofilne, a także sery. Coraz częściej spotkać je można jednak w produktach owocowo-warzywnych, mięsnych i zbożowych. W ostatnich latach obserwuje się intensywny rozwój prac nad technologią nowych rodzajów produktów spożywczych, które zawierają bakterie probiotyczne oraz prebiotyki. W składniki te wzbogacane są wyroby cukiernicze, pieczywo, soki. Zauważalny wzrost świadomości konsumentów w zakresie funkcjonalności tych wyrobów przyczynia się do rozwoju tego działu produkcji przemysłu spożywczego.

WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE PREBIOTYKÓW

Prebiotyki to nie trawione przez endogenne enzymy składniki żywności, które stymulują wzrost korzystnej dla zdrowia mikroflory probiotycznej bytującej w okrężnicy [12,20]. Najlepiej poznanymi prebiotykami, zarówno pod względem chemicznym, jak i klinicznym są fruktooligosacharydy i inulina [11]. Inulina jest obecna w często spożywanych owocach i warzywach, w których jej zawartość waha się od 0,3 do 22% [8]. Występuje głównie w bulwach i korzeniach roślin zaliczanych do rodziny Liliaceae (np. cebula, czosnek, por, etc.) oraz Compositae (topinambur, dalia, cykorja, szparagi, karczochy, mniszek lekarski, łopian). W mniejszych ilościach spotykamy ją także w życie, pszenicy, jęczmieniu oraz pszenżycie. Źródłem fruktooligosacharydów są również pomidory i banany [18].

Fruktooligosacharydy i inulina to polimery D-fruktozy połączonej wiązaniami beta-(2-1) glikozydowymi. W wyniku fermentacji tych związków powstają krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe, głównie octowy, masłowy, mlekowy i propionowy, które powodują obniżenie pH w środowisku okrężnicy, wpływając na perystaltykę jelit [15]. Spożycie fruktooligosacharydów i inuliny zwiększa masę kału,

przeciwdziałając zaparciom [2,7,20]. Podawanie oligosacharydów w diecie może zwiększyć biodostępność składników mineralnych. Stwierdzono pozytywny wpływ prebiotycznego preparatu na absorpcję z przewodu pokarmowego wapnia, magnezu, żelaza, miedzi i cynku. Wzrost przyswajalności pierwiastków związany był ze wzrostem rozpuszczalności tych pierwiastków w środowisku charakteryzującym się obniżonym pH [12]. Prebiotyki mogą także wpływać pozytywnie na układ kostny, ze względu na fakt, że ich obecność poprawia wchłanianie wapnia z przewodu pokarmowego [1,2,17]. Inulina zapobiega cukrzycy poprzez hamowanie wzrostu poziomu insuliny i glukozy we krwi. Powoduje to wolniejsze tempo opróżniania żołądka i spowolnienie trawienia oraz wchłaniania [7]. Kaloryczność tych związków wynosi tylko 1-1,5 kcal/g [12]. Oligofruktoza i inulina wpływają także na redukcję poziomu cholesterolu w surowicy krwi, zmniejszając ryzyko chorób układu krążenia. Wspomagają również funkcjonowanie układu immunologicznego oraz wykazują działania antykancerogenne zmniejszając ryzyko powstawania nowotworów jelita [2,7,12]. Jak podaje Florowska i Krygier [5], oligosacharydy nie podlegają fermentacji w jamie ustnej, nie stanowią więc pożywki dla bakterii obecnych na płycie nazębnej, które odpowiedzialne są za rozwój próchnicy.

Dawka oligofruktozy i inuliny, która korzystnie działa na organizm człowieka, waha się w granicach od 3 do 6 g na dobę [18]. Dzielne spożycie 4 g lub więcej fruktooligosacharydów może przyczynić się do wzrostu ilości bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* w przewodzie pokarmowym człowieka [19]. Wg Kolidy i Gibsona do wywołania pozytywnego wpływu na mikroflorę jelitową potrzebna jest dawka 5-8 g inuliny [10]. Badania przeprowadzone przez japońskich naukowców – Hata i Najakima wykazały, że wysokie spożycie fruktooligosacharydów: w ilości 49 g/dzień dla kobiet oraz 44 g/dzień dla mężczyzn, może wzmagać występowanie dolegliwości żołądkowych i wywoływać biegunki [18].

WŁAŚCIWOŚCI TECHNOLOGICZNE PREBIOTYKÓW

Oligosacharydy i inulina są stosowane w przemyśle spożywczym głównie w celu regulowania zawartości wody, konsystencji, uzyskania odpowiedniego punktu zamarzania oraz kształtowania lepkości. Wykazują właściwości emulgujące i żelujące [16].

Inulina stosowana przy produkcji żywności ma postać białego proszku, dobrze rozpuszcza się w gorącej wodzie, w zimnej natomiast ulega wytrącaniu. Charakteryzuje się neutralnym zapachem i smakiem [18]. Do głównych właściwości technologicznych inuliny zalicza się zdolność żelowania i pochłaniania wody, tworzenia emulsji, zagęszczania [8]. Poprawia smarowność, smak i zapach oraz stabilizuje produkty w formie piany lub emulsji [5]. Inulina krótkołańcuchowa może zastępować sacharozę (np. w lodach i jogurtach owocowych), nie wpływając na wzrost poziomu glukozy we krwi. Może być także składnikiem preparatów odchudzających. Stosowana w piekarstwie zastępuje dodatek tłuszczu, przyczyniając się do poprawy trwałości i jakości pieczywa oraz ciast [17]. Jako zamiennik tłuszczu wpływa na obniżenie wartości energetycznej, zachowując przy tym walory

sensoryczne, takie jak śmietankowa konsystencja, gładkość i wyrównany smak produktu [18].

Fruktooligosacharydy mają właściwości technologiczne porównywane do tych, które cechuje syrop glukozowy. Nie krystalizują, nie dają odczucia piaskowości w jamie ustnej, nie wytrącają się. Charakteryzuje je jeszcze lepsza rozpuszczalność niż rozpuszczalność inuliny. Posiadają zdolność pochłaniania wody, zmniejszając jej aktywność. Wpływają także na zmianę temperatury wrzenia i zamarzania produktu. W wyrobach piekarskich stosowane są jako zamiennik sacharozy. Mogą wpływać na regulację słodkiego smaku wyrobu poprzez mieszanie ich z niektórymi substancjami słodzącymi, np. aspartamem, polioliolami bądź acesulfamem K [18].

Duże zainteresowanie przemysłu spożywczego i rozwój badań nad wykorzystaniem fruktooligosacharydów (FOS) i inuliny ma swoje odbicie w coraz liczniej prowadzonych badaniach dotyczących poznania mechanizmów ich działania na organizm człowieka, doskonaleniem metod ich otrzymywania, a także możliwościami ich wykorzystania [18]. Znajdują zastosowanie w różnych działach przemysłu spożywczego tj. mleczarskim, cukierniczym, piekarskim, tłuszczowym, mięsny i owocowo-warzywnym, ponieważ prócz cennych walorów prozdrowotnych wykazują także cenne właściwości technologiczne [3,14]. Inulina jako zamiennik tłuszczu stosowana jest w wielu gałęziach przemysłu spożywczego, najczęściej jako dodatek do produktów mlecznych [5]. Stosuje się ją do produkcji żywności funkcjonalnej: produktów mleczarskich (jogurtów, deserów mlecznych, mleka dla dzieci), produktów niskotłuszczowych (lodów, margaryn, majonezów, wędlin), wyrobów cukierniczych i piekarskich (kruchych ciastek, biszkoptów, ciast) oraz napojów owocowych i warzywnych [7].

Zastosowanie w przetworach mlecznych

W przeciągu ostatnich lat zaczęto stosować dodatek różnych prebiotyków do produktów mlecznych, aby dostarczyć organizmowi konsumenta substancji, które odpowiedzialne są za rozwój specyficznych bakterii przewodu pokarmowego [15]. Liczne badania dowiodły, że już 1% dodatek inuliny powoduje poprawę smaku wyrobów oraz polepsza stabilność i zmniejsza tendencje do synerozy [5]. Dla jogurtów najlepsze wyniki uzyskano stosując 1% dodatek inuliny, gdyż wyższy jej dodatek powodował negatywne zmiany konsystencji produktów [9]. Według Góreckiej i wsp. [7] jogurty z jednocentowym dodatkiem inuliny miały lepszą konsystencję w porównaniu z kontrolnymi – bez tego dodatku. Jak podają Nastaj i Gustaw [15], prebiotyki, tj. inulina i oligofruktoza, mogą być stosowane w produkcji jogurtów o stałej konsystencji. Ich wprowadzenie wprawdzie wydłuża czas ukwaszania mleka, jednak nie ma wpływu na właściwości reologiczne skrzepu jogurtowego i wyciek serwatki. Po zaabsorbowaniu przez serwatkę tworzy kremowy, tłuszczopodobny żel, który umożliwia otrzymanie jogurtów niskotłuszczowych, dających odczucie pełności, tężystości i gładkiej struktury w jamie ustnej. Jako zamiennik tłuszczu inulina może być stosowana także w innych produktach mleczarskich, w których umożliwia zachowanie smakowości, tekstury i stabilności, szczególnie w przypadku produktów o znacznie obniżonej wartości energetycznej. Wskazuje się także na możliwość jej zastosowania w produkcji śmietany i niskotłuszczowych serów

twarogowych. Może być wykorzystana w produkcji serów topionych – jej dodatek pozytywnie wpływa na smarowność i gładkość tych produktów bez zmiany ich smaku. Można ją wykorzystać do produkcji beztłuszczowych bądź niskotłuszczowych deserów napowietrzanych, puddingów lub napojów mlecznych niefermentowanych – uzyskując produkt gładki, kremowy, o bardzo wysokiej stabilności. Redukcja tłuszczu w takich produktach może wynosić (przy dodatku inuliny 0,2-3%) nawet 99% [5].

Wykorzystanie prebiotyków w produktach mleczarskich jest dość powszechne w wielu krajach. Konsumenci Unii Europejskiej od wielu lat znają i spożywają mleczne produkty prebiotyczne. Polski rynek produktów prebiotycznych jest niewielki. Rosnące w ostatnich latach zainteresowanie produktami o obniżonej kaloryczności spowodowało zastosowanie prebiotyków do produkcji lodów niskotłuszczowych, w których sacharozę i tłuszcze zastąpione zostały inuliną i oligofruktozą [16]. Zastosowanie inuliny w produkcji lodów wpływało na wzrost ich lepkości i stopnia napowietrzenia, a także zwiększało ich odporność na topnienie. Produkty takie miały również jednolitą i gładką konsystencję oraz puszystą strukturę. Pod względem smaku i zapachu natomiast nie różniły się od produktów tradycyjnych. Inulina zapobiegała także powstawaniu szorstkiej tekstury lodów w trakcie zmian temperatury w czasie przechowywania i opóźniała tworzenie się kryształów lodu. Stosując ją jako zamiennik tłuszczu w lodach, dla utrzymania odpowiedniej struktury oraz odczucia smaku, należy wymienić tłuszcz inuliną w proporcji 1:1 (w postaci roztworu wodnego) [5]. W tym przypadku ważny jest dobór inuliny o właściwej długości łańcucha, w takiej formie, która nie doprowadzi do pogorszenia jakości wyrobu [7]. W przypadku obecności krótszych łańcuchów może ona zastępować sacharozę, np. w lodach czy jogurtach owocowych, po spożyciu których nie wzrasta poziom glukozy we krwi [17].

Zastosowanie w margarynach

Kolejnym sektorem spożywczym, w którym podjęto próby szerszego wykorzystania inuliny jest przemysł tłuszczowy [5]. Stosuje się ją głównie do produkcji margaryny o zmniejszonej wartości energetycznej [7]. Zastosowanie inuliny daje możliwość wyprodukowania margaryny o bardzo zredukowanej ilości tłuszczu lub margaryny beztłuszczowej, przy jednoczesnym zachowaniu smarowności oraz cech organoleptycznych odpowiednich dla margaryn [5]. Jak podaje Górecka i wsp. [6], obecność inuliny w wyrobach niskotłuszczowych umożliwia utrzymanie odczucia w jamie ustnej, które jest określane jako smak pełny. Według Florowskiej i Krygiera [5] dobre jakościowo emulsje margarynowe otrzymuje się stosując dodatek 2-4% inuliny do margaryny o 40% zawartości tłuszczu. Dodatek inuliny przy niższej zawartości tłuszczu powinien być większy dla zapewnienia produktom gotowym właściwych cech organoleptycznych.

Zastosowanie w pieczywie i wyrobach ciastkarskich

Na uwagę zasługuje zastosowanie fruktanów w przemyśle piekarskim. Stwierdzono wysoką jakość pieczywa z dodatkiem inuliny na poziomie 3% [4]. Pozytywny wpływ fruktooligosacharydów na organizm człowieka sprawia, że są one coraz częściej wykorzystywane w wyrobach cukierkowych, ciastkarskich i piekarskich, głównie jako substytut

sacharozy i tłuszczu oraz jako substancje żelujące i teksturotwórcze [18]. Jak podaje Górecka i wsp. [7], w wyniku zamiany tłuszczu na inulinę (w ilości 4%) polepszały się cechy sensoryczne babki biszkoptowo-tłuszczowej. Stosowanie inuliny w pieczywie cukierniczym jest uzasadnione zarówno ze względu na poprawienie walorów smakowych, ale także możliwości wzbogacenia go w rozpuszczalną frakcję błonnika pokarmowego. Zastosowanie inuliny do wyrobów cukierniczych w ilości 2-5% miało bardzo dobry wpływ na smak i zapach oraz konsystencję kremu czekoladowego [7]. Zwiększony dodatek inuliny może jednak wywierać negatywny wpływ na cechy sensoryczne produktów, np. zastąpienie tłuszczu w herbatnikach przez inulinę, zastosowaną w ilości 15%, niekorzystnie wpłynęło na ich teksturę [13].

Próby zastosowania fruktooligosacharydów i inuliny do wyrobów ciastkarskich przeprowadzone były w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności Politechniki Łódzkiej. Zbadany został wpływ dodatku syropów zawierających zarówno fruktooligosacharydy jak i inulinę na cechy fizykochemiczne i organoleptyczne ciastek kruchych i ciasta drożdżowego. Inulinę bądź fruktooligosacharydy dodawano jako zamiennik części sacharozy lub tłuszczu do ciastek kruchych. Stosowano dodatek 2 i 4% w stosunku do masy ciasta surowego. W przypadku ciasta drożdżowego zamiast części tłuszczu bądź sacharozy dodawano fruktany w ilości 2% w stosunku do masy surowego ciasta. Wyniki oceny jakości kruchych ciastek, jak i obserwacje poczynione w czasie przygotowywania ciasta zachęcają do wykorzystywania zarówno syropów fruktooligosacharydowych jak i preparatów inulinowych jako zamienników części sacharozy. Szczególnie korzystnie na właściwości reologiczne i jakość gotowych wyrobów wpłynął dodatek 2% FOS. Konsystencja ciasta była gładka i jednolita, o prawidłowej wilgotności i lepkości, a gotowe wypieki w porównaniu do ciastek bez dodatków cechowały się większą objętością. Stwierdzono także, że w ciastkach zachowała się wystarczająco duża zawartość fruktooligosacharydów, dlatego też można zaliczyć je do wyrobów o właściwościach funkcjonalnych, prebiotycznych. Zastąpienie syropami fruktooligosacharydowymi tłuszczu okazało się niekorzystne. Powodowało to utratę kruchości ciastek, pogorszyło ich teksturę i strukturę. Z powodzeniem zaś jako zamiennik części tłuszczu można stosować preparaty inulinowe. Ciastka z dodatkiem inuliny otrzymały wysoką ocenę organoleptyczną, ich wartość energetyczna obniżyła się o 7-10%. W ocenie jakości ciasta drożdżowego nie zauważono widocznego wpływu dodatku syropów fruktooligosacharydowych i preparatów inulinowych na cechy reologiczne surowego ciasta oraz fizykochemiczne i organoleptyczne gotowego wyrobu. Zastąpienie części tłuszczu 2% dodatkiem inulinowego preparatu w stosunku do masy surowego ciasta, pozwoliło na uzyskanie ciasta drożdżowego o dobrej jakości i jednocześnie obniżenie o ok. 7% jego wartości energetycznej [18].

Zastosowanie w przetworach mięsnych

Inulinę wykorzystuje się także w przemyśle mięsnym. Stosowana jest jako dodatek, który nadaje odpowiednią soczystość i konsystencję wyrobom wędliniarskim, głównie kielbasom fermentowanym [7]. W kielbasach fermentowanych o obniżonej wartości energetycznej stosowanie jej przyczynia się do uzyskania miękkości oraz bardziej pożądanej

przez konsumentów barwy. Może być również wykorzystywana w produkcji drobnorozdrobionych wędlin niskotłuszczowych i pasztetów, a także konserw mięsnych. Wyroby te cechują się pożądaną teksturą oraz prawidłowym odczuciem smaku kremowego i tłustego, typowego dla tłuszczu [5]. W kotletach mielonych i pulpetach zamiana tłuszczu na inulinę w ilości 25% (w formie uwodnionej w stosunku 1:1) korzystnie wpływała nie tylko na ich cechy sensoryczne, ale także na obniżenie wartości energetycznej odpowiednio o 6-15% oraz o 9-22% [7].

PODSUMOWANIE

Rynek produktów żywnościowych musi sprostać potrzebom konsumentów i ich wysokim wymaganiom odnośnie jakości żywności, w szczególności jej bezpieczeństwa zdrowotnego. Zauważalny jest systematyczny wzrost zainteresowania konsumentów żywnością, która charakteryzuje się ukierunkowanym i korzystnym oddziaływaniem na organizm. Prowadzi to do większego zapotrzebowania na produkty, zawierające m.in. probiotyki i prebiotyki, które wykazują korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Do artykułów żywnościowych wzbogacanych w te składniki należą głównie produkty mleczne. Prebiotyki coraz częściej wykorzystywane są także w przemyśle tłuszczowym, piekarskim i mięsnym. Asortyment probiotycznych i prebiotycznych produktów na rynku żywnościowym jest dość szybko poszerzany dzięki wynikom badań wykazującym ich korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Duży potencjał, a także wymierne korzyści płynące ze spożywania produktów prebiotycznych i probiotycznych skłaniają instytucje i ośrodki badawcze do prowadzenia dalszych badań nad możliwością wzbogacania kolejnych produktów i wprowadzania ich na rynek.

LITERATURA

- [1] **ABRAMS S.A., GRIFFIN I.J., HAWTHORNE K.M., LIANG L., GUNN S.K., DARLINGTON G., ELLIS K.J. 2005.** *A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents.* The American Journal of Clinical Nutrition, 82 (2), 471-476.
- [2] **CHOQUE DELGADO G.T., TAMASHIRO W.M.S.C., PASTORE G.M. 2010.** *Immunomodulatory effects of fructans.* Food Research International, 43, 1231-1236.
- [3] **CIEŚLIK E., GĘBUSIA A. 2011.** *Żywność funkcjonalna z dodatkiem fruktanów.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 75 (2), 27-37.
- [4] **DYMKOWSKA-MALESA M., WALCZAK Z. 2012.** *Wpływ dodatku inuliny na jakość pieczywa pszenno-żytniego.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, (2), 19-21.
- [5] **FLOROWSKA A., KRYGIER K. 2007.** *Inulina jako zamiennik tłuszczu w produktach spożywczych.* Przemysł Spożywczy, 61 (5), 18-21.
- [6] **GÓRECKA D. 2007.** *Nowe kierunki produkcji żywności funkcjonalnej i instrumenty jej promocji.* Przemysł Spożywczy, 61 (6), 20-22, 26.
- [7] **GÓRECKA D. 2009.** *Blonnik pokarmowy korzyści zdrowotne i technologiczne.* Przemysł Spożywczy, 63 (12), 16-20.
- [8] **GRAMZA-MICHAŁOWSKA A., GÓRECKA D. 2009.** *Wykorzystanie inuliny jako dodatku funkcjonalnego w technologii produkcji potraw.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 4 (3), 324-328.
- [9] **GUVEN M., YASAR K., KARACA O.B., HAYALOGLU A.A. 2005.** *The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture.* International Journal of Dairy Technology, 58 (3), 180-184.
- [10] **KOLIDA S., GIBSON G.R. 2007.** *Prebiotic capacity of inulin-type fructans.* Journal Nutrition, 137 (11 Suppl), 2503S-2506S.
- [11] **KOWALSKI R., PRYCH J. 2009.** *Innowacyjne dodatki technologiczne w przemyśle mięsny.* Przemysł Spożywczy, 63 (3), 28-32.
- [12] **KUBIK C., PIASECKA K., ANYSZKA A., BIELECKI S. 2006.** *Polifruktany i fruktooligosacharydy (FOS) – występowanie, otrzymywanie i zastosowanie.* Biotechnologia, 73 (2), 103-116.
- [13] **LAGUNA L., PRIMO-MARTÍN C., VARELA P., SALVADOR A., SANZ T. 2014.** *HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation.* LWT - Food Science and Technology, 56 (2), 494-501.
- [14] **MARCINIAK-ŁUKASIAK K., ŻBIKOWSKA A., KOWALSKA M., GOCAŁ-ROSIŃSKA M. 2013.** *Rynek suplementów diety wspomagających odchudzanie.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, (2), 57-60.
- [15] **NASTAJ M., GUSTAW W. 2008.** *Wpływ wybranych prebiotyków na właściwości reologiczne jogurtu stałego.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 60 (5), 217-225.
- [16] **POLAK E. 2001.** *Zastosowanie pro- i prebiotyków w lodach.* Przemysł Spożywczy, 55 (3), 22-23.
- [17] **SKOWRONEK M., FIEDUREK J. 2003.** *Inulina i inulinazy właściwości, zastosowania, perspektywy.* Przemysł Spożywczy, 57 (3), 18-20.
- [18] **SUCHARZEWSKA D. 2007.** *Właściwości i przydatność fruktanów do produkcji wyrobów ciastkarskich.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 55 (7), 59-61.
- [19] **WIERZEJSKA R., SZPONAR L. 2003.** *Inulina i oligofruktoza jako prozdrowotne składniki żywności.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 36 (3), 209-212.
- [20] **ZDUŃCZYK Z. 2002.** *Probiotyki i prebiotyki oddziaływania lokalne i systemowe.* Przemysł Spożywczy, 56 (4), 6-8.

Dr hab. Magdalena GANTNER

Inż. Anna STOKOWSKA

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

NIE TYLKO PRZYPRAWY PRZEDŁUŻAJĄ TRWAŁOŚĆ MIĘSA®

Not only spices prolong the durability of meat®

Słowa kluczowe: ekstrakty roślinne, mięso, oksydacja tłuszczów, naturalne antyoksydanty.

Artykuł stanowi przegląd publikacji związanych ze współczesnym trendem ograniczania dodatku sztucznych związków przeciwutleniających poprzez zastosowanie ekstraktów roślinnych w zapobieganiu zmianom przechowalniczym mięsa. Do niekorzystnych zmian zachodzących w mięsie i jego przetworach zaliczana jest oksydacja tłuszczów i białek, a także wzrost niepożądanego mikroflory. Powszechnie znanym źródłem związków inhibujących zmiany oksydacyjne w mięsie są zioła, głównie rozmaryn. Rozważono potencjał antyoksydacyjny roślin nie będących typowymi przyprawami, ale mogących służyć jako alternatywa dla sztucznych dodatków. Ze względu na wysoką zawartość związków fenolowych ekstrakty z pestek winogron i zielonej herbaty, mogą zastępować konwencjonalne związki przeciwutleniające. Ponadto należy poszukiwać dotąd nieznanymi w branży mięsnej źródeł antyoksydantów np. ekstrakty liści Ginkgo biloba, arali wysokiej czy rodzimych nam owoców jagodowych – dzikiej róży i czarnej porzeczki.

Key words: plant extracts, meat, lipid oxidation, natural antioxidants.

Article provides review of publications related to the modern trend of limiting the addition of artificial antioxidant compounds through the use of plant extracts in the prevention of changes during storage of meat. The negative changes in meat and its products ranked among the oxidation of fats and proteins. Well known source of compounds inhibiting oxidative changes in the meat are herbs, especially rosemary. Considered antioxidant potential of plants that are not typical spices, but can serve as an alternative to artificial additives. Because of the high content of phenolic compounds grape seed extract and green tea can replace conventional antioxidant. In addition, we should seek the unknown in the meat industry sources of antioxidants such as extracts of Ginkgo biloba leaves, Aralia elata Seem and native to us berries – rosehips and blackcurrant.

WPROWADZENIE

Mięso i produkty mięsne są bardzo podatne na zmiany przechowalnicze, głównie rozwój niepożądanego mikroflory, a także zmiany oksydacyjne tłuszczów oraz białek. Przemysł spożywczy, w celu przedłużenia ich trwałości poprzez ograniczenie zmian oksydacyjnych w produktach mięsnych powszechnie stosuje sztuczne związki przeciwutleniające. Głównie należą do nich: mono-tert-butylohydroksyanizol (BHA), di-tert-butylohydroksytoluen (BHT), trzeciorzędowy butylohydroksychinon (TBHQ), galusan propylu [21]. Obecnie w świecie nauki zaobserwować można liczne badania związane z zastępowaniem sztucznych przeciwutleniających, związkami naturalnie występującymi w roślinach, które w wielu przypadkach mogą stanowić ich substytut. Sztuczne dodatki przeciwutleniające budzą obawy konsumentów, dlatego tym bardziej zasadne jest, aby stosować w sektorze mięsnym naturalne związki przeciwutleniające.

Celem artykułu jest przegląd informacji dotyczących potencjału antyoksydacyjnego roślin i jego wykorzystania do przedłużania trwałości mięsa.

OKSYDACJA LIPIDÓW I BIAŁEK

Ze względu na specyfikę tkanki mięsnej, podczas przechowywania, zachodzą w niej zmiany o charakterze chemicznym, fizycznym oraz mikrobiologicznym. Ostatnie lata

analiz wykazały szczególnie niekorzystny wpływ zachodzących reakcji utleniania lipidów i białek – ważnych determinantów jakości mięsa [3, 17]. Przyczyną ich wystąpienia jest nadmiar wolnych rodników w tkance – reaktywnych form tlenu (ROS) i reaktywnych form azotu (RNS), które wywołują szereg zmian destrukcyjnych. Zmiany wpływają negatywnie na smak, barwę oraz zapach produktu, ponieważ utlenione formy lipidów wchodzi w interakcje z innymi składnikami żywności zmniejszając jej wartość odżywczą [6, 3]. Niekorzystne zmiany oksydacyjne rozwijają się najszybciej w takich rodzajach mięsa jak: filety ryb, drób, wieprzowina, w dalszej kolejności wołowina i baranina. Wynika to z malejącego poziomu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych [13]. Wykazano także, że na dynamikę utleniania frakcji lipidowej i białkowej znaczący wpływ mają: rasa zwierząt, rodzaj mięśnia oraz koncentracja jonów metali np. miedzi, manganu i żelaza [3]. Wraz z peroksydacją lipidów następuje rozkład białek, w tym warunkujących charakterystyczną barwę białek hemowych. Stopień utlenienia białka oceniany jest głównie przez pomiar ilości karbonylków i utratę grup sulfhydrylowych [5]. Zmiana różowoczerwonej oksymyoglobiny w metmyoglobinę powoduje nieatrakcyjną dla konsumenta zmianę barwy mięsa na brunatną [19]. W przypadku produktów mięsnych po obróbce termicznej, przechowywanych w warunkach chłodniczych, obserwuje się niepożądany, wskazujący na zmiany degradacyjne efekt „warmed-over flavour”, którego głównym markerem jest heksanal [13].

W celu zapobieżenia niekorzystnym skutkom stresu oksydacyjnego na zmiany przechowalnicze mięsa, należy ograniczyć jego kontakt z tlenem, a także zastosować przeciwutleniacze i synergenty – naturalne lub sztuczne. Obecnie obserwuje się trend ograniczania syntetycznych dodatków do żywności z uwagi na obawy konsumentów dotyczących ich toksyczności [3, 17, 18]. Przemysł mięsny wraz z jednostkami badawczymi stoi zatem przed wyzwaniem poszukiwania niedrogich i skutecznych naturalnych przeciwutleniaczy, które nie będą miały negatywnego wpływu na cechy organoleptyczne produktu [6].

ZASTOSOWANIE I ROLA EKSTRAKTÓW ROŚLINNYCH

Zastosowanie ekstraktów roślinnych w technologii żywności ma charakter wielofunkcyjny, ponieważ wykazują one działanie antyoksydacyjne, antybakteryjne oraz wpływają korzystnie na teksturę mięsa i produktów mięsnych [3]. Ponadto efekt przeciwutleniający związków wyizolowanych z roślin może mieć przełożenie na zdrowie konsumenta. Łączną pojemność antyoksydacyjną ekstraktów ziół, owoców i warzyw odzwierciedla głównie stężenie kwasu askorbinowego, karotenoidów i flawonoidów [19].

Antyoksydanty pochodzenia roślinnego mogą stanowić dodatek do pasz zwierząt, a także być składnikiem farszu czy mieszanek do marynowania mięs. Ponadto znajdują zastosowanie w powlekanii surowca, bądź w opakowaniach aktywnych do produktów żywnościowych [3, 19]. Dla przykładu aktywne opakowanie zawierające 1,5% olejku oregano przedłuża dwukrotnie okres przechowywania wołowiny [19].

Udowodniono efekt antimikrobiologiczny ekstraktów roślinnych na drobnoustroje w mięsie. Związki biologicznie czynne m. in. kwasy fenolowe, flawonoidy, alkaloidy, saponiny, garbniki, karwakrol, terpeny i tymol zostały uznane za substancje o działaniu przeciwbakteryjnym. Ponadto niektóre kombinacje ziół wzmacniają swoje działanie w zwalczaniu patogenów np. w przypadku drobiu synergizm wykazuje mieszanka oregano, cynamonu i goździków [3].

Obecnie w przemyśle mięsnym coraz rzadziej stosuje się suszone i rozdrobnione części roślin. Przyprawy pierwszej generacji są zastępowane przyprawami standaryzowanymi, ekstraktami wyizolowanymi z ziół i olejkami eterycznymi, co zapewnia czystość mikrobiologiczną. Ekstrakty przypraw nazywane są oleożywicami lub oleorezynami. Stężenie w nich substancji biologicznie czynnych jest ok. 30 razy wyższe niż w przyprawach pierwszej generacji [18]. Ekstrakty roślinne często poddawane są zabiegowi dezodoryzacji, dzięki czemu ich właściwości sensoryczne nie dominują nad właściwościami użytego gatunku mięsa [2].

W POSZUKIWANIU NATURALNYCH ŹRÓDEŁ ANTYOKSYDANTÓW

Związki fenolowe zawarte w roślinach stanowią alternatywę sztucznych antyoksydantów. Najbogatszym ich źródłem są zioła, były więc tematem wielu prac badawczych. Dla przykładu, skuteczność dodatku rozmarynu jest równoważna ze sztucznymi związkami przeciwutleniającymi tj. BHA/BHT, zaś szałwia, oregano i tymianek posiadają kolejny niższy potencjał antyoksydacyjny [18].

Na podstawie wieloletnich badań na różnych rodzajach mięsa ekstrakt rozmarynu został dopuszczony na mocy Dyrektywy 95/2/WE jako nowy dodatek do żywności z kodem E 392. W Rozporządzeniu Komisji (UE) NR 231/2012 z dnia 9 marca 2012 r. [16] ustanawiającego specyfikacje dla dodatków do żywności wymienionych w załącznikach II i III do rozporządzenia (WE) nr 1333/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady z późn. zm. **zawarte są wymagania dla ekstraktów rozmarynu, których głównym kryterium jest zawartość związków antyoksydacyjnych: kwasów fenolowych, flawonoidów, triterpenów i diterpenoidów.**

Biorąc pod uwagę badany potencjał antyoksydacyjny roślin, nie należących do kanonu typowych przypraw, skuteczne w przeciwdziałaniu niekorzystnym zmianom przechowalniczym mięsa okazują się m in. ekstrakty zielonej herbaty, kawy, kory sosny, łusek orzechów, a także kwiatów np. peoni, hibiskusa i kłaczy lotosu [17]. Bardzo bogatym źródłem związków polifenolowych są owoce. Jak dotąd przeprowadzono liczne badania przechowalnicze mięsa z użyciem ekstraktów skórek i pestek winogron oraz cytrusów. W mniejszym stopniu poznane są właściwości antyoksydacyjne dzikiej róży, żurawiny, granatu i owoców mącznicy lekarskiej, chociaż w kilku badaniach wykazywały one wysoką skuteczność [6].

Poszukiwanie źródeł naturalnych antyoksydantów, które dotąd nie zostały testowane na matrycach żywnościowych muszą być poprzedzone badaniami ich składu i zdolności przeciwutleniających oraz antybakteryjnych in vitro, co pozwala wyłonić najlepiej rokujące gatunki. Ponadto należy wybrać najefektywniejszą metodę ekstrakcji.

W badaniach Kim i in. [7] dokonano selekcji 70% etanolowych ekstraktów dziesięciu zielonych warzyw charakterystycznych dla kontynentu azjatyckiego. Ekstrakty uzyskano z lepiężnika japońskiego (*Petasites japonicus* Maxim), biedrzeńca (*Pimpinella brachycarpa* (Kom.) Nakai), kapusty chińskiej (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*), chińskiego szczypiorku (*Allium tuberosum* Rottler ex Spreng), chryzantemy (*Chrysanthemum coronarium* L.), aralia wysokiej (*Aralia elata* Seem), dyni piżmowej (*Curcubita moschata* Duch.), pachnotki (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara), rozchodnika (*Sedum sarmentosum* Bunge) i brokułów (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plen). Spośród wszystkich ekstraktów zielonych warzyw najlepsze właściwości antyoksydacyjne i antybakteryjne wykazała aralia oraz biedrzeńca i dodatek tychże ekstraktów, których zastosowanie porównano ze sztucznym związkiem przeciwutleniającym – BHT w kotletach wołowych w stężeniu 0,1% i 0,5%. Aralia okazała się być skuteczniejsza w przeciwdziałaniu niekorzystnym zmianom przechowalniczym, a jej zdolności przeciwutleniające były podobne do BHT.

Estońska grupa badawcza [15] poddała analizie napary z: rabarbaru (*Rheum raphaniticum* L.), wiciokrzewu sinego (*Lonicera caerulea* L.), pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.), borówki czarnej (*Vaccinium myrtillus* L.), rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) i czarnej porzeczki (*Ribes nigrum* L.). Napary w 30% etanolu przygotowywane w temperaturze pokojowej charakteryzowały się wyższymi zdolnościami inaktywacji rodnika DPPH \cdot niż ich zbuforowane i ogrzewane wodne odpowiedniki. Najwyższe właściwości przeciwutleniające stwierdzono dla rabarbaru, czarnej porzeczki i borówki oraz jagód wiciokrzewu sinego. Mniej

efektywny okazał się być roztwór kwasu askorbinowego (1 mg/ml), owoców rokitnika oraz wyciągu z pomidora.

Ponadto, na podstawie badań mikrobiologicznych, wykazano że niektóre napary roślinne np. z jagód wiciokrzewu czy rabarbaru mają wysokie właściwości antybakteryjne wobec patogenów takich jak *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* czy *Campylobacter jejuni*, a równocześnie nie hamują rozwoju probiotyków, zwłaszcza *Bacillus bifidum*. Odpowiedni dobór ekstraktów roślinnych wraz ze szczepami probiotycznymi umożliwia zatem projektowanie funkcjonalnych produktów mięsnych [15].

ZNANE I MAŁO ZNANE ŹRÓDŁA ANTYOKSYDANTÓW

Zielona herbata (*camellina sinensis L.*)

Herbata o różnych stopniach fermentacji jest najpopularniejszym napojem na świecie. Ponadto ma działanie antyoksydacyjne dzięki wysokiej zawartości katechin, co może być wykorzystane w branży mięsnej. Przeprowadzono liczne badania z udziałem stosunkowo niedrogich, a przez to mających duże szanse na powszechne wykorzystanie, ekstraktów zielonej herbaty.

Badania Mitsumoto i in. [14] wykazały, że dodatek katechin zielonej herbaty na poziomie 200 i 400 mg/kg kotletów z polędwicy wołowej oraz piersi drobiowej redukowało utlenianie lipidów ok. dziesięciokrotnie w porównaniu do prób kontrolnych. Różnice w sensorycznej ocenie smaku, zapachu i kruchości mięsa z udziałem herbacianych ekstraktów były nieznaczne, natomiast barwę oceniono niżej w porównaniu ze standardem ($P=0,001$). Na skutek zastosowania omawianego źródła przeciwutleniaczy barwa mięsa zmieniała się w kierunku zielonej oraz niebieskiej, co może nie być akceptowane przez konsumentów. „Białe mięso” jest bardziej podatne na przebarwienie niż „mięso czerwone”, do którego można zastosować dodatek katechin herbaty bez znaczącej utraty pożądanej barwy.

Li i in. [12], którzy badali wpływ dodatku ekstraktów roślinnych (500 mg/kg mięsa) i kwasu askorbinowego w połączeniu z optymalnym poziomem azotynu sodu (0,015%) w suchej kiełbasie wieprzowej, stwierdzili wyższe sumaryczne działanie antyoksydacyjne ekstraktu zielonej herbaty niż ekstraktu z pestek winogron. Polifenole zawarte w zielonej herbacie inhibują wolne rodniki oraz chelatują jony metali, dzięki czemu wykazują wysoką skuteczność wobec przeciwdziałania peroksydacji lipidów. Ponadto substancje bioaktywne zawarte w zielonej herbacie zmniejszają w sposób istotny statystycznie zawartość szkodliwych N - nitrozoamin ($P < 0,05$). Po 4 tygodniach chłodniczego przechowywania suszonej kiełbasy z dodatkiem azotanu (III) sodu zawartość omawianych kancerogennych związków wzrosła aż do $7,98 \pm 1,42 \mu\text{g/kg}$ ś. m. w porównaniu z próbami z dodatkiem zielonej herbaty, gdzie zaobserwowano zdecydowanie mniejszy wzrost N - nitrozoamin, na poziomie $5,76 \pm 1,96 \mu\text{g/kg}$ ś. m. Podobny, pozytywny efekt zaobserwowano w przypadku związków polifenolowych pochodzących z pestek winogron.

Pestki winogron (*vitis vinifera L.*)

Ekstrakt z pestek winogron posiada 20 razy silniejsze właściwości przeciwutleniające niż witamina E, zaś w porównaniu do kwasu askorbinowego są one 50 razy wyższe [6]. Główne substancje biologicznie czynne to proantocyjanidyny. Colindres i Brewer [1] badali skuteczność zapobiegania zmianom oksydacyjnym w mielonej wołowinie przez wybrane ekstrakty roślinne oraz sztuczne przeciwutleniacze. Najefektywniejszy był galusan propylu i ekstrakt z pestek winogron, następnie oleożywica rozmarynu, sztuczny BHA oraz wodny ekstrakt oregano.

Wysoki potencjał antyoksydacyjny ekstraktu z pestek winogron w produktach mięsnych wykorzystał także Kulkarni [10]. Efekt dodatku ekstraktu z pestek winogron w porównaniu do galusanu propylu był badany na modelu kiełbasy wołowej po czasie 4 miesięcznego mroźniczego przechowywania. Użycie ekstraktu pestek winogron w stężeniu 100 oraz 300 ppm skutkowało podobnym, a nawet wyższym efektem oksydacyjnym w porównaniu z galusanem propylu (100 ppm), co stwierdzono na podstawie wskaźnika TBARS oraz cech sensorycznych. Barwa produktów wołowych była najbardziej stabilna w przypadku wyższego udziału w nich ekstraktu pestek winogron (300 i 500 ppm) [10].

Milorzab dwukłapowy (*Ginkgo biloba L.*)

Liście relikтового drzewa *Ginkgo biloba L.* charakteryzują się wysoką zawartością związków polifenolowych. Żółte, jesienne liście wykazują silniejsze działanie antyoksydacyjne w produktach mięsnych niż zielone, co było przedmiotem badań Kobus – Cisowskiej i in. [8]. Zdolności inhibicyjne sporządzonych z nich wodnych i etanolowych ekstraktów w klopsikach wieprzowych (500 ppm), po 21 dniach przechowywania były wyższe niż zdolności inhibicyjne BHT, użytego w maksymalnym, dopuszczalnym poziomie (200 ppm).

Owoce jagodowe

W duńskim badaniu konsumenckim wykazano wysoką akceptację i pozytywne nastawienie wobec konserwacji produktów mięsnych poprzez dodatek ziół i owoców jagodowych [4]. Konsumenty ($n=21$) zostali podzieleni na trzy grupy dyskusyjne ze względu na wiek. Najmłodsza (18-32 l.) oraz najstarsza grupa (45-60 l.) wyraziła najbardziej entuzjastyczne opinie związane z użyciem zastosowanej techniki. Młodszy respondenci podkreślili jej naturalność i pozytywny wpływ na zdrowie ich dzieci i płodność. Starsza grupa również nie kwestionowała jej skuteczności, ponieważ pamiętała dawne czasy, w których nie stosowano sztucznych dodatków. Na podstawie materiału stymulującego – zdjęć wędlin ze wzrastającym udziałem soku z jagód oraz suszonej żurawiny część respondentów stwierdziła, że wędliny utrwalane z użyciem roślin mogą być mniej atrakcyjne w aspekcie trwałości przechowalniczej, smaku, tekstury, a także zmiany barwy. Niemniej jednak stwierdzono, że ze względów zdrowotnych konsumenci są skłonni zaakceptować te zmiany. Należy zaznaczyć, że prace badawcze zmierzają do ustalenia najbardziej efektywnych, ale nie obniżających akceptowalności sensorycznej, poziomów dodatków pochodzenia roślinnego do produktów mięsnych.

Wśród ogrodowych owoców najwyższą całkowitą pojemność przeciwutleniającą wykazują kolejno aronia, żurawina, śliwka i czarna porzeczka [9]. Jak dotąd nie przeprowadzono badań z udziałem ekstraktów z aronii na wybranej grupie produktów mięsnych. Natomiast znane z wielu przepisów staropolskiej kuchni żurawina i śliwka były przedmiotem kilku badań, w których potwierdziły inhibicję zmian oksydacyjnych w różnych rodzajach mięsa i ich przetworach [6].

Dzika róża (*Rosa canina L.*)

Owoce tego krzewu z rodziny *Rosaceae* są bogatym źródłem kwasu askorbinowego 23,7 – 27,5 g / kg świeżej masy [20]. Przeprowadzone badania fitochemiczne owocowych ekstraktów dzikiej róży dowodzą wysokiej zawartości substancji aktywnych, m. in. takich jak kwasy fenolowe, proantocyjanidyny, garbniki, flawonoidy i karotenoidy [11].

W badaniu Vosen i in. [20] potwierdzono pozytywny wpływ ekstraktu z dzikiej róży na parametry wyrobów mięsnych. Celem badania była ocena potencjału *Rosa canina* jako dodatku funkcjonalnego w produkcji parówek wieprzowych bez askorbinianu i azotynu sodu pod względem tekstury i barwy oraz stabilności oksydacyjnej lipidów i białek. Dzika róża naturalnie zawiera znaczne ilości azotanów zastępujących azotan (III), który inicjuje powstawanie szkodliwych N-nitrozoamin. Oprócz tego kwas askorbinowy zawarty w ekstrakcie dzikiej róży uczestniczy w tworzeniu pożądanego koloru wyrobów mięsnych. Dodatek do farszu parówkowego roztworu ekstraktu uzyskanego z 5g oraz 30g owoców dzikiej róży na kg surowca nie był na tyle skuteczny jak tradycyjnie stosowany azotan (III) w ilości 0,1 g na kg i askorbinian sodu w ilości 0,5 g na kg. Niemniej jednak ograniczał on peroksydację lipidów i białek, o czym świadczyła mniejsza ilość lotnych (głównie heksanal) i nielotnych związków wskazujących na ich rozkład. Nadawał on także różowoczerwoną barwę produktowi w porównaniu do próby kontrolnej bez żadnych dodatków. Mniejsze nasilenie powstawania karbonylków AAS i GGS z aminokwasów mięsa świadczyło o ochronnej roli substancji bioaktywnych zawartych w dzikiej róży. Spostrzeżono, że naturalne antyoksydanty powinny być stosowane z rozwagą, bowiem stwierdzono efekt proutleniający. Polegał on na powstaniu większej ilości niepołączonych produktów lotnych w próbie z wyższym poziomem ekstraktu (powstałego z 30g owoców/ kg produktu). Wskazane są zatem dalsze badania celem określenia odpowiedniej ilości dodatku.

Czarna porzeczka (*Ribes nigrum L.*)

Czarna porzeczka jest powszechnym gatunkiem w rejonie klimatu umiarkowanego Europy i Azji. Badano wpływ dodatku ekstraktu z owoców krzewu *Ribes nigrum* w kierunku przeciwdziałania zmianom oksydacyjnym podczas chłodniczego przechowywania mielonych kotletów wieprzowych. Zastosowano następujące udziały ekstraktu 5, 10 i 20g na kg mięsa, zaś próba odniesienia zawierała BHT w ilości 0,2g na kg mięsa. Dodatek już najniższego poziomu ekstraktu czarnej porzeczki wykazywał zbliżone działanie antyoksydacyjne jak konwencjonalny przeciwutleniacz, zaś wyższe stężenia były zdecydowanie skuteczniejsze. Ponadto ekstrakt czarnej porzeczki efektywnie hamował zmiany oksydacyjne białek w całym okresie trwania eksperymentu (9 dni). Antocyjany zawarte w ekstrakcie powodowały przebarwienie

surowych kotletów, co może być czynnikiem limitującym dla najwyższego użytego stężenia. Po 3 dniach przechowywania, zaobserwowano jednak, zmniejszenie zabarwienia niebieskiego do poziomu akceptowalnego przez konsumentów [5].

PODSUMOWANIE

Ekstrakty roślinne hamują oksydację lipidów i rozkład barwników mięsa, co powoduje opóźnienie występowania niekorzystnych zmian przechowalniczych tj. nieprzyjemnego zapachu i utraty charakterystycznej barwy. Liczne badania wskazują na niejednorodny wpływ ekstraktów na poszczególne wyróżniki organoleptyczne. Przebarwienia są czynnikiem limitującym zastosowanie ekstraktów roślin bogatych w chlorofile i antocyjany. Niemniej jednak konsumenci są skłonni zaakceptować zmiany, jeśli zostaną poinformowani o ekologicznym sposobie utrwalenia mięsa [4].

Niezbędne są dalsze badania, które umożliwią wyznaczenie najbardziej korzystnej zastępującej dawki, bądź udział przeciwutleniaczy sztucznych w określonych wyrobach mięsnych. Związki polifenolowe w nadmiarze mogą wykazywać efekt przeciwny – prooksydacyjny. Chociaż ekstrakty roślinne są uważane za bezpieczne, wskazane są dalsze badania w celu określenia granic toksykologicznych.

LITERATURA

- [1] COLINDRES P. i BREWER M. S. 2011. *Oxidative stability of cooked, frozen, reheated beef patties: effect of antioxidants*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91 (5), 963-968.
- [2] ĆWIERTNIEWSKI K. I POLAK E. 2007. *Zastosowanie naturalnych antyoksydantów żywności w chłodzonych i mrożonych produktach mięsnych*. Przemysł Spożywczy, 61 (5), 45-47.
- [3] FALOWO A. B., FAYEMI P. O., MUCHENJE V. 2014. *Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review*. Food Research International 64, 171-181.
- [4] HAUGAARD P., HANSEN F., JENSEN M., GRUNERT K. G. 2014. *Consumer attitudes toward new technique for preserving organic meat using herbs and berries*. Meat Science, 96 (1), 126-135.
- [5] JIA N., KONG B., LIU Q., DIAO X., XIA X. 2012. *Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum L.*) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage*. Meat Science 91, 533-539.
- [6] KARRE L., LOPEZ K., GETTY K. J. K. 2013. *Natural antioxidants in meat and poultry products*. Meat Science, 94, 220-227.
- [7] KIM S., CHO A. R., HAN J. 2013. *Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation*. Food Control 29, 112-120.
- [8] KOBUS-CISOWSKA J., FLACZYK E., RUDZIŃSKA M., KMIĘCIK D. 2014. *Antioxidant properties of extracts from *Ginkgo biloba* leaves in meatballs*. Meat Science 97, 174-180.

- [9] **KORCZAK J., NOGALA-KOLUCKA M. 2014.** Przeciwtleniacze w żywności. w: Czapski J., Górecka D. [red.], Żywność prozdrowotna – składniki i technologia. Wyd. Uniw. Przyrodniczego, Poznań, 96.
- [10] **KULKARNI S., DESANTOS F. A., KATTAMURI S., ROSSI S. J., BREWER M. S. 2011.** *Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of a pre-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system.* Meat Science, 88, 139–144
- [11] **LATTANZIO F., GRECO E., CARRETTA D., CARVELLATI R., GOVONI P., SPERONI E. 2011.** *In vivo anti-inflammatory effect of Rosa canina L. extract.* Journal of Ethnopharmacology, 137 (1), 880-885.
- [12] **LI L., SHAO J., ZHU X., ZHOU G., XU X. 2013.** *Effect of plant polyphenols and ascorbic acid on lipid oxidation, residual nitrite and N-nitrosamines formation in dry-cured sausage.* International Journal of Food Science and Technology, 48, 6, 1157-1164.
- [13] **MARQUESS PINO L., CAVALIERIO C., CONCEICAO CASTILHO M., BISMARA REGITANDO D'ARCE M., SILVA TORRES E. A., RAMOS F. 2013.** *The use of natural antioxidants (oregano and sage) to reduce hexanal production in precooked chicken during chill storage.* Vitae, 20 (2), 105-110.
- [14] **MITSUMOTO M., O'GRADY M. N., KERRY J. P., BUCKLEY D. J. 2005.** *Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties.* Meat Science, 69, 4, 773-779.
- [15] **RAUDSEPP P., ANTON D., ROASTO M., MERMÄE K., PEDASTSAAR P., MÄESAAR M., RAAL A., LAIKOJA K., PÜSSA T. 2013.** *The antioxidative and antimicrobial properties of the blue honeysuckle (Lonicera caerulea L.), Siberian rhubarb (Rheum rhaponticum L.) and some other plants, compared to ascorbic acid and sodium nitrite.* Food Control 31, 129-135.
- [16] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 231/2012** z dnia 9 marca 2012 r. ustanawiające specyfikacje dla dodatków do żywności wymienionych w załącznikach II i III do rozporządzenia (WE) nr 1333/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady z późn. zm. (Dz.U. 2012, L 83 z 22.3.2012).
- [17] **SHAH M. A. DON BASCO S. J., MIR S. A. 2014.** *Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products.* Meat Science, 98, 21-33.
- [18] **UCHMAN W. 2008.** Rola substancji dodatkowych w przetwórstwie mięsa. W: Uchman W. [red.], Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa. WUP, Poznań, 7.
- [19] **VELASCO V., WILLIAMS P. 2011.** *Improving meat quality through natural antioxidants.* Chilean Journal of Agricultural Research, 71 (2), 313-322.
- [20] **VOSSSEN E., UTRERA M., DE SMET S., MORCUENDE D., ESTÉVEZ M. 2012.** *Dog rose (Rosa canina L.) as a functional ingredient in porcine frankfurters without added sodium ascorbate and sodium nitrite.* Meat Science, 92, 451-457.
- [21] **WAREŃSKA M. 2013.** Naturalne antyutleniacze stosowane do mięsa. W: Kożuchowska E. [red.], Nauki Inżynierskie i Technologie, wyd. Uniw. Ekonomiczny, Wrocław, 1(8), 79-90.

Dr inż. Anna SZOSLAND-FALTYN
 Dr Joanna KRÓLASIK
 Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
 im. prof. W. Dąbrowskiego w Warszawie
 Zakład Jakości Żywności w Łodzi

ZASTOSOWANIE BAKTERII FERMENTACJI MLEKOWEJ DO KONTROLI WZROSTU PLEŚNI TOKSYNOTWÓRCZYCH ORAZ USUWANIA MIKOTOKSYN Z PRODUKTÓW MLECZNYCH®

Application of lactic acid bacteria for control of mould growth and removal of mycotoxins from dairy products®

Obecność mikotoksynotwórczych grzybów pleśniowych w żywności stanowi poważny problem, nie tylko z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego, ale również ze względów ekonomicznych. Opracowanie skutecznego sposobu kontroli poziomu pleśni oraz ich mikotoksyn jest od wielu lat przedmiotem licznych badań naukowych. Stosowane techniki chemiczne i fizyczne, nie są w pełni efektywne, dlatego duże nadzieje pokłada się w metodach biologicznych. Wśród nich, coraz większe zainteresowanie budzi wykorzystanie bakterii fermentacji mlekowej. Odpowiednio wyselekcjonowane szczepy bakteryjne mają zdolność hamowania wzrostu pleśni oraz tworzenia przez nie mikotoksyn, a ponadto detoksyfikacji środowiska z mikotoksyn.

Presence of mycotoxigenic fungi in food is a serious problem, not only from the point of view of health security, but also for economic reasons. Develop an effective way to control mold growth and mycotoxins for many years is the subject of numerous scientific studies. The chemical and physical techniques used are not fully effective, which is why big hopes for the bioassays. Among them, more and more interest is the use of lactic acid bacteria. Appropriately selected bacterial strains have the ability to inhibit the growth of molds and mycotoxins formation, and further environmental detoxification of mycotoxins.

WPROWADZENIE

Skażenie mikotoksynotwórczymi pleśniami jest jedną z ważniejszych przyczyn psucia się żywności oraz pasz i pociąga za sobą duże straty ekonomiczne, a także stwarza poważne zagrożenie zdrowotne dla ludzi i zwierząt. Z danych przytoczonych przez Muñoz i wsp. [17] wynika, że od 5 do 10% światowej produkcji żywności marnuje się z powodu zanieczyszczenia pleśniami. Ponadto, co roku w europejskim systemie wczesnego ostrzegania o niebezpiecznej żywności i paszach [z ang. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF)] odnotowuje się kilkaset potwierdzonych przypadków zgłoszeń występowania mikotoksyn w żywności i paszach (Tabela 1).

Ze względu na konsumentów, oczekujących żywności zdrowej, mało przetworzonej, ale przede wszystkim mikrobiologicznie bezpiecznej, poszukuje się alternatywnych metod, biologicznych wykorzystujących korzystne dla organizmu gospodarza mikroorganizmy.

Celem artykułu jest przybliżenie pojęcia mikotoksyn oraz przedstawienie aktualnego przeglądu literatury dotyczącej zastosowania bakterii fermentacji mlekowej do kontroli wzrostu pleśni toksynotwórczych oraz usuwania mikotoksyn szczególnie z produktów mleczarskich.

Tabela 1. Potwierdzone przypadki zgłoszeń występowania mikotoksyn w żywności i paszach

Table 1. Reported incidences of mycotoxins in food and feed

Mikotoksyny <i>Mycotoxins</i>	Rok / Year				
	2009	2010	2011	2012	2013
aflatoksyny	638	649	585	484	341
ochratoksyna A	27	34	35	32	54
patulina	–	–	–	–	–
fumonizyny	1	3	4	4	7
zearalenon	–	–	–	4	–
deoksynowalenol	3	2	11	4	8
ogółem	669	688	635	528	410

Źródło: Annual Report. 2013 [3]

WYJAŚNIENIE POJĘCIA

Termin mikotoksyna pochodzi z połączenia dwóch słów: greckiego *mycos* oznaczającego – pleśń i łacińskiego *toxicum* – trucizna. Szkodliwe dla ludzi i zwierząt, mikotoksyny są niskocząsteczkowymi drugorzędowymi metabolitami pleśni, kumulowanymi w grzybni i konidiach lub wydzielanymi do środowiska. Z mleka i jego przetworów najczęściej izolowanymi gatunkami pleśni są: *Geotrichum*, *Aspergillus*,

Mucor, *Fusarium*, *Penicillium*, *Moniliella*, *Byssoschlamys*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Eurotium*, *Trichodrema* [6, 12, 13, 25]. Niektóre z tych gatunków mogą produkować różne rodzaje mikotoksyn, inne wytwarzają jedynie toksyny specyficzne dla siebie. W mleku i jego przetworach mikotoksyny mogą występować z dwóch powodów. Pierwszym jest skarmianie krów paszą skażoną mikrotoksynami, drugim zamierzone lub przypadkowe zanieczyszczenie pleśniami wytwarzającymi mikotoksyny [12].

Do mikotoksyn, które najczęściej spotyka się w mleku i jego przetworach należą: aflatoksyny, fumonizyna, deoksynowalenol, ochratoksyna A, patulina, zearalenon [19, 22, 29].

Pomimo, że badania nad mikotoksynami rozpoczęły się już w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku, ich rola nadal pozostaje dla badaczy tajemnicą. Najprawdopodobniej wytwarzane są w obronie przed roślinami, zwierzętami oraz innymi gatunkami grzybów.

Spożycie wraz z produktami toksyn pleśni może doprowadzić do mikotoksykozy, którą jest ostre lub chroniczne zatrucie, wynikające z przyjmowania małych dawek mikotoksyn przez dłuższy czas. Ze względu na wielokierunkowe działanie toksyn w czasie mikotoksykozy może dojść do uszkodzenia nerek, wątroby, zakłóceń w pracy przewodu pokarmowego oraz układu immunologicznego, a także porażenia układu nerwowego i krwiotwórczego.

Najczęściej stosowanymi technikami do inhibicji wzrostu pleśni, w mlecznych produktach, są pasteryzacja oraz pakowanie w atmosferze ochronnej. Jednak, ze względu na trudność w doborze odpowiedniej kompozycji gazów oraz coraz częściej występujące zjawisko nabywania przez drobnoustroje oporności, techniki te nie są w pełni efektywne [6]. Przykładem, opornych na wysokie temperatury pleśni, są powszechnie występujące w przyrodzie, a wyizolowane z margaryny *Aspergillus fumigatus* i *Paecilomyces variotii*. Poprzez wytwarzanie ciepłoopornych askospor i chlamydo-spor, odpowiedzialne są one za psucie produktów, zwłaszcza pasteryzowanych. *Aspergillus fumigatus* przeżywa 60 minutowe ogrzewanie w 80°C [11]. Dlatego też, coraz większe zainteresowanie w kontroli rozwoju pleśni mikotoksynotwórczych oraz detoksyfikacji z mikotoksyn znajdują biologiczne metody, między innymi, z wykorzystaniem bakterii fermentacji mlekowej. Obok ich prozdrowotnych właściwości, dzięki którym przywracana jest równowaga drobnoustrojów w organizmie gospodarza, bakterie te mogą bezpośrednio oddziaływać na grzyby pleśniowe, a także wpływać na ich szkodliwe produkty metabolizmu inhibując biosyntezę mikotoksyn lub wiążąc je w ścianie komórkowej [7, 18].

KONTROLA WZROSTU PLEŚNI MIKOTOKSYNOTWÓRCZYCH PRZEZ BAKTERIE FERMENTACJI MLEKOWEJ

Odpowiednio wyselekcjonowane szczepy bakterii fermentacji mlekowej, mogą rozwiązać problem grzybów toksynotwórczych w żywności. Dotyczy to głównie produktów mlecznych, które stanowią znakomity nośnik dla tych mikroorganizmów (Tabela 2). Antypleśniowa aktywność bakterii mlekowych przejawia się poprzez hamowanie tworzenia i kiełkowania zarodników oraz rozwoju plechy. Do

najczęściej wymienianych w literaturze związków, produkowanych przez szczepy bakterii fermentacji mlekowej, a inhibujących wzrost grzybów pleśniowych należą: kwasy organiczne (mlekowy, octowy, propionowy, masłowy), nadtlenuk wodoru oraz bakteriocyny (nizyna, reuteryna, pediocyna, laktacyna, enterocyna). Wraz z postępem technik analitycznych odkrywa się nowe produkty metabolizmu bakterii fermentacji mlekowej, którym przypisuje się inhibujące działanie. Są to najczęściej substancje o niskiej masie molekularnej, syntetyzowane w niewielkiej ilości, przez co trudno jest je zidentyfikować dostępnymi metodami. Ostatnio inhibujące działanie przypisuje się kwasom karboksylowym (stearynowy, benzoesowy, kapronowy, salicyłowy, wanilinowy, D-glukuronowy, hydrocynamonowy, azealinowy), kwasom fenylomlekowym oraz cyklicznym dipeptydom (2,5-dioksy-piperazy) [5, 16, 28]. Związki te produkowane są przez szczepy z rodzaju *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*.

Tabela 2. Antypleśniowa aktywność bakterii fermentacji mlekowej w mleku i jego przetworach

Table 2. Antifungal activity of lactic acid bacteria in milk and dairy products

Bakterie o aktywności antypleśniowej Bacteria with antifungal activity	Spektrum aktywności Spectrum of activity	Produkt Product	Źródło Referencjes
<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> SM20	<i>Penicillium</i> sp.	surowe mleko	[21]
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Penicillium solitum</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> , <i>Cladosporium herbarum</i>	ser twarogowy	[6]
<i>Lactobacillus harbinensis</i> K.V9.3.1	<i>Yarrowia lipolytica</i>	jogurt	[8]
<i>Lactobacillus amylovorus</i> DSM 19280	<i>Penicillium expansum</i>	ser Cheddar	[14]
<i>Lactobacillus fermentum</i> Te007	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>	żółty ser	[16]
<i>Pediococcus pentosaceus</i> Te010			
<i>Lactobacillus pentosus</i> G004			
<i>Lactobacillus paracasi</i> D5			
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LAC1	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium roqueforti</i> , <i>Aspergillus niger</i>	dip serowy	[24]
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> LR1524			
<i>Lactobacillus brevis</i> KR3	<i>Penicillium claviforme</i> , <i>Aspergillus awamori</i> , <i>Aspergillus niger</i>	"katak" jogurt butgarski	[26]
<i>Lactobacillus brevis</i> KR4			
<i>Lactobacillus brevis</i> KR51			
<i>Lactobacillus plantarum</i> IMAU 10014	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Penicillium citrinum</i>	kumys	[27]
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCDC 291	<i>Alternaria alternata</i>	"paneer" indyjski ser	[10]
<i>Lactobacillus curvatus</i> A61	<i>Cladosporium</i> and <i>Fusarium</i> ssp.	azerski ser	[2]

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ANTYPLEŚNIOWĄ AKTYWNOŚĆ BAKTERII FERMENTACJI MLEKOWEJ

Do najważniejszych czynników wpływających na syntezę substancji o właściwościach antypleśniowych należą temperatura, czas inkubacji, pH, medium hodowlane, jak również rodzaj produktu [7, 16]. Reddy i Ranganathan [20] wykazali, że najwyższe stężenie metabolitów antypleśniowych w hodowlach *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* odnotowywane było po trzech i czterech dniach inkubacji w temperaturze 25°C przy pH 6,8. Podobne wyniki otrzymała Bianchini [4]. Wynikało z nich że szczepy *Lactobacillus plantarum* efektywniej syntetyzowały substancje antypleśniowe (kwas mlekowy, octowy, pirogronowy, piroglutaminowy, fenylomlekowy) w hodowlach prowadzonych w zakresie temperatur 30-35°C, przy pH 7, z mieszanym oraz saturacją do 10% stężenia tlenu niż w hodowlach statycznych, których pH wynosiło 4. Dowiedziono ponadto, że na efektywność syntezy metabolitów antypleśniowych ma wpływ medium hodowlane, przy czym najlepszym jest bulion Ellikera. Również dodatek niektórych substancji odżywczych, takich jak ekstrakt drożdżowy, glukoza, chlorek sodu i wapnia do hodowli wzmacnia produkcję metabolitów antypleśniowych, podczas gdy ksyloza czy hydrolizat kazeiny wykazują odwrotny efekt [7]. Muhiaddin i wsp. [16] wykazali, że równie istotnym czynnikiem jest rodzaj produktu. Szczepy *Lactobacillus paracasei* D5 i *Pediococcus pentosaceus* Te010 odznaczały się wyższą aktywnością antypleśniową w chlebie niż np. w pulpie pomidorowej.

DETOKSYKACJA MIKOTOKSYN PRZEZ BAKTERIE FERMENTACJI MLEKOWEJ

W literaturze opisywane są dwa mechanizmy działania bakterii fermentacji mlekowej, prowadzące do detoksykacji mikotoksyn ze środowiska. Pierwszy z nich, to inhibicja biosyntezy mikotoksyn poprzez uwalnianie specyficznych antymikotoksynotwórczych metabolitów. Metabolity te, produkowane głównie przez szczepy z rodzaju *Lactobacillus*, są ciepłoopornymi związkami, o niskiej masie molekularnej wykazującymi aktywność w stosunku do aflatoksyn [7, 18]. Drugim z mechanizmów jest wiązanie mikotoksyn w ścianie komórkowej bakterii fermentacji mlekowej. Zjawisko to wykazują zarówno żywe jak i martwe komórki bakterii z rodzaju *Lactobacillus*, w stosunku do mikotoksyn takich jak: aflatoksyny, ochratoksyn A, trichoteceny. Siła wiązania mikotoksyn z bakteryjną ścianą komórkową jest uzależniona od warunków środowiska oraz od szczepu, a szczególnie od budowy jego ściany komórkowej [7, 9, 15, 18, 23]. Z badań prowadzonych przez Abbès i wsp. [1] wynika, że szczepy *Lactobacillus plantarum* MON03 i *Lactobacillus rhamnosus* GAF01 (wyizolowane z tunezyjskiego masła wytwarzanego rzemieślniczo) trwale wiązały aflatoksynę M1 zarówno w roztworze buforu fosforanowego jak i w mleku, przy czym zdolność wiązania toksyny wynosiła odpowiednio 16,1-78,6% i 15,3-95,1%. Szczep *Lactobacillus rhamnosus* GAF01 wykazywał większy potencjał wiązania aflatoksyn niż *Lactobacillus plantarum* MON03 [1].

PODSUMOWANIE

1. Naturalnie obecne lub celowo dodawane do produktów mlecznych, szczepy bakterii fermentacji mlekowej chronią produkt przed rozwojem grzybów toksynotwórczych i pomagają w usuwaniu mikotoksyn z produktów.
2. Wydaje się, że jest to kierunek badań stwarzający duże możliwości w opracowywaniu żywności bezpiecznej zdrowotnie.
3. Ze względu na szczepozależny efekt aktywności antypleśniowej tych bakterii oraz bardzo dużą liczbę, trudnych do zidentyfikowania, związków wykazujących antypleśniowe działanie, konieczne jest prowadzenie dalszych badań w tym kierunku.

LITERATURA

- [1] **ABBÈS S. J. B., SHARAFI H., JEBALI R., NOGHABI K. A., OUESLATI R. 2013.** Ability of *Lactobacillus rhamnosus* GAF01 to remove AFM1 in vitro and to counteract AFM1 immunotoxicity in vivo. *Journal of Immunotoxicology*, 10(3), 279-286.
- [2] **AHMADOVA A., TODOROV S. D., HADJI-SFAXI I., CHOISET Y., RABESONA H., MESSAOUDI S., KULIYEV A., GOMBOSSY DE MELO FRANCO B. D., CHOBERT J.-M., HAERTLÉ T. 2013.** Antimicrobial and antifungal activities of *Lactobacillus curvatus* strain isolated from homemade Azerbaijani cheese. *Anaerobe*, 20, 42-49.
- [3] **ANNUAL REPORT. 2013.** *Rapid Alert System for Food and Feed*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.
- [4] **BIANCHINI A. 2010.** Antifungal activity of lactic acid bacteria: Factors affecting production and stability of antifungal compounds of *Lactobacillus plantarum*, and effects of the antifungal compounds on growth and aflatoxin production by *Aspergillus* spp. *ETD collection for University of Nebraska-Lincoln*. Paper AAI3398388.
- [5] **BROSNAN B., COFFEY A., ARENDT E. K., FUREY A. 2012.** Rapid identification, by use of the LTQ Orbitrap hybrid FT mass spectrometer, of antifungal compounds produced by lactic acid bacteria. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 403, 2983-2995.
- [6] **CHEONG E. Y. L., SANDHU A., JAYABALAN J., THU THI KIEU LE, NGUYEN THI NHI-EP, HUONG THI MY HO, ZWIELEHNER J., BANSAL N., TURNER M. S. 2014.** Isolation of lactic acid bacteria with antifungal activity against the common cheese spoilage mould *Penicillium commune* and their potential as biopreservatives in cheese. *Food Control*, 46, 91-97.
- [7] **DALIÉ D. K. D., DESCHAMPS A. M., RICHARD-FORGET F. 2010.** Lactic acid bacteria-Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review. *Food Control*, 21, 370-380.
- [8] **DELAVENNE E., CLIQUET S., TRUNET C., BARBIER G., MOUNIER J., LE BLAY G. 2014.** Characterization of the antifungal activity of *Lactobacillus harbinensis* K.V9.3.1Np and *Lactobacillus rhamnosus*

- K.C8.3. II in yogurt. Food Microbiology, In Press, Corrected Proof, Available online 10 May 2014.
- [9] **ELSANHOTY R. M., SALAM S. A., FAWZY R. M., BADR F. H. 2014.** Detoxification of aflatoxin M1 in yoghurt using probiotics and lactic acid bacteria. Food Control, 43, 129-134.
- [10] **GARCHA S., NATT N. K. 2012.** In situ control of food spoilage fungus using *Lactobacillus acidophilus* NCDC 291. Journal of Food Science and Technology, 49(5), 643-648.
- [11] **GUMUS T., DEMIRCI A. S., SAGDIC O., ARIC M. 2010.** Inhibition of heat resistant molds: *Aspergillus fumigatus* and *Paecilomyces variotii* by some plant essential oils. Food Science and Biotechnology, 19(5), 1241-1244.
- [12] **KHALIFA M. I., AL-ASHMAWY M. A., ABDEL-KHALIK A., EL-SHERBINI M. 2013.** Mycological evaluation of serving some dairy products with special reference to mycotoxins production in Azhar University student hostels. World Journal of Dairy Food Science, 8(2), 165-170.
- [13] **LIU S.-Q., TSAO M. 2009.** Biocontrol of dairy moulds by antagonistic dairy yeast *Debaryomyces hansenii* in yoghurt and cheese at elevated temperatures. Food Control, 20, 852-855.
- [14] **LYNCH K. M., PAWLOWSKA A. M., BROSNAN B., COFFEY A., ZANNINI E., FUREY A. MCSWEENEY P. L. H., WATERS D. M., AREND E. K. 2014.** Application of *Lactobacillus amylovorus* as an antifungal adjunct to extend the shelf-life of Cheddar cheese. International Dairy Journal, 34, 167-173.
- [15] **MECHOUD M. A., JUAREZ G. E., DE VALDEZ G. F., RODRIGUEZ A. V. 2012.** *Lactobacillus reuteri* CRL 1098 and *Lactobacillus acidophilus* CRL 1014 differently reduce in vitro immunotoxic effect induced by Ochratoxin A. Food and Chemical Toxicology, 50(12), 4310-4315.
- [16] **MUHIALDIN B. J., HASSAN Z., SADON S. K. 2011.** Antifungal activity of *Lactobacillus fermentum* Te 007, *Pediococcus pentosaceus* Te010, *Lactobacillus pentosus* G004, and *L. paracasi* D5 on selected foods. Journal of Food Science, 76(7), 493-499.
- [17] **MUÑOZ R., ARENA M. E., SILVA J., GONZÁLEZ S. N. 2010.** Inhibition of mycotoxin-producing *Aspergillus nomius* VSC 23 by lactic acid bacteria and *Saccharomyces cerevisiae*. Brazilian Journal of Microbiology, 41, 1019-1026.
- [18] **OLIVEIRA P., BROSNAN B., FUREY A., COFFEY A., ZANNINI E., ARENDT E. K. 2014.** Lactic acid bacteria bioprotection applied to the malting process. Part I: strain characterization and identification of antifungal compounds. Food Control In Press, Accepted Manuscript, Available online 9 July 2014.
- [19] **PATTONO D., GALLO P. F., CIVERA T. 2011.** Detection and quantification of Ochratoxin A in milk produced in organic farms. Food Chemistry, 127, 374 - 377.
- [20] **REDDY N. S., RANGANATHAN B. 1985.** Effect of time, temperature and pH on the growth and production of antimicrobial substance by *Streptococcus lactis* ssp *diacetylactis* S1-67-C. Milchwissenschaft, 40, 346-348.
- [21] **SCHWENNINGER S. M., VON AH U., NIEDERER B., TEUBER M., MEILE L. 2005.** Detection of antifungal properties in *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* SM20, SM29, and SM63 and molecular typing of the strains. Journal of Food Protection, 68, 111-119.
- [22] **SENGUN I., YAMAN D., GONUL S. 2008.** Mycotoxins and mould contamination in cheese. World Mycotoxin Journal, 3, 291-298.
- [23] **SERRANO-NIÑO J. C., CAVAZOS-GARDUÑO A., HERNANDEZ-MENDOZA A., APPEGATE B., FERRUZZI M. G., SAN MARTIN-GONZÁLEZ M. F., GARCÍA H. S. 2013.** Assessment of probiotic strains ability to reduce the bioaccessibility of aflatoxin M1 in artificially contaminated milk using an in vitro digestive model. Food Control, 31, 202-207.
- [24] **THARMARAJ N., SHAH N. P. 2009.** Antimicrobial effects of probiotic bacteria against selected species of yeasts and moulds in cheese-based dips. International Journal of Food Science and Technology, 44, 1916-1926.
- [25] **TORKAR G. K., VENGUST A. 2008.** The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M1 in raw milk and cheese in Slovenia. Food Control, 19, 570-577.
- [26] **TROPICHEVA R., NIKOLOVA D., EVSTATIEVA Y., DANOVA S. 2014.** Antifungal activity and identification of *Lactobacilli*, isolated from traditional dairy product "katak". Anaerobe, 28, 78 - 84.
- [27] **WANG H., YAN Y., WANG J., ZHANG H., QI W. 2012.** Production and characterization of antifungal compounds produced by *Lactobacillus plantarum* IMAU10014. PLoS ONE, 7(1), 1.
- [28] **VARSHA K. K., PRIYA S., DEVENDRA L., NAMPOOTHIRI K. M. 2014.** Control of spoilage fungi by protective lactic acid bacteria displaying probiotic properties. Applied Biochemistry and Biotechnology 173, 3402-3413.
- [29] **YIANNIKOURIS A., JOUANY J. P. 2002.** Mycotoxins in feeds and their fate in animals: A review. Animal Research, 51, 81-89.

Prof. dr hab. Bohdan ACHREMOWICZ
 Dr hab. inż. prof. UR Czesław PUCHALSKI
 Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
 Prof. dr hab. Tadeusz HABER
 Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży

WYKORZYSTANIE ZIARNA PSZENŻYTA W PRZEMYSŁE FERMENTACYJNYM®

Use of triticale in the fermentation industry®

Słowa kluczowe: pszenżyto, przemysł fermentacyjny, browarnictwo, gorzelnictwo, energia odnawialna, bioetanol.

Zainteresowanie ziarnem pszenżyta jako surowcem dla przemysłu fermentacyjnego uwarunkowane jest zawartością skrobi i wysoką aktywnością amylolityczną. Początkowo badania prowadzono w celu wykorzystania ziarna jako słołu piwowarskiego i gorzelniczego. Uzyskane rezultaty nie potwierdziły możliwości szerszego zastosowania tego ziarna w przemyśle. Wykorzystanie pszenżyta do produkcji energii odnawialnej w postaci bioetanolu stwarza wymierne korzyści dla rolnictwa i ekologii. Prowadzone są również prace hodowlane zmierzające do uzyskania nowych odmian o wyższej wydajności bioetanolu.

Key words: triticale, fermentation industry, brewing, distilling, renewable energy, bioethanol.

Interest in triticale grain as raw material for fermentation industry is subject to a high content of starch and amylolytic activity. Initially, the study was carried out in order to use the grain as beer and malt distillers. The results obtained were not, however, wider application in industry. Triticale new opportunities for renewable energy production in the form of bioethanol create tangible benefits for agriculture and ecology. Work is also the breeding efforts to obtain new varieties with higher yields of bioethanol.

WPROWADZENIE

W strukturze upraw w Polsce czołowe miejsce zajmują zboża stanowiące około 77% areалу, a ich opłacalność rzutuje na ogólną sytuację ekonomiczną rolnictwa. W UE zajmujemy trzecie miejsce pod względem powierzchni zasiewów zbóż, a w świecie pierwsze w produkcji pszenżyta i drugie w produkcji żyta. Według GUS [25] ostatnio wzrosła powierzchnia uprawy zbóż podstawowych do 8,2 mln ha, z tego pszenżytą obsiano 1,3 mln ha, stanowi to 15,6% i daje drugie miejsce po pszenicy. Średnie plony pszenżyta są wysokie i wynoszą 3,42 t/ha, a zbiory roczne 4 370 tys. ton. Obecnie w krajowym rejestrze zbóż znajduje się 31 odmian ozimych oraz 12 jarych pszenżyta.

W ostatniej dekadzie nastąpiły zmiany w strukturze wykorzystania ziarna zbóż, podwojeniu uległo zużycie przemysłowe, stanowiące obecnie 9% zbiorów. Według prognoz ta tendencja może utrzymać się również w kolejnych latach. W strukturze zagospodarowania zbóż eksport wynosi 9%, w latach 2009-12 stanowiło to około 3 mln ton. Głównym odbiorcą są Niemcy, na które przypada 56% eksportu [5].

W Polsce będącej światowym potentatem w produkcji pszenżyta (wzrastające zapotrzebowanie) prowadzone są prace nad udoskonaleniem odmian pod względem jakościowym, z przeznaczeniem na cele chlebowe i słodownicze. Ziarno pszenżyta przeznaczane było dotychczas głównie na cele paszowe. Możliwości wykorzystania mąki pszenżytnej w piekarstwie oraz w produkcji skrobi przedstawiono w ob-szernych artykułach [1,2].

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości wykorzystania ziarna pszenżyta w przemyśle fermentacyjnym.

WYKORZYSTANIE ZIARNA NA CELE PRZEMYSŁOWE

Głównym kierunkiem przemysłowego wykorzystania ziarna zbóż jest zużycie: na przemiał, w browarnictwie, w gorzelniach na spirytus, w zakładach koncentratów na kawę zbożową. Przemysł biotechnologiczny wykorzystuje skrobię zbożową do produkcji środków słodzących, tworzyw sztucznych (w tym opakowań) i wielu innych artykułów o różnym przeznaczeniu. Wielkość rocznego zapotrzebowania kształtuje się obecnie na poziomie około 1,2 mln ton, przy wzrastającej produkcji słołu, zmiennej spirytusu i stabilnej wielkości przetwórstwa na cele spożywcze. W zależności od przeznaczenia, surowiec powinien charakteryzować się odpowiednimi cechami jakościowymi:

- dla celów produkcji słodowniczej najważniejsze są zdolność i energia kiełkowania, niska zawartość białka oraz wyrównane ziarno, określa się też kilka specjalistycznych parametrów technologicznych,
- efektywna produkcja spirytusu jest uzależniona od zawartości skrobi i aktywności enzymów amylolitycznych w ziarnach zbóż,
- w produkcji koncentratów spożywczych najistotniejsze znaczenie ma zdrowotność ziarna, brak porostania i wysoka liczba opadania.

Zainteresowanie uprawą pszenżyta i rosnące plony nowych odmian umożliwiają szersze wykorzystanie ziarna w przetwórstwie przemysłowym. Potwierdzają to badania wykonane za granicą i w kraju. Wykazano, że pszenżyto stanowi dobry surowiec w produkcji wielu artykułów spożywczych [6,19,20]. Jednym z nowych kierunków wykorzystania ziarna pszenżyta w przetwórstwie spożywczym może być produkcja piekarskich ekstraktów słodowych. W prowadzonych badaniach porównano cechy fizyko-chemiczne jęczmiennych i pszenżytnich ekstraktów słodowych. Wykazano [13], że zacieranie słołu pszenżytniego z dodatkiem preparatów enzymów rozkładających pentozany, umożliwia otrzymanie brzeczek słodowych, które po zagęszczeniu i wysuszeniu, stanowią produkt porównywalny z jęczmiennym ekstraktem słodowym stosowanym w przemyśle piekarskim. Ważnym kierunkiem zagospodarowania pszenżyta jest gorzelnictwo i browarnictwo. W krajowych ośrodkach naukowych od szeregu lat prowadzone są prace badawcze i aplikacyjne nad tymi zagadnieniami. Pierwsze w Polsce badania z zakresu wykorzystania ziarna pszenżyta do produkcji słołu prowadzili Antkiewicz [8,9] i Achremowicz [3,4].

BROWARNICTWO

Jako pierwszy badania nad wykorzystaniem ziarna pszenżyta w browarnictwie podjął w 1981r. Antkiewicz [8]. Materiał stanowiło 6 rodzajów ozimych pszenżyta i 5 rodzajów jarych. Porównano je z jęczmieniem odmiany browarnej Triumf oraz pszenicą i żytem. Ziarno słodowano w warunkach mikrosłodowni w celu uzyskania słołu krótkiego (browarnego) oraz długiego (gorzelniczego). Ocena normatywna uzyskanych słołów browarnych w porównaniu ze słołem jęczmiennym wykazała, iż przewyższają one pod względem aktywności enzymatycznej 1,5-2 razy słoły jęczmienne. Stwarza to możliwości wykorzystania ziarna niesłodowanego (ok.30%) przy kompozycji wsadu surowcowego w procesie zacierania oraz poprawę właściwości fizyko-chemicznych brzeczek, przez uzyskanie krótszego czasu spływu, poprawę barwy i lepkości oraz % liczby Kolbacha. Użycie samych słołów pszenżytnich do produkcji brzeczek uznano za ograniczone ze względu na ponadnormatywne wskaźniki technologiczne, głównie wysoki poziom białka rozpuszczalnego. Produkcja piwa z takiego surowa wymagałaby modyfikacji procesu technologicznego [10].

W badaniach wykonanych przez Błażewicza [11] analizowano ziarno 13 rodzajów i 4 odmian pszenżyta ozimego, uzyskując słoły 4,6 i 8 dniowe. Optymalny okres słodowania dla słołu jasnego pilzneńskiego przyjęto na 6 dni. Słoły poddano zacieraniu i określono cechy otrzymanych brzeczek. Zaletą słołu pszenżytniego jest wysoka ekstraktywność, dobra siła diastatyczna i krótki czas scukrzania skrobi. Za wady uznano wysoką zawartość białka, nadmierną lepkość brzeczek i wydłużony czas słodowania. W celu wyjaśnienia obserwowanych trudności przeprowadzono badania, w których słoły pszenżytnie zacierano metodą kongresową z dodatkiem enzymów proteolitycznych i hydrolizujących polisacharydy nieskrobiowe. Wykazano, że przyczyną utrudnionej filtracji brzeczek pszenżytnich nie były związki białkowe, ale kompleksy polisacharydów nieskrobiowych zawierających pentozany [14].

Z przeprowadzonych przez innych autorów [23] badań wynika, że niezależnie od użytych odmian pszenżyta i czasu

słodowania ziarna, otrzymane brzeczek wykazują utrudnioną filtrację i dużą lepkość. Problem ten rozwiązano przez zastosowanie podczas zacierania słołów pszenżytnich preparatów enzymatycznych hydrolizujących pentozany. Użycie preparatów Pentopan i Ultraflo znacznie poprawiło proces filtracji brzeczek, zwiększyła się zawartość pentozanów w brzeczkach i piwie, ale ocena organoleptyczna uzyskanego piwa pszenżytniego była niższa niż jęczmiennego [15,22].

Badania nad wykorzystaniem ziarna pszenżyta w browarnictwie prowadzono również w Niemczech [7,17]. Przeprowadzono próby z użyciem niemieckiej odmiany Alamo oraz polskich Fidelio i Vero, które okazały się bardziej przydatne do tego celu. Dodatek słołów pszenżytnich do jęczmiennych wynosił 30, 40 i 50%, a kontrolą był 100% słoł pilzneński. Obecność pszenżyta w słodzie mieszanym zwiększała wydajność warzelną. Brzeczek i piwa pszenżytnie miały wyższą lepkość z powodu wysokiej zawartości pentozanów. Piwo z pszenżyta miało znacznie niższą zawartość garbników, zawierało frakcje białek o wyższym ciężarze molekularnym, a także wykazywało lepszą pienistość. Piwo takie trudniej się filtrowało i było bardziej podatne na zmętnienia spowodowane obecnością białek. W ocenie sensorycznej okazało się przyjemne w smaku, o czystym aromacie, uznano że dobrze nadaje się do spożycia jako niefiltrowane piwo piwniczne, a także że podobne jest w typie do piw pszenicznych [7].

GORZELNICTWO ROLNICZE

Ziarno pszenżyta jako surowiec gorzelniczy charakteryzuje się wysoką zawartością węglowodanów, z czego skrobia stanowi około 60%. Umożliwia to uzyskanie wysokiej wydajności alkoholu. Szczególnie przydatne dla przemysłu spirytusowego według różnych autorów [18, 27] jest pszenżyto ozime odmiany Grenado, które zawiera skrobię w ilości zapewniającej wysoką wydajność alkoholu [29]. Zastosowanie słołu z pszenżyta w przemyśle gorzelniczym pozwalało również na znaczne oszczędności słołu w granicach 35-40% w porównaniu do słołu jęczmiennego. Wykazano to na podstawie przebiegu fermentacji i wydajności alkoholu z zacierów skrobiowych, scukrzanych wyciągami enzymatycznymi pochodzącymi z różnych słołów [12].

W kolejnych badaniach [4] dokonano charakterystyki aktywności enzymów amylolytycznych, proteolitycznych i katalazy w ziarnie zbóż. Wykazano, że pszenżyto przewyższa żyto i pszenicę pod tym względem. W trakcie słodowania nastąpił wzrost aktywności enzymatycznej, dorównując aktywności ziarna jęczmienia browarnego. Uzyskane rezultaty potwierdziły przydatność ziarna pszenżyta do produkcji słołu [4].

Porównano także siłę diastatyczną oraz zdolność scukrzania skrobi słołów krótkich i długich jęczmiennych, a także pszenżytnich. Określono czas słodowania ziarna pszenżytniego do produkcji słołów gorzelnicznych przyjmując 5-7 dni słodowania za wystarczające do uzyskania słołów dobrej jakości i aktywności enzymatycznej [12].

W celu sprawdzenia przydatności słołu z pszenżyta do produkcji surówki w gorzelnicy rolniczej dokonano [3] na skalę produkcyjną scukrzania skrobi ziemniaczanej i fermentację zacieru, aby uzyskać alkohol etylowy. W gorzelnicy przeprowadzono słodowanie klepiskowe ziarna pszenżyta odmiany Grado. Z 380 kg ziarna uzyskiwano 540 kg słołu długiego, co dawało przyrost 1,42. Otrzymany słoł używano

do zacierania 360 q uparowanych ziemniaków o zawartości skrobi 13,6%. Stosowano słód w dawkach 2-porcjowych do kadzi zaciernej, wykonano 9 zacierów. Zacier słodki zawierający 8,15-8,58% cukrów redukujących poddano trzydniowej fermentacji alkoholowej. Przebieg procesu był prawidłowy, po oddestylowaniu uzyskiwano 3 150 dm³ spirytusu surowego. Wydajność ze 100 kg skrobi w przeliczeniu na alkohol 100% wynosiła 61,84 litra. Są to wskaźniki produkcyjne dobre, zbliżone do otrzymywanych dla słodu jęczmiennego. Ziarno pszenżyta okazało się przydatne do stosowania w gorzelnictwie na słód długi i do produkcji alkoholu etylowego [3].

Problematyka wykorzystania ziarna pszenżyta w produkcji etanolu stała się ponownie tematem zainteresowania nauki [27]. Badania nad wpływem enzymów wspomagających przebieg i efekty fermentacji alkoholowej zacierów pszenżytnich prowadziła ostatnio Sapińska [29]. Uzyskano zacier słodki, przygotowane metodą beciśnieniowego uwalniania skrobi, analizowano zawartość cukrów, dekstryn oraz lepkość. Najwyższe zawartości cukrów uzyskano w próbach z dodatkiem pululanazy. Dodatki ksylanazy, celulazy, celobiozy i proteazy, w różnym stopniu wpływały na zmianę lepkości słodkich zacierów pszenżytnich. Lepkość obniżał dodatek celulazy i celobiozy, nastąpiło to na skutek degradacji ścian komórkowych ziarna i lepszego dostępu enzymów amylolitycznych do skrobi. Dodatek enzymów wspomagających, a zwłaszcza pululanazy do zacierów pszenżytnich poprawił stopień odfermentowania. Uzyskano [29] całkowite odfermentowanie zacieru, lepsze wykorzystanie cukrów przez drożdże oraz bardziej efektywną biosyntezę etanolu. Fermentacja zacierów pszenżytnich z dodatkiem enzymów wspomagających pozwoliła uzyskać 38,9 l etanolu 100% ze 100 kg surowca, jest to 85 % wydajności teoretycznej. Natomiast wydajność fermentacji bez dodatku enzymów wynosiła tylko 73,2% wydajności teoretycznej. Również czas fermentacji zacierów pszenżytnich z dodatkiem enzymów pomocniczych był krótszy niż zacierów zawierających tylko enzymy amylolityczne [29].

BIOPALIWO Z PSZENŻYTA

Przemysłowe wykorzystanie ziarna pszenżyta może być lepsze po przeznaczeniu go do produkcji energii odnawialnej w postaci biopaliwa, co powinno przynieść znaczne korzyści dla rolnictwa i ekologii [26]. Wprowadzenie odpowiednich przepisów podatkowych regulujących gospodarkę biopaliwami będzie stymulować wzrost produkcji spirytusu zbożowego. Gatunkami szczególnie odpowiednimi do wykorzystania w produkcji energii odnawialnej są żyto, pszenżyto i kukurydza [16]. Aktualnie w Polsce żyto ma większe znaczenie użytkowe, tradycyjnie wykorzystywane jest w gorzelnictwie, 70% surowki gorzelnicznej wytwarzane jest z żyta. W celu optymalizacji procesów przerobu pszenżyta opracowany został model matematyczny kształtu bryły ziarna przeznaczonego do wykorzystania w procesie produkcji biopaliw [28]. Według danych niemieckich przerób 1 tony ziarna pszenżyta pozwala uzyskać wydajność 0,314 tony bioetanolu [5]. Konkurencyjnymi surowcami są kukurydza, buraki cukrowe i ziemniaki, które w porównaniu do pszenżyta dają wyższe wydajności energetyczne z hektara [16]. Ziarno pszenżyta ma jednak przewagę technologiczną, ponieważ można przerabiać

go przez cały rok, a rośliny okopowe wykorzystywane są tylko w okresie kampanii jesienno-wiosennej.

Rosnące zainteresowanie uprawą oraz potencjał energetyczny zawarty w pszenżycie mogą być podstawą do zainteresowania się tym nowym kierunkiem jego wykorzystania. Stwierdzono wysoką zmienność genetyczną cech ziarna, warunkujących uzysk etanolu w obrębie istniejących elitarnych materiałów hodowlanych pszenżyta. Istnieją duże możliwości hodowli i selekcji odmian w celu zwiększenia wydajności bioetanolu. Interesującą analizę cech pszenżyta ozimego pod kątem produkcji bioetanolu przedstawiła firma DANKO [24].

Pszenżyto jest uznane za jeden z lepszych surowców do produkcji bioetanolu co wynika z jego wysokiej aktywności amylolitycznej i związanej z tym niską liczbą opadania [24]. Powoduje to przyspieszenie etapu hydrolizy skrobi, stąd proces fermentacji przebiega w relatywnie krótkim czasie, pomimo że pszenżyto zawiera niższą od żyta zawartość niskocząsteczkowych związków azotowych. Dużą rolę odgrywa tu również czynnik ekonomiczny, gdyż zmniejsza się zapotrzebowanie na enzymy hydrolizujące skrobię do glukozy [12, 21]. Zacier pszenżytni w odróżnieniu od żytniego wykazuje znacznie niższą lepkość, co rozwiązuje część problemów technologicznych polegających na utrudnionym mieszaniu zacieru i niepełnej hydrolizie skrobi, a także zwiększaniu się masy fermentacyjnej w fermentorze. Wydajność produkcji bioetanolu jest porównywalna z otrzymaną w przypadku ziarna pszenicy, co kwalifikuje pszenżyto jako surowiec bardziej atrakcyjny, także ze względu na jego niższą cenę rynkową oraz względnie wysokie plonowanie na glebach gorszej jakości w porównaniu do pszenicy [30]. Przyczynia się do tego w znacznym stopniu dobrze opracowana technologia produkcji pszenżyta, nie tylko jako gatunku, ale także jego poszczególnych odmian.

PODSUMOWANIE

Ziarno pszenżyta charakteryzuje się dobrą zawartością skrobi i wysoką aktywnością amylolityczną, co umożliwia wykorzystanie go w przemyśle fermentacyjnym. Początkowe prace dotyczące produkcji słodu browarniczego i gorzelniczego, mimo interesujących rezultatów, nie znalazły zastosowania w przemyśle. Aktualnie pszenżyto jest brane pod uwagę jako wartościowy, krajowy, surowiec do produkcji energii odnawialnej w postaci biopaliwa. W naszym kraju uzyskuje się rocznie 4,4 tys. ton ziarna pszenżyta. Częściowe zagospodarowanie go na cele energetyczne może ożywić zapomniane gorzelnictwo rolnicze i przynieść znaczne korzyści dla rolnictwa i ekologii. Hodowcy pszenżyta (DANKO) pracują nad pozyskaniem nowych odmian o korzystniejszych parametrach technologicznych dla przemysłu fermentacyjnego.

LITERATURA

- [1] **ACHREMOWICZ B., CEGLIŃSKA A., GAMBUŚ H., HABER T., OBIEDZIŃSKI M. 2014.** *Technologiczne wykorzystanie ziarna pszenżyta*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1 (24), 113-120.
- [2] **ACHREMOWICZ B., GAMBUŚ H., HABER T. 2013.** *Wykorzystanie skrobi z pszenżyta*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1 (23), 112-117.

- [3] **ACHREMOWICZ B., WACHOWICZ K. 1989.** *Stosowanie siodu z pszenżyta w warunkach gorzelni rolniczej.* Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 6, 6-7.
- [4] **ACHREMOWICZ B., WIERBOL A. 1985.** *Ocena aktywności enzymów zawartych w ziarnach triticale.* Folia Soc. Sc. Lublin. Biol. 1 (27), 69-73.
- [5] **AGENCJA RYNKU ROLNEGO. 2014.** *Rynek zbóż w Polsce.* ARR, Warszawa, 30.
- [6] **ANDE A., PIPER H.J., SENN T. 1998.** *Production of glucose syrup by direct saccharification from triticale with high autoamylolytic activity.* Starch. 50, 518-523.
- [7] **ANNEMULLER G., MIETLA B., CREYDT G., TUSZYNSKI T. 1999.** *Triticale und Triticale-Malze. Erste Brauversuche mit Triticale-Malzen.* Monatschrift für Brauwissenschaft. 7/8 (52), 131-135.
- [8] **ANTKIEWICZ P. 1983.** *Przydatność ziarna pszenżyta (Triticale) do otrzymywania siodów.* Praca doktorska AR Kraków, 99.
- [9] **ANTKIEWICZ P. 1988.** *Triticale in malting.* Acta Aliment. Pol., 2, 91-97.
- [10] **ANTKIEWICZ P., KUJAWSKI M. 1989.** *Pszenżyto w siodownictwie - ocena jakościowa brzeczek.* Zesz. Nauk. AR Krak.-Technol. Żyw. 231, 3-26.
- [11] **BLAŻEWICZ J. 1993.** *Estimation of the usability of Triticale malts in brewing industry.* Pol. J. Food Nutr. Sci., 2 (43), 39-45.
- [12] **BLAŻEWICZ J. 2004.** *Właściwości brzeczek i koncentratów siodowych otrzymanych z użyciem skrobi ziemniaczanej, ziarna pszenżyta i jęczmienia jako zamienników siodu.* Zesz. Nauk. AR Wrocław, 491, Rozprawy, 491, str. 94.
- [13] **BLAŻEWICZ J., BOREK M. 1999.** *Próby otrzymywania pszenżytnich ekstraktów siodowych.* Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technologia Żywności, VIII, 53-60.
- [14] **BLAŻEWICZ J., FOSZCZYŃSKA B., KIER-SNOWSKI J. 1995.** *Możliwości zastępowania jęczmiennych siodów gorzelniczych siodami pszenżytnymi.* Zesz. Nauk. AR Wroc. Techn. Żyw. 273, 39-46.
- [15] **BLAŻEWICZ J., RYTEL E. 2003.** *Wpływ produktów hydrolizy enzymatycznej polisacharydów nieskrobiowych na cechy piwa pszenżytniego.* Acta Sci. Pol., Techn. Alim., 2 (1), 75-82.
- [16] **BURCZYK H. 2011.** *Przydatność zbóż na potrzeby produkcji energii odnawialnej w świetle wyników doświadczeń.* Problemy Inżynierii Rolniczej, 3, 43-51.
- [17] **CREYDT G., MIETLA B., RATH F., ANNEMULLER G., TUSZYNSKI T. 1999.** *Triticale und Triticale-Malze. Orientierende Vormalzung von Triticale.* Monatschrift für Brauwissenschaft. 7/8 (52), 126-130.
- [18] **CYFERT R. 2008.** *Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Zboża ozime. Pszenżyto ozime.* COBORU. Słupia Wielka 55, 33-44.
- [19] **DARVEY N., NAEEM H., GUSTAFSON J.P. 2000.** *Triticale: Production and utilization.* In: Handbook of Cereal Science and Technology., 257-274.
- [20] **FORNAL J., SADOWSKA J., KACZYŃSKA B. 1992.** *Pilot production and estimation of Triticale flakes.* Pol. J. Food Nutr. Sci., 1 (42), 15-22.
- [21] **FOSZCZYŃSKA B. 1997.** *Właściwości brzeczek otrzymanych ze siodów pszenżytnich przy zastosowaniu różnych parametrów zacierania.* Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Technologia Żywności, 319, 77-97.
- [22] **FOSZCZYŃSKA B. 2001.** *Aktywność amylolityczna i glukanolityczna ziarna pszenżyta podczas siodowania.* Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Technologia Żywności, 407, 119-125.
- [23] **GLATTHAR J., HEINISH J., SENN T. 2002.** *A study on the suitability of unmalted Triticale as a brewing adjunct.* J. Am. Soc. Brew. Chem., 60 (4), 181-187.
- [24] **GRABSKA E. 2010.** *Bioetanol z pszenżyta.* Wiadomości Rolnicze. Polska. 3(66) 34.
- [25] **GUS. 2014.** *Rocznik statystyczny. r.74.* Wyd. GUS Warszawa.
- [26] **JANOWICZ L. 2007.** *Bioetanol w Polsce. Zboża wysokiej jakości. Poradnik dla producentów.* Warszawa, Wyd. Agro Serwis, 57-59.
- [27] **MAJCHRZYCKI D. 2007.** *Nowe oblicze pszenżyta – na paszę i bioetanol.* Danko. Hodowla Roślin. 7, 20-22.
- [28] **MIESZKALSKI L. 2013.** *Metoda matematycznego modelowania płatami Bézierra kształtu ziarna pszenżyta.* Inżynieria Rolna 2 (143), 225-232.
- [29] **SAPIŃSKA E. 2014.** *Enzymy wspomagające proces zacierania surowców skrobiowych.* Praca doktorska, Polit. Łódzka, 164.
- [30] **WANG S., THOMAS K., SOSULSKI K. 1999.** *Grain pearling and very high gravity fermentation technologies for fuel alcohol production from rye and triticale.* Process Biochem., 34, 421-428.

Mgr inż. Monika PIWIŃSKA

Dr inż. Robert ZAREMBA

Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

MONITOROWANIE I KONTROLA TEMPERATURY W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM Z WYKORZYSTANIEM PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ZAKRESIE PODCZERWIENI®

Monitoring and temperature control in the food industry with the use
of electromagnetic radiation in the infrared range®

Słowa kluczowe: Termowizja, termografia podczerwieni, pomiar temperatury.

Obecnie w przemyśle spożywczym poszukuje się innowacyjnych rozwiązań z zakresu monitorowania i kontroli prawidłowości przebiegu procesów produkcyjnych. Nowoczesne techniki powinny charakteryzować się niezawodnością, prostotą obsługi, dokładnością, krótkim czasem detekcji oraz nieinwazyjnością. Wśród tych metod wyróżnić można termowizję, która w sposób bezkontaktowy pozwala na zdalne rejestrowanie rozkładu temperatury na powierzchni badanego obiektu w czasie rzeczywistym.

W artykule omówiono podstawy teoretyczne termografii podczerwieni oraz dokonano przeglądu zastosowania techniki termowizyjnej w przemyśle spożywczym.

Key words: infrared, infrared thermography, thermovision, temperature measurement.

Nowadays, the food industry is seeking for innovative technological solutions in the field of monitoring and controlling the production processes. Modern techniques should be characterized by reliability, ease of use, accuracy, short detection time and non-invasiveness. Among these methods, infrared thermovision could be distinguished. The thermovision technique allows contactless, remote measurement of objects surface temperature distribution in real time.

The article discusses the theoretical basis of infrared thermovision and reviews the use of infrared technology in the food industry.

WPROWADZENIE

Jednym z najważniejszych parametrów wielu procesów przemysłowych jest temperatura, której monitorowanie pozwala ocenić poprawność przebiegu danego procesu. Do kontroli temperatury na ogół wykorzystywane są techniki wymagające bezpośredniego kontaktu z badanym obiektem, wyznaczające wartość temperatury w określonych punktach. Pomiaru te prowadzone są przy użyciu termometrów, termopar oraz termistorów. Z uwagi na inwazyjny charakter tradycyjnych metod coraz większą rolę w przemyśle odgrywają nowoczesne, bezkontaktowe techniki pomiaru temperatury takie jak termografia podczerwieni, pozwalająca na określenie powierzchniowego pola temperatury na podstawie detekcji podczerwonego promieniowania emitowanego przez daną powierzchnię [16, 20].

Termografia podczerwieni, zwana również termowizją jest techniką przetwarzania obrazu polegającą na przekształcaniu promieniowania termicznego, rejestrowanej przez kamerę termowizyjną, w obraz termograficzny – termogram, stanowiący graficzne przedstawienie rozkładu temperatury na badanej powierzchni [21].

Technika termowizyjna znajduje obecnie zastosowanie w energetyce, budownictwie, hutnictwie, medycynie, a także

w badaniach naukowych umożliwiając uzyskanie informacji o zjawiskach termodynamicznych i wymianie ciepła. O wysokiej użyteczności pomiarów z wykorzystaniem kamery termowizyjnej decyduje brak konieczności bezpośredniego kontaktu z badanym obiektem, mobilność oraz wygoda użycia, a także możliwość cyfrowego przetwarzania informacji [1, 3, 7]. Termowizja może znaleźć zastosowanie w wielu procesach przemysłowych, także w przemyśle rolno-spożywczym, gdzie ciepło jest generowane i tracone w czasie i przestrzeni [8].

Z uwagi na szereg zalet techniki termowizyjnej oraz rosnące zainteresowanie jakością produktów żywnościowych ze strony producentów coraz częściej prowadzone są badania nad możliwością zastosowania termografii w przemyśle rolno-spożywczym. Badania dotyczą m.in.: określania fizjologicznych cech produktów roślinnych – uwzględniając charakterystyki cieplne; kontroli procesów przechowywania owoców; wykrywania uszkodzeń mechanicznych oraz oceny jakości powierzchni surowców spożywczych [4, 21]. Wśród możliwości wykorzystania termografii wymienić można także wykrywanie stresu wodnego roślin, kontrolę dojrzałości oraz jakości produktów pochodzenia roślinnego, a także kontrolę temperatury warunków przechowywania [2, 9]. Kamera termowizyjna może również zostać wykorzystana

do kontroli procesu pakowania i stanu opakowań oraz do wykrywania ciał obcych w produktach spożywczych [6, 11]. Ponadto wraz ze wzrostem zapotrzebowania na żywność typu ready-to-eat, szczególnie pochodzenia zwierzęcego, rośnie konieczność kontroli temperatury produktów na linii produkcyjnej [23]. Z uwagi na fakt, iż brakuje metod pomiaru temperatury produktów spożywczych na linii produkcyjnej, które nie wymagają bezpośredniego kontaktu z mierzoną powierzchnią, konieczna jest implementacja technik pozwalających na nieinwazyjny pomiar temperatury produktów [10].

Technika termowizyjna nie wymaga kontaktu z produktem, dzięki czemu może znaleźć zastosowanie jako precyzyjna i nieinwazyjna metoda pomiaru temperatury produktów spożywczych, nie stwarzająca zagrożenia kontaminacji żywności [12].

Celem artykułu jest omówienie podstaw teoretycznych termografii podczerwieni oraz dokonanie przeglądu stosowanych technik termowizyjnych w przemyśle spożywczym.

PODSTAWY TEORETYCZNE POMIARÓW TERMOWIZYJNYCH

Każde ciało o temperaturze wyższej od 0° K (-273,15°C), czyli zera absolutnego, emituje promieniowanie elektromagnetyczne, zwane promieniowaniem termicznym lub ciepłym [14]. Widmo promieniowania zależne jest od wartości temperatury emitera – dla temperatur poniżej 700°C mieści się w zakresie promieniowania podczerwonego i mikrofal. Jeżeli moc emitowanego przez ciało promieniowania przewyższa moc promieniowania przez nie absorbowanego następuje zjawisko stygnięcia [17]. Rozważany układ dąży do uzyskania równowagi termicznej pomiędzy ciałem a obiektem, czyli stanu gdzie moc emitowanego promieniowania będzie równa mocy absorbowanego promieniowania [15, 17].

Zgodnie z prawem Stefana-Boltzmana całkowita ilość emitowanego przez obiekt promieniowania na jednostkę powierzchni jest bezpośrednio związana z emisyjnością danego obiektu oraz jego temperaturą:

$$E = \sigma \varepsilon T^4 \quad (1)$$

gdzie: E – całkowita ilość emitowanego przez obiekt promieniowania na jednostkę powierzchni [W m⁻²]

σ – stała Stefana-Boltzmana = 5,67×10⁻⁸ [W m⁻² K⁻⁴]

ε – emisyjność obiektu [-]

T – temperatura obiektu [K].

Zatem, bazując na prawie Stefana-Boltzmana, jeżeli całkowita ilość wyemitowanego promieniowania i emisyjność materiału są znane, jego temperatura może zostać obliczona, co wykorzystywane jest w pomiarach termowizyjnych [13].

Zgodnie z prawem Kirchoffa stosunek zdolności emisyjnej (energia fali elektromagnetycznej emitowanej w jednostce czasu przez jednostkę powierzchni ciała ogrzanego do temperatury T) do zdolności absorpcyjnej (pochłonięta część energii promieniowania elektromagnetycznego o długości

fali od λ do $\lambda + d\lambda$, padająca na jednostkę powierzchni w jednostce czasu) każdego ciała zależy wyłącznie od długości fali oraz temperatury [16, 17]:

$$\frac{E(\lambda T)}{A(\lambda T)} = g(\lambda T) \quad (2)$$

Współczynnik emisyjności ε_λ definiowany jest jako iloraz wyemitowanej przez dane ciało energii do energii wyemitowanej przez ciało doskonale czarne (o tej samej temperaturze), a jego wartość jest mniejsza od jedności [7]. Wartość współczynnika emisyjności jest zależna od rodzaju danego materiału, jego powierzchni, temperatury materiału, długości fali obserwacji, a także kąta obserwacji. Analogiczną wartość do współczynnika emisyjności przyjmuje współczynnik absorpcji α_λ , określający jaka część energii promieniowania padającego na powierzchnię zostaje pochłonięta. W przypadku ciał rzeczywistych poza emisją oraz absorpcją promieniowania występuje również zjawisko transmisji (τ_λ) oraz odbicia (ρ_λ). Zgodnie z równaniami Kirchoffa:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1 \text{ oraz } \varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda \quad (3)$$

suma współczynników absorpcji, transmisji oraz odbicia jest równa jedności [13, 24]. W przypadku obiektów nieprzezroczystych pomija się współczynnik transmisji (τ_λ), a powyższe równanie uprościć można do postaci:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1 \quad (4)$$

Z powyższego wynika, iż w praktyce termograficznej w dochodzącej do odbiorcy wiązkę promieniowania znajduje się nie tylko składowa promieniowania emitowanego, lecz również odbitego stanowiącego zakłócenie pomiaru [15]. Z uwagi na znaczącą ilość aspektów wpływających na wynik pomiaru termowizyjnego, istotne jest zrozumienie przyczyn powstawania błędów oraz zapobieżenie ich wystąpieniu. Niedokładności pomiarów z wykorzystaniem kamery termowizyjnej są widoczne przede wszystkim w przypadku pomiaru pola temperatury dla niejednorodnych obiektów, a więc materiałów o różnej emisyjności.

ZASTOSOWANIE METOD TERMOWIZYJNYCH W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM

Pomiary temperatury stanowią ważny aspekt w procesach przemysłowych. Pomiary te są na ogół wykonywane przy użyciu termometrów, termopar oraz termistorów. Wymienione instrumenty pomiarowe wyznaczają wartość temperatury w określonych punktach, a w przypadku większości z nich konieczny jest kontakt z badanym materiałem. Termografia w podczerwieni jest bezkontaktowa, umożliwia zatem zrewolucjonizowanie koncepcji wykonywania pomiarów temperatury w procesach przemysłowych [20].

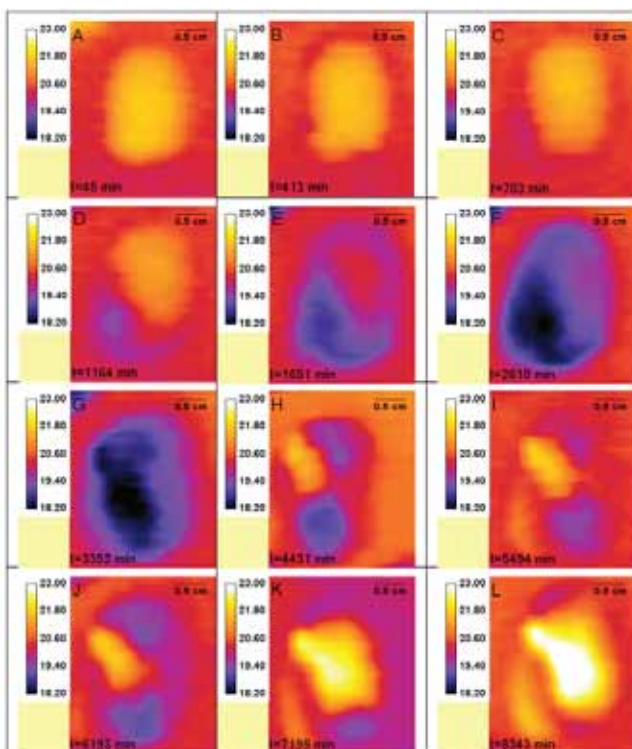
Rosnące zainteresowanie jakością produktów żywnościowych ze strony producentów sprzyja rozwojowi nowoczesnych metod kontroli jakości. Z uwagi na nieinwazyjność, krótki czas detekcji, prostotę obsługi systemu, a także zdolność detekcji poruszających się na linii produkcyjnej

obiektów, coraz częściej prowadzone są badania nad możliwością zastosowania termografii w przemyśle spożywczym [3].

Badania jakościowe produktów roślinnych

Prowadzone w ostatnich latach badania dotyczą między innymi określania fizjologicznych cech produktów roślinnych wraz z uwzględnieniem charakterystyk cieplnych np. zdolności do kiełkowania nasion roślin strączkowych. Powszechnie wśród stosowanych metod wymienić można obserwację nasion w czasie pęcznienia oraz kiełkowania, a także badania biochemiczne zachodzących zmian. Z uwagi na czasochłonność oraz wymaganą ilość materiału badawczego w literaturze pojawiły się próby zautomatyzowania metod badawczych oceny zdolności kiełkowania nasion. Baranowski i wsp. [2] podjęli próbę przeprowadzenia oceny zdolności kiełkowania nasion w oparciu o ich analizę termiczną. Celem badań było określenie zmian rozkładu temperatury radiacyjnej na powierzchni nasion o zróżnicowanej zdolności kiełkowania w czasie. Analiza termogramów wykazała odmienne rozkłady radiacyjnej temperatury nasion posiadających zdolność do kiełkowania (rys. 1) i nie mających takich zdolności (rys. 2). Zaobserwowano znacznie mniejszy spadek temperatury radiacyjnej w przypadku nasion niezdolnych do wytworzenia kielka niż w przypadku nasion kiełkujących. Ponadto wykazano mniejsze zróżnicowanie w obrębie powierzchni nasion niekiełkujących, w przypadku których trudno wyróżnić obszary o wyraźnie mniejszej lub większej wartości temperatury radiacyjnej.

Technika termograficzna okazała się użyteczna w kontroli procesów przechowywania owoców, a także przy wy-

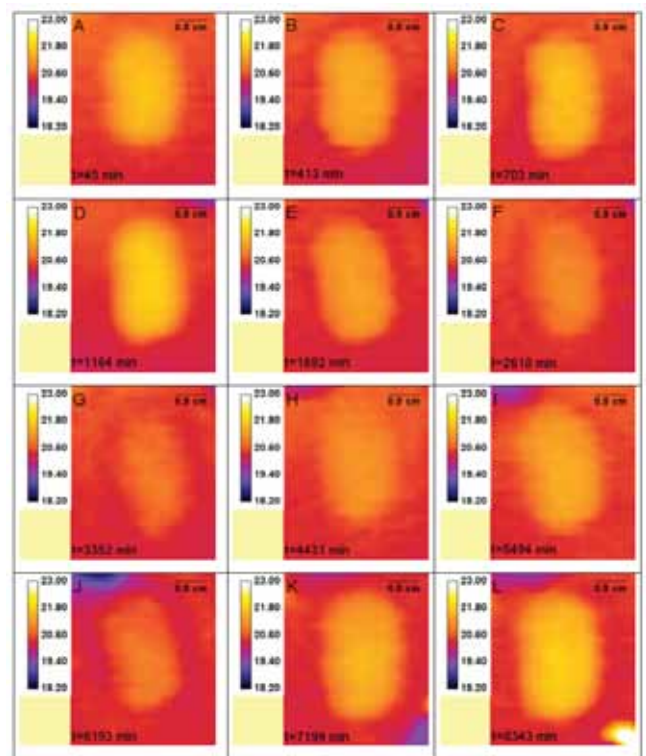


Rys. 1. Termogramy powierzchni zdrowych nasion fasoli wielokwiatowej odmiany „Eureka” w kolejnych stadiach procesu kiełkowania [2].

Fig. 1. Thermograms of the surface of healthy „Eureka” bean seeds in the subsequent stages of germination [2].

krywaniu uszkodzeń mechanicznych. Baranowski i wsp. [3] w swoich badaniach dotyczących detekcji uszkodzeń mechanicznych jablek wykazali, iż termograficzna obserwacja surowca umożliwia identyfikację obszarów w których występują uszkodzenia, zanim będą one zauważalne w świetle widzialnym. W wielu przypadkach termalny ślad obitej powierzchni surowca roślinnego powstaje zanim uszkodzenie stanie się widoczne w świetle widzialnym. Ponadto wykazali, że różnice temperatury na powierzchni zdrowej części jabłka i uszkodzonej mechanicznie wzrastają wraz z upływem czasu od uszkodzenia (rys. 3). Na podstawie przeprowadzonego badania można stwierdzić, iż kamera termowizyjna pozwala na identyfikację kontrastu termalnego pomiędzy tkanką obitą oraz nieobitą i może zostać wykorzystana do wykrywania uszkodzeń mechanicznych już we wczesnym niezauważalnym stadium.

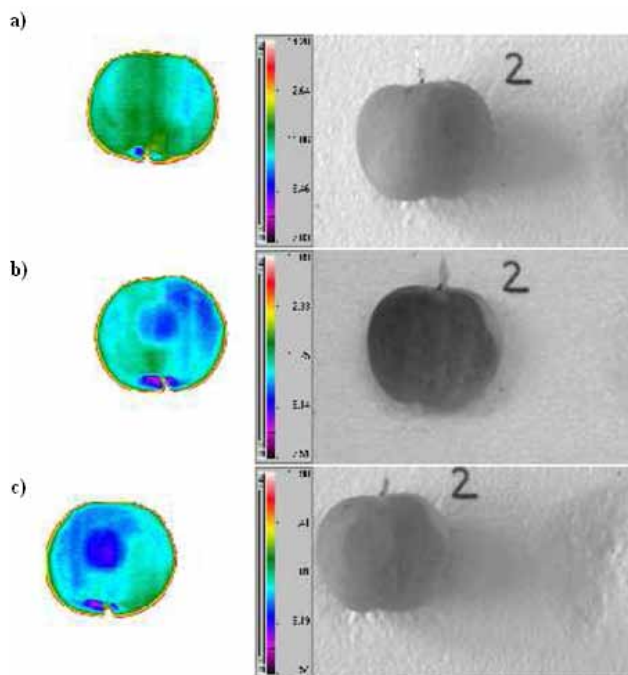
W kolejnym badaniu przeprowadzonym przez Baranowskiego i wsp. [4] wykorzystano metodę termografii do określenia intensywności transpiracji z owoców na przykładzie trzech odmian jablek oraz śliwek. Pomiaru temperatury radiacyjnej prowadzono w ciągu trzech kolejnych dób dla następujących wartości temperatury otoczenia: 11, 18 oraz 23°C. Stwierdzono istotne różnice współczynników transpiracji badanych odmian owoców dla trzech uwzględnionych wartości temperatury otoczenia. Zaobserwowano występowanie różnic pomiędzy radiacyjną temperaturą powierzchni badanych jablek oraz śliwek, a temperaturą powietrza (rys. 4). Zastosowanie pomiaru termowizyjnego do rejestracji radiacyjnej temperatury powierzchni owoców może zostać



Rys. 2. Termogramy powierzchni nasion fasoli wielokwiatowej odmiany „Eureka” niezdolnych do wyprodukowania kielka w kolejnych stadiach procesu pęcznienia [2].

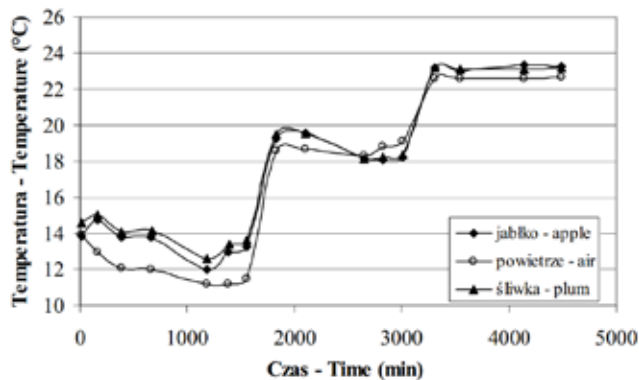
Fig. 2. Thermograms of the surface of the „Eureka” bean seeds unable to produce germ in the subsequent stages of swelling process [2].

wykorzystane w kontroli warunków przechowalniczych, a także monitorowania intensywności parowania z owoców.



Rys. 3. Obrazy termograficzne (z lewej) oraz obrazy w świetle widzialnym (z prawej) jabłka odmiany Jonagold uszkodzonego mechanicznie po upływie: a) 2 godz.; b) 26 godz.; c) 50 godz. [3].

Fig. 3. Thermographic images (left) and visible light images (right) of mechanically damaged Jonagold apples after: a) 2h; b) 26h; c) 50h [3].

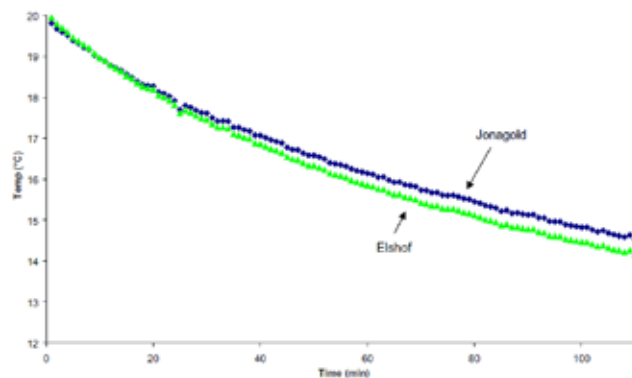


Rys. 4. Przykładowe przebiegi wartości temperatury powietrza oraz temperatury radiacyjnej powierzchni jabłek i śliwek podczas doświadczenia [4].

Fig. 4. Examples of courses of air temperature and two fruit surface radiation temperature during the experiment [4].

Veraberbeke i wsp. [21] wykorzystali pomiary termowizyjne jako nieinwazyjne narzędzie oceny jakości powierzchni jabłek. W badaniu dokonano analizy różnic w temperaturze na powierzchni dwóch odmian jabłek – Jonagold oraz Elshof, podczas ochładzania z temperatury 20°C do 12°C. Zaobserwowano, iż temperatura na powierzchni jabłek odmiany Elshof malała szybciej, aniżeli w przypadku odmiany Jonagold i w efekcie osiągnęła niższą wartość (rys. 5). Wyższa utrata wilgotności oraz większa transpiracja

w przypadku odmiany Elshof, związane są z większym stopniem uszkodzenia warstwy zewnętrznej oraz większą ilością przetłoczek [22]. Na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzono, iż kamera termowizyjna charakteryzuje się odpowiednią czułością do pomiaru oceny jakości powierzchni jabłek.



Rys. 5. Zmiany temperatury na powierzchni jabłek odmiany Jonagold i Elshof podczas procesu schładzania [21].

Fig. 5. Surface temperature of individual Jonagold and Elshof apples measured with ThermoCAMTM during cooling from 20°C to 12°C [21].

Wśród możliwości wykorzystania termografii wymień można również m.in. wykrywanie stresu wodnego roślin, kontrolę dojrzałości oraz jakości produktów pochodzenia roślinnego, a także kontrolę temperatury warunków przechowalniczych [2, 9].

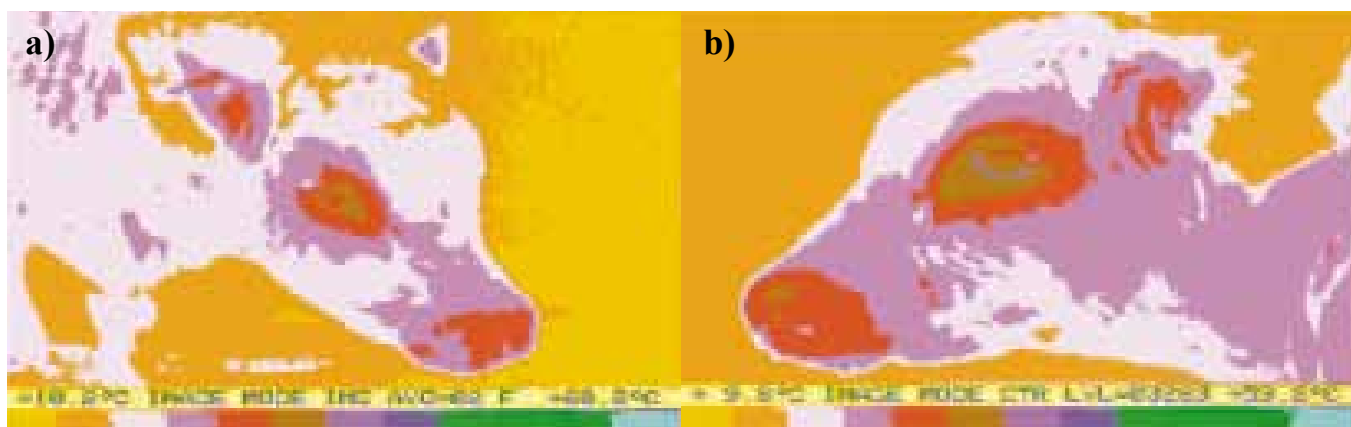
Ocena stanu zdrowia zwierząt hodowlanych

Termografia w podczerwieni znalazła również zastosowanie jako narzędzie do oceny stanu zdrowia zwierząt hodowlanych. Złe warunki hodowlane wpływają negatywnie na dobrostan zwierząt i przyczyniają się do wywołania stresu, a co za tym idzie – mogą skutkować pogorszeniem jakości mięsa oraz obniżeniem bezpieczeństwa żywności. Wywołany stan stresu powoduje zmiany w produkcji oraz utracie ciepła przez zwierzęta, co może zostać wykryte przy wykorzystaniu kamery termowizyjnej [19].

Technika termowizyjna została wykorzystana także do wczesnego wykrywania infekcji u zwierząt hodowlanych. Schaefer i wsp. [18] przeprowadzili badanie mające na celu wczesne wykrycie BVD, czyli wirusowej biegunki bydła (ang. Bovine Viral Diarrhoea) u cieląt. Przez dziesięć następujących po sobie dni dokonywano kontroli temperatury ciała zwierząt przy wykorzystaniu kamery termowizyjnej (rys. 6). Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowano różnice w wartości temperatury ciała zainfekowanych zwierząt. W wyniku przeprowadzonego badania stwierdzono, iż termografia w podczerwieni stanowi czuły wskaźnik do detekcji zmian temperatury ciała zwierząt wywołanych infekcjami.

Ocena procesów technologicznych w przemyśle spożywczym

W produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego termografia stanowi alternatywną technikę oceny temperatury mięsa podczas obróbki termicznej dokonywanej w czasie rzeczywistym. Pozwala na zdalne, sprawne, szybkie, a przede wszystkim nieinwazyjne kontrolowanie procesów cieplnych,

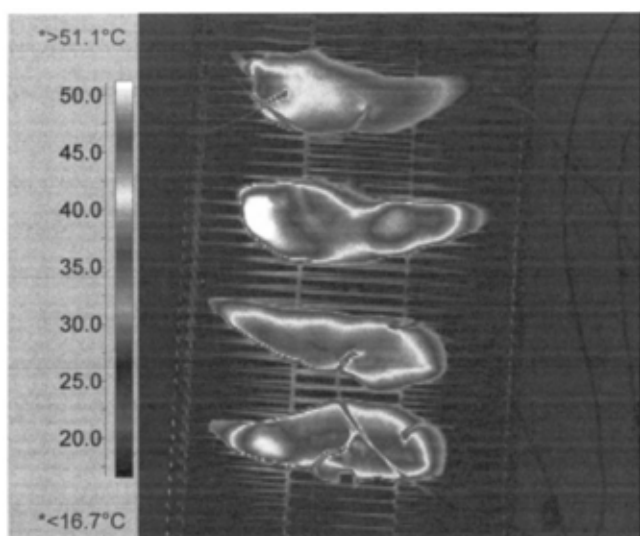


Rys. 6. Obrazy termograficzne cieląt przed oraz po infekcji wirusem BVD: a) dzień 0; b) dzień 10 [18].

Fig. 6. Thermographic images of calves before and after BVD infection: a) day 0; b) day 10 [18].

jednocześnie nie stanowiąc zagrożenia wystąpienia kontaminacji, tym samym zapewnia zachowanie czystości mikrobiologicznej produktu [12].

Pomiary termowizyjne mogą również znaleźć zastosowanie w przemyśle spożywczym do kontroli temperatury produktów poddawanych obróbce termicznej na linii produkcyjnej. Z uwagi na brak możliwości zastosowania metod kontaktowych (termometry, termopary), wykorzystanie nieinwazyjnej metody jaką jest termografia stanowi innowacyjne narzędzie kontroli stopnia termicznej gotowości produktów, a także umożliwia wykrycie i usunięcie produktów wadliwych z linii produkcyjnej.



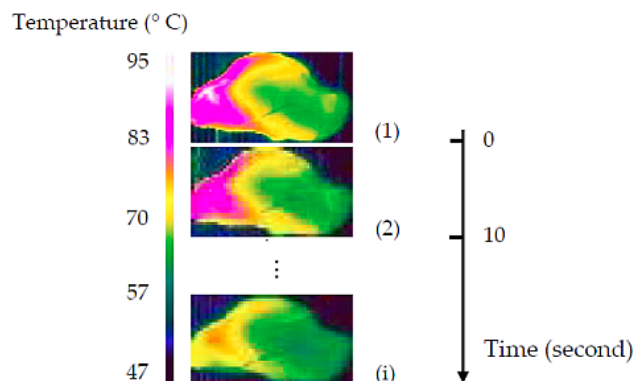
Rys. 7. Obraz termowizyjny czterech piersi kurczaka po obróbce termicznej [10].

Fig. 7. Thermal image of four chicken breasts after heat-treatment [10].

Ibarrá i wsp. [10] wykorzystali technikę termowizyjną do oszacowania temperatury wewnętrznej mięsa drobiowego poddawanego obróbce termicznej (rys. 7). Opracowana metoda estymacji temperatury wewnętrznej wykorzystywała algorytm Levenberga-Marquardta do opisu korelacji między temperaturą powierzchniową mierzona za pomocą kamery termowizyjnej, a temperaturą wewnętrzną mierzona za pomocą termopary. Pomiary temperatury dokonywane były w 30-sekundowych odstępach czasowych przez 10 minut bezpośrednio po procesie obróbki termicznej. Wydajność opracowanej sieci neuronowej była wysoka, a błąd

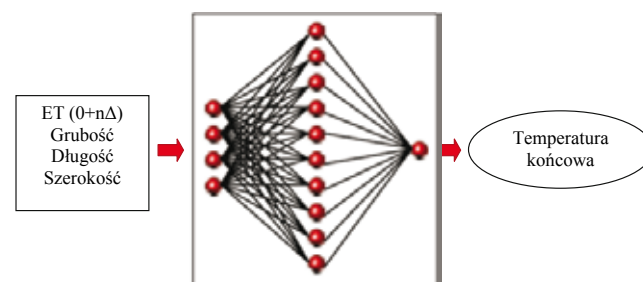
standardowy dla oszacowanej temperatury wewnętrznej wyniósł $\pm 1.01^\circ\text{C}$ dla czasów w zakresie od 0 do 540 sekund po obróbce termicznej. Na podstawie przeprowadzonych testów Ibarra i wsp. [10] stwierdzili, iż połączenie metody termowizyjnej oraz sieci neuronowej może zostać wykorzystane jako procedura kalibracyjna do nieinwazyjnych pomiarów temperatury końcowej mięsa drobiowego po obróbce termicznej.

Ma i wsp. [12] wykorzystali technikę termowizyjną w połączeniu z techniką obrazowania laserowego jako nieinwazyjną metodę szacowania temperatury wewnętrznej w filetach drobiowych poddawanych obróbce termicznej. Po obróbce termicznej filetów drobiowych dokonywano sekwencyjnej rejestracji obrazu termowizyjnego (rys. 8) oraz pomiaru



Rys. 8. Sekwencyjne obrazy termowizyjne uzyskane po obróbce termicznej [12].

Fig. 8. Sequential thermal images obtained after heat-treatment [12].



Rys. 9. Model wyznaczenia temperatury wewnętrznej [12].

Fig. 9. The model for determining the internal temperature [12].

temperatury wewnętrznej z wykorzystaniem termopar. Pomiarów dokonywano w czasie 5 minut w 10-sekundowych odstępach. Technika obrazowania laserowego pozwoliła na uzyskanie obrazów 3D służących do wyznaczenia informacji dotyczącej kształtu oraz grubości badanego materiału. Uzyskane dane posłużyły do opracowania modelu nieliniowych procesów wymiany ciepła oraz do estymowania wewnętrznej temperatury mięsa drobiowego z wykorzystaniem sieci neuronowych (rys. 9).

Połączenie zastosowanych metod dało możliwość nieinwazyjnego wyznaczania temperatury wewnątrz produktów pochodzenia zwierzęcego poddawanych obróbce termicznej, pozwalając tym samym na zapewnienie wysokiej jakości oraz bezpieczeństwa żywności.

Detekcja ciał obcych

Jednym z istotnych aspektów w produkcji żywności jest również zapobieganie występowaniu ciał obcych w produktach spożywczych. Obecnie stosowane są liczne metody detekcji oraz separacji substancji niepożądanych. Aktualnie brak jest systemu zdolnego do identyfikacji zanieczyszczeń niezależnie od wielkości i kształtu. W tym celu możliwe jest zastosowanie techniki termowizyjnej. Z uwagi na różną budowę, ciała obce i składniki żywności charakteryzują się zróżnicowaną emisją promieniowania podczerwonego, co stanowi podstawę do ich wykrywania [5]. Rozróżnienie żywności od ciał obcych z wykorzystaniem kamery termowizyjnej następuje w dwojaki sposób – bazując na różnicy wartości współczynnika emisyjności (termografia bierna), bądź różnicy w przewodności cieplnej badanych materiałów, powstałej na skutek zastosowania stymulacji cieplnej (termografia aktywna). Z uwagi na mogące wystąpić niewielkie różnice w wartościach współczynników emisyjności ciał obcych i składników żywności, większe zastosowanie w identyfikacji ciał obcych ma termografia pulsacyjna. Po zastosowaniu stymulacji cieplnej obserwuje się wzrost temperatury na powierzchni badanego obiektu, a następnie podczas ochładzania dokonuje się pomiaru rozkładu temperatur, biorąc pod uwagę fakt, iż różne obiekty ulegają ochłodzeniu z różną prędkością [6].

Zastosowanie termowizji w kontroli procesu pakowania

Kamera termowizyjna może zostać wykorzystana również w przypadku kontroli procesu pakowania i stanu opakowań. Liu i Dias [11] dokonali analizy możliwości zastosowania techniki termowizyjnej do wykrywania defektów opakowań. W pomiarach wykorzystana została technika termografii aktywnej, gdzie zastosowano pobudzenie impulsem cieplnym powierzchni opakowania, a następnie dokonano rejestracji rozkładu temperatury w funkcji czasu. Wykazano wystąpienie różnic temperatury na powierzchni w zakresie 0,2-0,3°C między powierzchnią bez defektów, a powierzchnią opakowania zawierającą defekty tj. rozwarstwienie, puste przestrzenie. Na podstawie przeprowadzonego badania Liu i Dias stwierdzili, iż technika termowizyjna stanowi potencjalne, nieinwazyjne narzędzie służące do detekcji defektów opakowań [20].

PODSUMOWANIE

Technika termowizyjna pełni znaczącą rolę w pomiarach temperatury w wielu procesach przemysłowych, a obecnie prowadzone są liczne badania nad możliwością zastosowania jej również w przemyśle rolno-spożywczym. Badania pokazują, iż istnieje możliwość wykorzystania termografii podczerwieni w zakresie kontroli jakości oraz bezpieczeństwa żywności. Wiele omówionych zastosowań termowizji znajduje się nadal na etapie doświadczalnym, a dalsze badania powinny być ukierunkowane na wprowadzenie oraz adaptację techniki w produkcji przemysłowej. Z uwagi na szereg zalet, w tym szybkość, bezinwazyjność, dokładność, łatwość obsługi, a także krótki czas pomiaru, technika termowizyjna daje szanse zwiększenia wydajności procesów produkcyjnych przemysłu spożywczego. W przeciwieństwie do pozostałych metod rejestracji temperatury, w przypadku termografii podczerwieni niezbędne może być opracowanie zróżnicowanych metodologii pomiaru w związku z różnicami w warunkach pomiarowych oraz badanym materiale (m.in. emisyjność).

LITERATURA

- [1] AMON F., HAMINS A., BRYNER N., & ROWE J. 2008. *Meaningful performance evaluation conditions for fire service thermal imaging cameras*. Fire Safety Journal, Nr. 43, 541-550.
- [2] BARANOWSKI P. 2008. *Temperatura radiacyjna wybranych owoców i nasion jako parametr oceny ich jakości*. Acta Agrophysica, Nr. 159.
- [3] BARANOWSKI P., LIPECKI J., MAZUREK W., WALCZAK R. T. 2005a. *Detekcja uszkodzeń mechanicznych jabłek z wykorzystaniem termografii*. Acta Agrophysica Nr. 6 (1), 19-29.
- [4] BARANOWSKI P., LIPECKI J., MAZUREK W., WALCZAK R. T. 2005b. *Laboratoryjne badania nad możliwością wykorzystania temperatury powierzchni owoców do określania intensywności parowania jako istotnego parametru oceny jakości owoców*. Acta Agrophysica, Nr. 6 (2), 307-318.
- [5] DA-WEN SUN. 2008. *Computer vision technology for food quality evaluation*. Academic Press, 17.
- [6] GINESU G., GIUSTO D. D., MÄRGNER V., MEINLSCHMIDT P. 2002. *Detection of Foreign Bodies in Food by Thermal Imagery*. IAPR Workshop of Machine Vision Applications, 128-131.
- [7] GOWEN A. A., TIWARI B. K., CULLEN P. J., McDONNELL K., O'DONNELL C. P. 2010. *Applications of thermal imaging in food quality and safety assessment*. Trends in Food Science and Technology, Nr. 21, 190-200.
- [8] HELLEBRAND H. J., BEUCHE H., LINKE M. 2002. *Thermal imaging: A promising high-tec method in agriculture and horticulture [w] Physical Methods in Agriculture: Approach to Precision and Quality*, [ed.] Blahovec J., Kutilek M., s. 411-427. New York, NY: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

- [9] **HORABIK J. 2011.** Ekspertyza. Stan badań z zakresu właściwości fizycznych surowców roślinnych w aspekcie ich przetwarzania. Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, Lublin, 7-9.
- [10] **IBARRA J. G., TAO Y., XIN H. 2000.** *Combined IR imaging-neural network method for the estimation of internal temperature in cooked chicken meat.* Optical Engineering, Nr 39 (11), 3032-3038.
- [11] **LIU Y., DIAS R. 2002.** Evaluation of package defects by thermal imaging. 28th International Symposium for Testing and Failure Analysis, 139-144.
- [12] **MA L., TAO Y., JING H. 2003.** An infrared and laser range imaging system for non-invasive estimation of internal cooking temperature in poultry fillets. American Society of Agricultural and Biological Engineers (Thesis submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science).
- [13] **MANICKAVASAGAN A., JAYAS D. S., WHITE N. D. G., PALIWAL J. 2005.** Applications of Thermal Imaging in Agriculture – A Review. Written for presentation at the CSAE/SCGR 2005 Meeting, Winnipeg, Manitoba, paper nr 05-002.
- [14] **MINKINA W. 2004.** Pomiar termowizyjny – przyrządy i metody. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 44-55.
- [15] **NOWAKOWSKI A. 2001.** Postępy termografii – aplikacje medyczne. Wydawnictwo Gdańskie, Gdańsk, 24-30.
- [16] **OLIFERUK W. 2006.** Termografia aktywna w badaniach materiałów. Dwunaste Seminarium NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW, Zakopane, 10-25.
- [17] **OLIFERUK W. 2008.** Termografia podczerwieni w nieniszczących badaniach materiałów i urządzeń. Biuro Gamma, Warszawa, 15-20.
- [18] **SCHAEFER A. L., COOK N., TESSARO S. V., DEREGT D., DESROCHES G., DUBESKI P. L., TONG A. K. W., GODSON D. L. 2004.** *Early detection and prediction of infection using infrared thermography.* Canadian Journal of Animal Science, Nr. 84, 73-80.
- [19] **STEWART M., WEBSTER J. R., SCHAEFER A. L., COOK N. J., SCOTT S. L. 2005.** *Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare.* Animal Welfare, Nr. 14, 319-325.
- [20] **VADIVAMBAL R., JAYAS D. S. 2011.** Applications of Thermal Imaging in Agriculture and Food Industry – A Review. Food Bioprocess Technol, Nr. 4, 186-199.
- [21] **VERAVERBEKE E. A., VERBOVEN P., LAMMERTYN J., CRONJE P., De BAERDEMAEKER J., NICOLAÏ B. M. 2006.** *Thermographic surface quality evaluation of apple.* Journal of Food Engineering, Nr. 77, 162-168.
- [22] **VERAVERBEKE, E. A., VAN BRUAENE, N., VAN OOSTVELDT, P., NICOLAÏ, B. M. 2001.** Non destructive analysis of the wax layer of apple by means of confocal laser scanning microscopy. Planta, Nr. 213, 525-533.
- [23] **WALCZYCKA M. 2005.** *Metody inaktywacji i hamowania wzrostu Listeria Monocytogenes w przetworach mięsnych.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Nr. 2 (43), 61-72.
- [24] **WIĘCEK B., DE MEY G. 2011.** Termowizja w podczerwieni. Podstawy i zastosowania. Wydawnictwo PAK, Warszawa, 23-29.

Dr inż. Magdalena WOŹNICZKO
Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie, Wydział Zarządzania
Dr inż. Marlena PIEKUT
Politechnika Warszawska w Płocku, Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych

STAN RYNKU ŻYWNOŚCI REGIONALNEJ I TRADYCYJNEJ W POLSCE®

The state of market of regional and traditional products in Poland®

Słowa kluczowe: produkty regionalne i tradycyjne, Gwarantowana Tradycyjna Specjalność, Chroniona Nazwa Pochożenia, Chronione Oznaczenie Geograficzne, Lista Produktów Tradycyjnych, konsument, rynek żywności regionalnej i tradycyjnej.

Celem artykułu jest przedstawienie produktów regionalnych i tradycyjnych na polskim rynku, z wyszczególnieniem chronionych w UE oraz wpisanych na Listę Produktów Tradycyjnych. Unijne znaki ochronne stanowią gwarancję jakości i smaku wyrobów. Polska, z 37 produktami objętymi unijną ochroną, znajduje się na ósmej pozycji w gronie krajów członkowskich UE. W Polsce na Liście Produktów Tradycyjnych zarejestrowanych jest 1387 produktów i potraw. Najwięcej produktów tradycyjnych pochodzi z województwa podkarpackiego, pomorskiego i śląskiego.

Key words: the regional and traditional products, Traditional Speciality Guaranteed, Protected Designation of Origin, Protected Geographical Indications, the List of Traditional Products, consumer, market of traditional and regional products.

The presentation of regional and traditional products on Polish market from specification protected in UE as well as written on the List of Traditional Products is the aim of article. Protective signs of UE make up the guarantee of quality and the taste of products be characterized by the traditional methods of production or recipe, materials, and also the produced on exactly under strict areas. Poland, from 37 products be with protection of UE, it is on eighth position in team of member's countries of UE. On the List of Traditional Products in Poland be registered 1387 products and dishes. The most of traditional products come from Podkarpackie, Pomeranian province, Silesian.

WPROWADZENIE

Polska słynie z wielu produktów regionalnych i tradycyjnych, wyróżniających się pod względem smaku, zapachu i sposobów ich przyrządzania. Cieszą się one dużym uznaniem w kraju i poza jego granicami [26]. Polscy producenci regionalnej i tradycyjnej żywności coraz szerzej zdobywają rynek, także zagraniczny. Występują o międzynarodowe znaki ochronne, zgłaszają swoje produkty na krajową Listę Produktów Tradycyjnych. Często wokół produktów regionalnych i tradycyjnych gromadzą się ludzie z inicjatywą, którzy widzą w nich szansę na polepszenie dochodów swoich i sąsiadów, promocję „małej ojczyzny”, a co za tym idzie rozwój turystyki i aktywizację lokalnego rynku usług. Powstaje wiele stowarzyszeń i spółdzielni zajmującym się tymi produktami, a to oznacza większe dochody i zmniejszenie kosztów działania. Produkcja żywności regionalnej i tradycyjnej chroni nasze dziedzictwo kulinarne, integruje lokalne społeczności i prowadzi do rozwoju regionu, a także dostarcza konsumentom produktów żywnościowych najwyższej jakości [5].

Produkty wytwarzane w regionach i tradycyjnymi metodami prezentowane są coraz częściej na targach, imprezach i wystawach zarówno w kraju, jak też za granicą. Znaczącą formą ich promocji jest wspomniana Lista Produktów Tradycyjnych (LPT) prowadzona przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Dynamicznie rozwijające się sieci sklepów z żywnością regionalną i tradycyjną, a także promocyjne stoiska w sieciach supermarketów powodują, że

praktycznie z dnia na dzień znajdują one coraz więcej zwolenników i nabywców.

Specyficzne surowce, unikalne technologie, związek z regionem i jego kulturą – to nieodłączne cechy odróżniające produkty regionalne i tradycyjne od żywności produkowanej masowo w dużych zakładach przetwórczych. Wysoka jakość omawianych produktów wiąże się z wykorzystaniem tradycyjnych, często ekologicznych surowców, takich jak dawne odmiany owoców, stare odmiany zbóż oraz rodzime rasy zwierząt gospodarskich [2]. Stąd też dziedzictwo kulinarne ma ścisły związek z zachowaniem różnorodności biologicznej w rolnictwie.

Produkty regionalne i tradycyjne dostępne na polskim rynku (z wyszczególnieniem tych wpisanych na listę unijną oraz krajową Listę Produktów Tradycyjnych), składają się na polskie dziedzictwo kulinarne, które jest bogate i różnorodne ze względu na zróżnicowanie regionalne, historię i wpływ krajów sąsiednich.

OCHRONA PRODUKTÓW REGIONALNYCH I TRADYCYJNYCH W UNII EUROPEJSKIEJ

W krajach wysoko rozwiniętych, a w szczególności wśród ich zamożniejszych mieszkańców, od lat obserwuje się odwrót od konsumpcji żywności masowej produkowanej na przemysłową skalę na rzecz produktów lokalnych o znanym pochodzeniu – często droższych, ale na ogół „zdrowszych”,

smaczniejszych i bardziej oryginalnych. W Europie Zachodniej produkty regionalne i tradycyjne stanowią ok. 30% popytu na żywność [13].

W celu uzyskiwania wyróżnienia produktów wysokiej jakości związanych z regionem lub tradycją został stworzony europejski system oznaczeń. Ma on z jednej strony informować konsumentów, że mają do czynienia z produktami wysokiej jakości, a z drugiej – chronić producentów przed podróbkami ich produktów.

Badania Kozłowskiej, Kozłowskiego i Warmińskiej [12] wskazują, że najczęstszymi determinantami zakupu produktów żywnościowych są jakość, cena i marka. Według badań przeprowadzonych w krajach Unii Europejskiej, 43% konsumentów było skłonnych zapłacić maksymalnie 10% więcej za produkty z oznaczeniami unijnymi, 8% respondentów zapłaciłoby do 20% więcej, natomiast 3% gotowych było do zapłaty za taki produkt do 30% więcej [1]. Produkty regionalne i tradycyjne nie podlegają typowym reakcjom na ceny. Jako wysoko jakościowe i specjalnie przygotowane, są z założenia znacznie droższe niż produkty konwencjonalne i są od razu adresowane do osób o wysokich dochodach. Ich nabywcy dzielą się na ogół na dwie grupy: tych, których zawsze na nie stać i tych, którzy kupują je okazjonalnie. Dla jednej i dla drugiej grupy konsumentów ceny oraz dochody nie są rozstrzygającym argumentem nabywania tych produktów. Na ich popyt mają wpływ gusty oraz preferencje konsumentów [8].

Polska jako członek Unii Europejskiej, w którym około 39% mieszkańców zamieszkuje tereny wiejskie, a ponad 15% zatrudnionych jest w rolnictwie – ma istotny interes w uczestniczeniu w europejskim systemie ochrony i promocji żywności. Bogactwo kulturowe i historyczne naszego kraju oraz stosowane jeszcze nie przemysłowe metody produkcji rolnej, wpływają na obecność w Polsce produktów regionalnych i tradycyjnych.

Wytwarzanie, ochrona i promocja żywności wysokiej jakości odgrywają w państwach Unii Europejskiej coraz większą rolę [7].

System ochrony i promocji wyrobów regionalnych i tradycyjnych jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na zrównoważony rozwój obszarów wiejskich. Przyczynia się do zróżnicowania zatrudnienia na obszarach wiejskich tworząc na wsi pozarolnicze źródła utrzymania oraz zwiększa dochody producentów rolnych. Chroni on także dziedzictwo kulturowe wsi, co w dużym stopniu zwiększa atrakcyjność terenów wiejskich oraz rozwój agroturystyki i turystyki wiejskiej [3].

Badania Jęczmyk i Tworek [9] dowodzą, iż znajomość certyfikatów unijnych związanych z produktami regionalnymi i tradycyjnymi wśród właścicieli gospodarstw agroturystycznych jest duża. Az 94% respondentów znało oznaczenia unijne. Ponad 80% badanych słyszało o Liście Produktów Tradycyjnych. Wyniki przeprowadzonych badań [26] wskazują, iż prawie 45% właścicieli gospodarstw wiejskich oferujących wyżywienie, serwowało turystom potrawy regionalne.

Realizowana w Unii Europejskiej polityka jakości daje także pewność konsumentom, że kupują żywność bardzo wysokiej jakości, która została wytworzona za pomocą wyjątkowej, tradycyjnej metody produkcji. Ze względu na dużą różnorodność produktów wprowadzanych na rynek

konsumentów oczekują jasnych oraz wyczerpujących informacji na temat jakości i pochodzenia produktu rolnego lub artykułu spożywczego. Identyfikację i wybór poszczególnych wyrobów ułatwiają oznaczenia geograficzne, nazwy pochodzenia oraz gwarantowane tradycyjne specjalności.

W europejskim systemie jakościowym zostały wyróżnione dwie zasadnicze kategorie produktów: produkty tradycyjne i produkty regionalne znanego pochodzenia.

Produktom tradycyjnym przyznawany jest znak Gwarantowanej Tradycyjnej Specjalności (GTS), a produktom regionalnym, czyli produktom znanego pochodzenia, znak Chronionej Nazwy Pochodzenia (ChNP) lub Chronionego Oznaczenia Geograficznego (ChOG). Polskie produkty zgłaszane są do rejestracji w Komisji Europejskiej na podstawie Ustawy z dnia 17 grudnia 2004 r. o rejestracji i ochronie nazw i oznaczeń produktów rolnych i środków spożywczych oraz produktów tradycyjnych, znowelizowanej 24 października 2008 r. [22].

Produkty tradycyjne to takie produkty, których jakość wynika ze specjalnego składu i sposobu wytwarzania. Często pochodzą z konkretnego kraju czy regionu, ale ich upowszechnienie i renoma sprawia, że produkowane są także w innych krajach.

Produkty regionalne, które mogą uzyskać Chronioną Nazwę Pochodzenia lub Chronione Oznaczenie Geograficzne, to takie produkty, których jakość jest zdecydowanie wyższa od przeciętnej i nierozdzielnie związana z miejscem ich pochodzenia i lokalnymi metodami wytwarzania.

Chroniona Nazwa Pochodzenia może być przyznana tylko takiemu produktowi, którego wszystkie surowce pochodzą z określonego obszaru i wszystkie fazy wytwarzania mają miejsce na tym obszarze. Takimi produktami są wytwarzane tradycyjnymi metodami oscypek i bryndza podhalańska, związane z Podhalem wieloma elementami: rasą owiec, sposobem i warunkami wypasu, jakością i rodzajem mleka, metodami wytwarzania sera, itp. Produkty te jako pierwsze z polskich produktów zostały zarejestrowane przez Komisję Europejską i mogą posługiwać się znakiem ChNP.

Pierwszym polskim produktem posiadającym Chronioną Nazwę Pochodzenia była bryndza podhalańska (zarejestrowana 12.06.2007). Kolejne dwa produkty wpisane na listę z ChNP to: oscypek (data rejestracji – 14.02.2008) i redykołka (01.12.2009). Obecnie (04.04.2013) lista ChNP zawiera 9 produktów pochodzących z Polski.

Chronione Oznaczenie Geograficzne może być przyznane produktowi, którego co najmniej jedna faza wytwarzania odbywa się na danym terenie. Przykładem jest zarejestrowany przez Komisję Europejską miód wrzosowy z Borów Dolnośląskich pozyskiwany z kwiatów wrzosu na terenie tych Borów. Pszczoły mogą być zaś przywożone na potrzeby wrzosowe z szerszego obszaru niż teren Borów Dolnośląskich. Jest to pierwszy produkt, który został zarejestrowany jako Chronione Oznaczeniem Geograficznym (data rejestracji 31.05.2008).

Gwarantowanymi Tradycyjnymi Specjalnościami mogą też być nie tylko produkty, ale i potrawy. Natomiast potrawy nie mogą aplikować o uzyskanie ChNP lub ChOG [22]. Produkty uznane za Gwarantowaną Tradycyjną Specjalność mogą być produkowane na terenie całego kraju

składającego wniosek o rejestrację. Ta forma ochrony produktu nie obejmuje jego nazwy, która w niektórych przypadkach może być używana do nazywania produktów nie odpowiadających chronionej recepturze. Produkty chronione w odróżnieniu od zwykłych posiadają napis „Gwarantowana Tradycyjna Specjalność” oraz odpowiedni znak unijny na etykiecie. W Polsce 9 produktów posiada znak GTS, tj. Półtorak, Dwójniak, Trójniak i Czwórniak (wszystkie z datą rejestracji 29.07.2008), a także olej rydzowy (16.06.2009), pierekaczewnik (30.06.2009), kielbasa myśliwska i jałowcowa (obie zarejestrowane 19.04.2011) oraz kabanosy (20.10.2011).

Rejestracja nazwy produktu jako oznaczenia geograficznego, nazwy pochodzenia lub gwarantowanej tradycyjnej specjalności gwarantuje, że nikt na terenie całej Unii Europejskiej nie może bezprawnie używać w obrocie zarejestrowanej nazwy. Prawo do używania znaku graficznego oraz zarejestrowanej nazwy mają wyłącznie producenci, którzy pochodzą z zarejestrowanego terytorium wytwarzający produkt zgodnie ze specyfikacją na określonym obszarze geograficznym. Przyznanie oznaczenia chroni zatem producentów oraz produkt przed nieuprawnionym wykorzystywaniem nazwy produktu. Pozwala to na podkreślenie unikalności produktu i umożliwia producentom konkurencję na rynku Unii Europejskiej. Umieszczenie znaku graficznego na opakowaniu produktu powoduje, że staje się on rozpoznawalny dla milionów konsumentów w Unii Europejskiej, dysponujących wysokimi dochodami i świadomych wysokiej jakości i unikalności oznaczonego artykułu.

Unijne znaki ochronne stanowią gwarancję jakości i smaku wyrobów charakteryzujących się tradycyjnymi metodami produkcji lub recepturą, surowcami, a także wytwarzanych na ściśle określonych obszarach. Polska, z 37 produktami objętymi unijną ochroną (tab. 1), znajduje się na ósmej pozycji w gronie krajów członkowskich UE. Ku finałowi zbliżają się prace nad wspólnym wnioskiem Śląska i Opolszczyzny o objęcie unijną ochroną krupnioka śląskiego. Przygotowywanych jest dalszych 5 wniosków dotyczących ochrony: sera z Wizajn, miodu lipiec z Białowieży, ogórka kołobrzeskiego, karpia milickiego i chrzanu nadwarciańskiego.

Polskie produkty wpisane przez Komisję Europejską do Rejestru Chronionych Nazw Pochodzenia i Chronionych Oznaczeń Geograficznych lub do Rejestru Gwarantowanych Tradycyjnych Specjalności zestawione są w tabeli 1.

System oznaczania produktów wysokiej jakości ma służyć ochronie praw producentów i konsumentów. Obie grupy powinny osiągnąć z tego systemu znaczne korzyści [19]. Dla producentów żywności kwestią zasadniczą jest to, że: w przypadku ChNP oraz ChOG nabywają wyłączne prawo do używania nazwy produktu; zyskują ochronę przed nieuczciwą konkurencją; mają możliwość uzyskania wyższej ceny w porównaniu z podobnymi produktami tej samej kategorii; mogą skuteczniej promować swoje wyroby na rynku krajowym i zagranicznym. Badania rynku wskazują również, że wartość dodana rozkłada się na cały łańcuch żywnościowy, przynosząc korzyści nie tylko producentom i lokalnym przetwórcom, ale również wszystkim innym łańcuchom dystrybucji.

Oznaczenia stanowią doskonałą informację marketingową o produktach wysokiej wartości dodanej. Główne korzy-

ści dla konsumentów to: dostarczenie rzetelnej wiedzy o pochodzeniu produktów i ich cechach oraz tradycyjnych metodach produkcji; gwarancja, że produkty są oryginalnymi artykułami, a nie podróbkami lub imitacjami; pewność, że artykuły żywnościowe zostały wytworzone zgodnie ze szczegółową specyfikacją; możliwość rozpoznania i nabycia przez zainteresowanych konsumentów produktów ze swojego regionu lub innych regionów [20].

Obecnie Agencja Rynku Rolnego koordynuje projekt „Trzy znaki smaku”, realizowany przez trzy najbliższe lata, kieruje też działania informacyjne nie tylko do wytwórców produktów tradycyjnych i regionalnych, ale również do dystrybutorów, przedstawicieli gastronomii oraz konsumentów [6]. Kampania „Trzy znaki smaku” ma również przekonać i przygotować producentów do efektywnego skorzystania z procedur rejestracyjnych w UE.

Unijny system ochrony stwarza wielkie szanse dla polskich producentów i ich wyrobów. Bogactwo naszej narodowej kuchni i wyjątkowych produktów rolno-spożywczych obrazuje zamieszczony w tabeli 1 wykaz polskich wyrobów wpisanych do europejskiego rejestru oraz stale wzrastająca popularność, jaką cieszy się krajowa Lista Produktów Tradycyjnych. Jednym z głównych celów powstania tej listy jest właśnie promocja regionalnych i tradycyjnych produktów na terenie kraju, po to, aby móc je skutecznie promować na arenie międzynarodowej.

Tabela 1. Lista polskich produktów zarejestrowanych w Unii Europejskiej

Table 1. List of Polish products registered in European Union

Chroniona Nazwa Pochodzenia	Chronione Oznaczenie Geograficzne	Gwarantowana Tradycyjna Specjalność
1. bryndza podhalańska	1. miód wrzosowy z Borów Dolnośląskich	1. półtorak
2. oscypek	2. rogal świętomarciński	2. dwójniak
3. redykołka	3. wielkopolski ser smażony	3. trójniak
4. wiśnia nadwiślańska	4. andruty kaliskie	4. czwórniak
5. podkarpacki miód spadzizowy	5. truskawka kaszubska	5. olej rydzowy
6. karp zatorski	6. miód kurpiowski	6. pierekaczewnik
7. miód z Sejneńszczyzny, Łódzieszczyzny	7. fasola korczyńska	7. kabanosy
8. fasola wrzawska	8. kielbasa lisiecka	8. kielbasa myśliwska
9. fasola Piękny Jaś z Doliny Dunajca	9. obwarzanek krakowski	9. kielbasa jałowcowa
	10. suska sechlońska	
	11. śliwka szydłowska	
	12. jabłka łąckie	
	13. chleb prądnicki	
	14. miód drahimski	
	15. jabłka grójeckie	
	16. kołocz śląski / kołacz śląski	
	17. ser koryciński swojski	
	18. jagnięcina podhalańska	
	19. cebularz lubelski	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie www.minrol.gov.pl, data dostępu 25.03.2015.

POLSKA ŻYWNOSĆ REGIONALNA I TRADYCYJNA WPISANA NA LISTĘ PRODUKTÓW TRADYCYJNYCH

Na Liście Produktów Tradycyjnych prowadzonej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi we współpracy z marszałkami województw zarejestrowano do 8 kwietnia 2015 roku 1387 produktów i potraw. W bardzo wielu przypadkach wnioski rejestracyjne to unikatowe opracowania dotyczące historii, tradycji i współczesności tych produktów i wyrobów. Na Listę wpisywane są produkty, których jakość lub wyjątkowe cechy i właściwości wynikają ze stosowania tradycyjnych metod produkcji [10, 11, 12, 18, 20], stanowią element dziedzictwa kulturowego regionu, w którym są wytwarzane, oraz są elementem tożsamości społeczności lokalnej. Za tradycyjne metody produkcji uważa się metody wykorzystywane co najmniej od 25 lat [14, 15]. Wpis na Listę Produktów Tradycyjnych nie przyznaje produktom ochrony, a jedynie informuje o spełnieniu przez produkt powyższych wymogów. Z wpisem produktu na Listę nie wiąże się także żadna dodatkowa kontrola produktów, ani nie przyznaje ich wytwórcom żadnych dodatkowych praw. Wnioskodawcom przekazuje się pisemną informację potwierdzającą wpis produktu na Listę. Informacja ta nie jest jednak certyfikatem.

O wpis produktu na Listę Produktów Tradycyjnych mogą się ubiegać osoby fizyczne i prawne, jednostki organizacyjne nie posiadające osobowości prawnej, jak również podmioty wytwarzające dany produkt. Wymagania i warunki akceptacji produktu dostępne są w Biuletynie Informacji Publicznej m.in. w dokumencie „Praktyczne informacje dotyczące umieszczania produktów tradycyjnych na Liście Produktów Tradycyjnych”.

Analiza liczby Produktów Tradycyjnych zarejestrowanych na Liście (tab. 2) w zależności od regionu wskazuje, że najwięcej produktów pochodzi z województwa podkarpackiego (180 produktów) i pomorskiego (160). Na trzeciej pozycji znajduje się województwo małopolskie (139). Natomiast najuboższe liczebnie w te produkty są województwa: lubuskie (39), zachodniopomorskie (32) i warmińsko-mazurskie (27).

Produkty mięsne (295), gotowe dania i potrawy (294 produktów) oraz produkty piekarnicze i cukiernicze (270) stanowią najbogatsze liczebnie grupy produktów tradycyjnych. Najmniej zarejestrowanych produktów żywnościowych na Liście Produktów Tradycyjnych odnotowano w grupie: innych produktów (28), olejów i tłuszczów (35) oraz produktów rybołówstwa (50).

W zależności od kategorii i obszaru produktu tradycyjnego odnotowano najwięcej produktów:

- mleczarskich w województwie podkarpackim;

Tabela 2. Liczba produktów wpisanych na Listę Produktów Tradycyjnych według kategorii produktu i podziału administracyjnego Polski

Table 2. Number of products listed on the List of Traditional Products, by product category and voivodeships in Poland

Kategoria produktu / województwo	Ogółem	Produkty mleczne	Produkty mięsne	Produkty rybołówstwa	Warzywa i owoce	Wyroby piekarnicze i cukiernicze	Oleje i tłuszcze	Miody	Gotowe dania i potrawy	Napoje	Inne produkty
Dolnośląskie	44	4	7	3	4	9	1	5	6	6	–
Kujawsko-pomorskie	57	4	4	–	4	14	1	1	13	12	4
Lubelskie	134	4	17	3	12	32	6	7	27	25	1
Lubuskie	39	1	5	2	5	8	–	3	4	11	–
Łódzkie	84	3	23	–	13	21	2	3	10	9	–
Małopolskie	139	11	33	4	14	30	1	4	24	13	5
Mazowieckie	76	3	26	2	6	9	3	5	9	10	3
Opolskie	61	3	10	1	9	12	2	3	15	2	4
Podkarpackie	180	15	55	1	9	39	2	3	44	12	–
Podlaskie	59	10	12	2	4	10	1	3	11	3	3
Pomorskie	160	3	24	17	15	28	4	3	47	16	3
Śląskie	137	12	12	4	9	32	2	3	56	6	1
Świętokrzyskie	70	2	18	5	13	13	4	3	7	4	1
Warmińsko-mazurskie	25	3	13	–	1	3	–	3	–	2	–
Wielkopolskie	90	6	33	1	7	5	6	1	19	10	2
Zachodniopomorskie	32	–	3	5	6	5	–	7	2	3	1
Ogółem	1387	84	295	50	131	270	35	57	294	144	28

Źródło: Opracowanie własne na podstawie www.minrol.gov.pl, data dostępu 08.04.2015.

- mięsnych na Podkarpaciu oraz w Wielkopolsce i Małopolsce;
- rybołówstwa na Pomorzu;
- warzyw i owoców w województwach świętokrzyskim i małopolskim;
- wyrobów piekarniczych i cukierniczych na Podkarpaciu, Śląsku i Lubelszczyźnie;
- olejów i tłuszczów w województwie lubelskim i wielkopolskim;
- pszczałarskich (miodów) na Lubelszczyźnie i Pomorzu Zachodnim;
- gotowych dań i potraw w województwach śląskim, pomorskim i podkarpackim;
- napojów w województwie lubelskim i pomorskim.

DOSTĘPNOŚĆ ŻYWNOŚCI REGIONALNEJ I TRADYCYJNEJ NA RYNKU

Rynek produktów regionalnych i tradycyjnych tworzą: producenci surowców, przetwórcy, ich związki i zrzeszenia, organizacje pozarządowe zajmujące się edukacją, promocją, badaniami rynku, dziedzictwem historycznym i kulturowym, organizacje mieszkańców, konsumentów, władze regionalne i lokalne, instytucje finansowe i parafinansowe, instytucje doradcze, samorządy producentów i mieszkańców, różnego typu szkoły, liderzy życia społecznego i gospodarczego. Współpracują z nimi eksperci mający wiedzę z zakresu ekonomii, zarządzania, marketingu oraz polityki gospodarczej Unii Europejskiej, wspierający budowę rynku produktów regionalnych i tradycyjnych [8].

W wielu miejscowościach powstają sklepy lub sieci sklepów wyspecjalizowanych w sprzedaży produktów regionalnych i tradycyjnych, które cieszą się coraz większym zainteresowaniem konsumentów. Przykładem jest sieć sklepów „Specjał Wiejski – wyroby gospodarskie” w Warszawie (8 sklepów), Gdańsku (1) i Lublinie (1). Niektóre supermarkety wydzielają specjalną przestrzeń dla markowych produktów dobrej jakości, przy czym „produkt markowy” niekoniecznie oznacza, że pochodzi on z dużego renomowanego zakładu wytwórczego – równie dobrze może być dostarczany przez małego producenta. Dzięki systemowi europejskiemu i jego specjalnym oznaczeniom możemy odróżnić produkt o specjalnych cechach, wynikających z pochodzenia i tradycyjnej lub specjalnej metody produkcji, od podobnego produktu wytwarzanego w sposób standardowy. Uzyskanie znaku europejskiego świadczy więc o jakości i wyjątkowości produktu, co pozwala jego producentowi sprzedawać produkt po wyższej cenie niż oferowane przez innych producentów, którzy wytwarzają podobne, ale nieoznaczone produkty, a zatem pozwala mu uzyskać wyższy przychód, stałą promocję poprzez rozpoznawalny znak na produkcie oraz zapewnić ochronę produktu.

Coraz częściej produkty wytwarzane w regionach i tradycyjnymi metodami dostępne są na targach, kiermaszach, jarmarkach i świętach im poświęconych [16, 17]. Przykładem są Targi Produktów Regionalnych „Regionalia” w Warszawie, które w kwietniu 2012 roku odbyły się po raz pierwszy. Dzięki rozszerzonej formule i połączeniu z największą tego typu imprezą konsumencką w Polsce – Targami Turystyki i Wypoczynku „Lato”, wystawcy docierają nie tylko do szerokiej rzeszy klientów indywidualnych (20 tys. rocznie) [23], ale również do przedstawicieli wielu sieci handlowych, supermarketów, sklepów ze „zdrową żywnością”, restauracji, hurtowni, szkół, mediów oraz wszystkich zainteresowanych. Oprócz ciekawych propozycji na stoiskach, na zwiedzających Targi „Regionalia” czekają różnorodne atrakcje: pokazy tworzenia innowacyjnych dań z produktów regionalnych, tradycyjnych i sezonowych wraz z degustacją, prezentacje związane z tematyką wina, warsztaty w zakresie jakości i bezpieczeństwa produkcji żywności oraz e-marketingu produktów regionalnych i tradycyjnych. Wybierany jest też najlepszy produkt regionalny oraz ekologiczny.

Produkty regionalne i tradycyjne promowane są także poprzez konkursy kulinarne. Największym i najbardziej znanym

jest Konkurs na najlepszy polski regionalny produkt żywnościowy „Nasze Kulinarne Dziedzictwo – Smaki Regionów”, organizowany od 2001 roku. Celem konkursu jest poznanie i udokumentowanie polskich regionalnych produktów żywnościowych oraz potraw osadzonych głęboko w polskiej tradycji i od lat wytwarzanych tymi samymi metodami i według tych samych receptur. Ważne jest znalezienie i zachowanie narodowych specjałów, zanim odejdą w zapomnienie, wyparte przez żywność przemysłową. W konkursie można zdobyć prestiżową nagrodę zwaną „Perła Roku”. Zdaniem Byśzewskej [4], koordynatora tego konkursu, przyczynił się nie tylko do promocji i ożywienia rynku produktów regionalnych i tradycyjnych, lecz stał się także inspiracją do powstawania rozwiązań prawnych i administracyjnych, dotyczących ochrony tych produktów i ich producentów. Ideą konkursu jest ocalenie od zapomnienia i utrwalenie polskiego dziedzictwa kulinarnego, jako niezmiernie ważnej części dziedzictwa kulturowego narodu. Działania te odzwierciedla obowiązująca od dnia 17 lutego 2005 r. ustawa o rejestracji i ochronie nazw i oznaczeń produktów rolnych i środków spożywczych oraz o produktach tradycyjnych.

Produkty regionalne i tradycyjne są coraz bardziej znaczącą atrakcją turystyczną i często mają istotny wpływ na wzrost liczby turystów odwiedzających dany region, a więc przyczyniają się nie tylko do zwiększenia dochodów producenta, ale i do rozwoju całego regionu. Konsument-turysta mogą je degustować podczas pobytu w gospodarstwach agroturystycznych [25], folklorystycznych zakładach gastronomicznych (np. karczmach), uczestnicząc w imprezach kulinarnych czy zwiedzając muzea skansenowskie.

Reasumując, produkty regionalne i tradycyjne są: ważnym źródłem dochodów dla producentów (poszukiwane przez konsumentów, atrakcyjne dla turystów), a także sprzyjają środowisku [22].

Przewaga konkurencyjna nad żywnością masowo produkowaną spowodowała, że produkty regionalne i tradycyjne zaistniały na rynku. Konsumenti muszą o nich dużo wiedzieć, aby były atrakcyjne dla nich [10]. Według badań Kozłowskiej, Kozłowskiego i Warmińskiej [12], większość respondentów kojarzy produkty regionalne i tradycyjne. Produkty te znane są najbardziej w grupie wiekowej 41-60 lat (ponad 74%) oraz 20-40 lat (70%). Badania Żakowskiej-Biemans i Kuc [24] wskazują, że prawie 78% konsumentów deklaruje, że kupuje żywność regionalną i tradycyjną.

Wyniki badań Warmińskiej i Dąbrowskiej [21] wskazują, że dostępność produktów regionalnych i tradycyjnych na lokalnym rynku nie jest zadowalająca. Większość respondentów ocenia ją jako ograniczoną, a spora grupa uznaje, że produkty te nie są dostępne. Głównym motywem ich zakupu okazał się smak i zapach. Respondenci zainteresowani są stałym zaopatrywaniem się w produkty regionalne i tradycyjne. Natomiast badania Kozłowskiej, Kozłowskiego i Warmińskiej [12] dowodzą, iż głównymi motywami zakupu produktów regionalnych i tradycyjnych są: naturalny sposób wytwarzania i świeżość oraz wysoka jakość. Na trzecim miejscu znalazły się walory smakowe. Według badań Żakowskiej-Biemans i Kuc [24] motywem zakupu tych produktów jest potrzeba spróbowania potraw charakterystycznych dla danego regionu (66%), a na następnym miejscu – walory smakowe i zapachowe (56%).

WNIOSKI

Produkty regionalne i tradycyjne posiadają specyficzny charakter oraz walory smakowe. Tradycyjne receptury powiązane są ze specyficznymi metodami produkcji. Wyroby regionalne na ogół przygotowywane są domowymi sposobami, z zachowaniem naturalnych, długotrwałych i pracochłonnych procesów technologicznych, ale gwarantujących niezmienną od pokoleń wyższą jakość. Wyroby te, wpisane na Listę Produktów Tradycyjnych, często są wyrabiane w niewielkich ilościach przy wykorzystaniu zwyczajowych metod produkcji, które są pewnego rodzaju ceremoniałem. Wyjątkowy smak tych wyrobów bywa często na nowo odkrywany przez mieszkańców-konsumentów oraz turystów odwiedzających regiony z których pochodzą produkty. Dowodzi tego popularność, jaką cieszą się kiermasze oraz inne imprezy promujące żywność regionalną i tradycyjną.

Propagowanie kultury i tradycji oraz wspieranie działań, zmierzających do rozpowszechniania wiedzy na temat naszego dziedzictwa kulinarnego może sprawić, że wyroby regionalne i tradycyjne staną się jedną z wizytówek Polski, a szczególnie jej regionów, stanowiącą ogromną atrakcję turystyczną. Propagowanie idei ochrony nazw produktów regionalnych i tradycyjnych jest bardzo ważnym elementem rozwoju obszarów wiejskich i wpływa na rozwój terenów, z których pochodzą. System ochrony sprzyja również różnicowaniu działalności na obszarach wiejskich, także na terenach o niekorzystnych warunkach gospodarowania oraz zapobiega wyludnieniu się tych obszarów.

Producenci żywności charakteryzującej się regionalnym pochodzeniem lub tradycyjnymi metodami wytwarzania, znajdującej się w europejskim rejestrze chronionych produktów czy nawet wpisanej na krajową Listę Produktów Tradycyjnych, mogą być bardziej atrakcyjni na rynku, a ich wyroby mogą łatwiej sprostać konkurencji żywności masowej. Coraz większa liczba konsumentów jest gotowa kupować produkty regionalne i tradycyjne ze względu na ich smak i jakość, mając pewność, że zarówno ich bezpieczeństwo, jak i jakość podlegają odpowiedniej kontroli. Doświadczenie krajów europejskich wskazuje, że tego typu produkty stały się ważnym źródłem dochodu dla mieszkańców wsi, zwiększają atrakcyjność terenów wiejskich i są też powodem do dumy dla ich producentów.

LITERATURA

- [1] **BOROWSKA A. 2007.** *Postawy konsumentów wobec produktów.* Agro-smak, 9, 4-6.
- [2] **BOROWSKI J. 2007a.** *Czynniki kształtujące jakość produktów regionalnych i tradycyjnych.* Agro-smak, 6, 4-6.
- [3] **BOROWSKI J. 2007b.** *Potrawy regionalne i tradycyjne jako element dziedzictwa kulturowego.* Agro-smak, 8, 4-7.
- [4] **BYSZEWSKA I. 2005.** Konkurs „Nasze kulinarne dziedzictwo” doświadczenia w zakresie identyfikacji oraz promocji produktów regionalnych i tradycyjnych. (W:) Gąsiorowski M. (red.), *O produktach tradycyjnych i regionalnych. Możliwości a polskie realia*, Fundacja Fundusz Współpracy, Warszawa 2005, 279-282.
- [5] **BYSZEWSKA I.** Co to jest dziedzictwo kulinarne i dlaczego trzeba je chronić? (W:) Kamiński R., Mierzejewski M., Woźniak A. (red.), *Produkty lokalne – szanse i wyzwania*, Warszawa, Wyd. Forum Aktywizacji Obszarów Wiejskich, 5.
- [6] **BYSZEWSKA I., KURPIŃSKA G. 2012.** *Polskie smaki*, Poznań, Wyd. Zysk i S-ka.
- [7] **DOLATOWSKI Z. J., KOŁOŻYN-KRAJEWSKA D. 2009.** *Żywność tradycyjna a rozwój regionu.* (W:) Dolatowski Z. J., Kołożyn-Krajewska D. (red.), *Rozwój turystyczny regionów a tradycyjna żywność*, Częstochowa, Wyd. Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie, 279-291.
- [8] **DUCKOWSKA-MALYSZ K. 2006.** *Budowa rynku produktów regionalnych.* Agro-smak, 4, 4-6.
- [9] **JĘCZYKA., TWOREK N. 2009.** Znajomość certyfikatów związanych z produktami regionalnymi wśród właścicieli gospodarstw agroturystycznych. (W:) Dolatowski Z. J., Kołożyn-Krajewska D. (red.), *Rozwój turystyczny regionów a tradycyjna żywność*, Częstochowa, Wyd. Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie, 305-313.
- [10] **GAŚSIOROWSKI M. 2006a.** *Na straży jakości tradycyjnych produktów.* Agro-smak, 3, 4-5.
- [11] **GAŚSIOROWSKI M. 2006b.** *Ochrona produktów regionalnych i tradycyjnych.* Agro-smak, 2, 4-7.
- [12] **KOZŁOWSKA P., KOZŁOWSKI T., WARMIŃSKA M. 2009.** Znajomość wybranych produktów regionalnych wśród mieszkańców Pomorza. (W:) Dolatowski Z. J., Kołożyn-Krajewska D. (red.), *Rozwój turystyczny regionów a tradycyjna żywność*, Częstochowa, Wyd. Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie, 339-349.
- [13] **MICHOTA-KATULSKA E., BONIECKA I., UKLEJA A. 2008.** Rola żywności tradycyjnej w rozwoju i promocji turystyki w regionach. (w:) *Tradycyjne i regionalne technologie i produkty w żywieniu człowieka*, Lublin, Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 46.
- [14] **ORŁOWSKI D., WOŹNICZKO M. 2008.** Dziedzictwo kulinarne Polski i jego rola w rozwoju agroturystyki, w: *Innowacje w turystyce wiejskiej – szansa czy konieczność?* (w:) Ditrich B., Ceglarska S. (red.), Gdańsk, Wyd. Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Gdańsku, 67-82.
- [15] **ORŁOWSKI D., WOŹNICZKO M. 2010.** *Gastronomia folklorystyczna i jej wykorzystanie w turystyce.* (w:) Dolatowski Z. J., Kołożyn-Krajewska D. (red.), *Gastronomia w ofercie turystycznej regionu*, Częstochowa, Wyd. Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie oraz Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, 323-346.
- [16] **ORŁOWSKI D., WOŹNICZKO M. 2012.** *Imprezy gastronomiczne jako element kształtujący rynek turystyki kulinarnej w Małopolsce.* (w:) Jalinik M., Ziółkowski R. (red.), *Rynek usług turystycznych*, Białystok, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 276-302.

- [17] **ORŁOWSKI D., WOŹNICZKO M. 2012.** Wiejskie dziedzictwo kulinarne regionu i jego prezentacja w ofercie turystycznej Muzeum Wsi Lubelskiej na przykładzie konkursu „Nasze Kulinarne Dziedzictwo – Smaki Regionów”. (w:) Sawicki B., Mazurek-Kusiak A. K., Janicka J. (red.), Zarządzanie produktem i walorami kulturowymi w turystyce, Lublin, Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 130-148.
- [18] **OZIMEK I. 2009.** Produkty regionalne i tradycyjne – ocena sytuacji prawnej. (w:) Dolatowski Z. J., Kołożyn-Krajewska D. (red.), Rozwój turystyczny regionów a tradycyjna żywność, Częstochowa, Wyd. Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie, 399-413.
- [19] **PIEKUT M. 2012.** *Polskie regionalne produkty mleczarskie chronione w Unii Europejskiej.* Przegląd Mleczarski, 6, 46-49.
- [20] **SEREJ R., MAKOWSKI R. 2011.** W krainie lubelskich produktów tradycyjnych, Lublin, Wyd. Urząd Marszałkowski Województwa Lubelskiego, 7-8.
- [21] **WARMIŃSKA M., DĄBROWSKA A. 2009.** Produkt regionalny jako atrakcja turystyczna Polski. (W:) Dolatowski Z. J., Kołożyn-Krajewska D. (red.), Rozwój turystyczny regionów a tradycyjna żywność, Częstochowa, Wyd. Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie, 212-225.
- [22] **WINAWER Z., WUJEC H. 2010.** Tradycyjne i regionalne produkty wysokiej jakości we Wspólnej Polityce Rolnej, Warszawa, Wyd. Fundacja dla Polski, Warszawa, 25, 28-29, 31-33.
- [23] **WOŹNICZKO M., ORŁOWSKI D. 2014.** Folklorystyczne imprezy kulinarne w ofercie turystycznej muzeów na wolnym powietrzu w Polsce. (w:) Biuletyn Stowarzyszenia Muzeów na Wolnym Powietrzu w Polsce, nr 14, Smaki regionów – dziedzictwo kulinarne w muzeach na wolnym powietrzu”, Wdzydze Kiszewskie, Wyd. Stowarzyszenia Muzeów na Wolnym Powietrzu w Polsce, 145-164.
- [24] **ŻAKOWSKA-BIEMANS S., KUC K. 2008.** Żywność tradycyjna i regionalna w opinii i zachowaniach polskich konsumentów. (w:) Tradycyjne i regionalne technologie i produkty w żywieniu człowieka, Lublin, Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 68.
- [25] **ŻELAZNA K., WOŹNICZKO M. 2005.** Usługi żywieniowe w ocenie nabywców turystyki wiejskiej. (w:) Gutkowska K., Narojek L. (red.), Konsument żywności i jego zachowania w warunkach polskiego członkostwa w Unii Europejskiej, Warszawa, Wyd. SGGW w Warszawie, 406-411.
- [26] **ŻELAZNA K., WOŹNICZKO M. 2006.** Kuchnia regionalna jako atrakcja turystyki wiejskiej w woj. pomorskim. [w:] Dudkiewicz D., Midura F., Wysoka E. (red.), Turystyka i rekreacja jako czynnik podnoszenia atrakcyjności i konkurencyjności regionu, Warszawa, Wyd. DrukTur, ALMAMER WSE w Warszawie, 335-346.
- [27] www.minrol.gov.pl/pol/Jakosc_zywnosci/Produkty_regionalne_i_tradycyjne/Produkty_zarejestrowane_jako_Chronione_Nazwy_Pochodzenia_Chronione_Oznaczenia_Geograficzne_oraz_Gwarantowane_Tradycyjne_Specjalnosci, 10.09.2014.
- [28] www.specjalwiejski.pl/lublin.php, 10.09.2014.

Mgr inż. Katarzyna ŻONTAŁA
Mgr inż. Joanna ŁOPACKA
Mgr inż. Aleksandra LIPIŃSKA
Mgr inż. Anna SAKOWSKA

Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu, SGGW w Warszawie

ZASTOSOWANIE RÓŻNICOWEJ KALORYMETRII SKANINGOWEJ W ANALIZIE ŻYWNOCI®

Use differential scanning calorimetry in food analysis®

Słowa kluczowe: analiza termiczna, właściwości cieplne, żywność, różnicowa kalorymetria skaningowa, DSC.

Celem artykułu jest było przedstawienie możliwości zastosowania różnicowej kalorymetrii skaningowej przy badaniu właściwości cieplnych wybranych półproduktów i produktów spożywczych. Różnicowa kalorymetria skaningowa jest jedną z technik analizy termicznej, która znalazła wiele zastosowań w analizie żywności. Jest to metoda badająca ruchy ciepła pomiędzy próbką badaną i aparaturą (w porównaniu do wzorca) w warunkach zaprogramowanej temperatury. Za jej pomocą można badać właściwości fizyczne i chemiczne głównie tłuszczów, węglowodanów, białek, wody oraz wykrywać zafałszowania żywności.

Key words: thermal analysis, thermal properties, food, differential scanning calorimetry, DSC.

Present review is aimed on presentation of potential applications of differential scanning calorimetry for thermal properties research of selected food products. Differential scanning calorimetry is one of the thermal analysis methods and it can be used in food analysis in many ways. It explores heat movements between sample and apparatus (in comparison to standard) under programmed temperature. This method may be used for examination of physical and chemical properties of fats, carbohydrates, proteins and water, as well as for detection of food adulterations.

WPROWADZENIE

Poznanie wpływu temperatury na właściwości żywności znacząco pomaga producentom dostosowywać warunki obróbki surowców spożywczych i poprawiać jakość produktów końcowych. Różnicowa kalorymetria skaningowa (ang. differential scanning calorimetry, DSC) jest jedną z metod analizy termicznej, która daje możliwość wglądu w zmiany zachodzące w żywności w warunkach podwyższonej i obniżonej temperatury, zarówno w środowisku tlenowym, jak i beztlenowym. Pozwala na analizę poszczególnych składników żywności (białka, sacharydy, tłuszcze), jak i złożonych struktur, co jest szczególnie ważne w badaniu żywności [27]. Może być także stosowana do wykrywania jej zafałszowań [2]. Analiza DSC może być stosowana zarówno do próbek stałych, jak i płynnych, co czyni ją praktyczną podczas badania produktów spożywczych.

DSC stanowi efektywne narzędzie monitorowania zarówno termodynamicznych, jak i kinetycznych właściwości składników surowca wbudowanych w zróżnicowane macierze produktów [8]. Dzięki technice DSC możliwa jest symulacja warunków obróbki i przechowywania żywności oraz obserwowanie jej zachowania pod wpływem zmieniającej się w czasie temperatury. Przemiany cieplne zachodzące w układach żywnościowych, które mogą być mierzone za pomocą DSC, dotyczą zjawisk endotermicznych (topnienia, denaturacji, żelowania, parowania) i egzotermicznych (zamarzania, krystalizacji i utleniania).

Pomiary za pomocą aparatury DSC mogą być zarówno jakościowe (np. identyfikacja i charakterystyka substancji na podstawie jej termicznego „odcisku palca”, ang. thermal

fingerprint), jak i ilościowe (np. ciepło przemiany, stopień ogólnej reakcji, parametry termokinetyczne) [8, 28].

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI BIAŁEK

Za pomocą DSC badano denaturację termiczną białek mleka sojowego [18], izolatów białka sojowego i mieszanek ze skrobią kukurydzianą [26], zmiany zachodzące w mięsie, np. zmiany w białkach mięsa rybnego wywołane wysokim ciśnieniem hydrostatycznym [24], termiczną denaturację mięsa wieprzowego w trakcie obróbki cieplnej [3], denaturację białek mięsa wołowego podczas gotowania, z wykorzystaniem właściwości dielektrycznych i innych analiz fizycznych [9].

Najczęściej obserwowanym zjawiskiem termicznym zachodzącym z udziałem białek jest denaturacja, gdy białka są składnikiem roztworu, lub utlenianie i przemiany szkliste, gdy białka występują w postaci proszku [23]. Na całkowitą entalpię procesu denaturacji białek składają się entalpie dwóch procesów – egzotermicznego rozpadu oddziaływań hydrofobowych białek, obniżającego entalpię całkowitą i endotermicznego rozkładu oddziaływań elektrostatycznych, sił van der Waals'a i wiązań wodorowych.

Na zjawisko denaturacji nakłada się zjawisko agregacji białek, w wyniku którego ciepło jest emitowane. Entalpia obliczana na podstawie pola powierzchni pod krzywą procesu przedstawia całkowitą zmianę energii cieplnej zjawiska denaturacji i agregacji białek. W celu rozdzielenia tych dwóch zjawisk należy zastosować działania matematyczne opierające się na pochodnych funkcji strumienia cieplnego od czasu lub temperatury badanej próbki [7]. Stopień denaturacji

białek mięśniowych, zarówno w przypadku mięsa czerwonego [17], jak i ryb oraz owoców morza [25, 29], wpływa na właściwości końcowe produktu, tj. na barwę, teksturę, soczystość czy akceptację ogólną.

Przykładowo, podczas analizy surowego mięsa wołowego za pomocą różnicowej kalorymetrii skaningowej widoczne są trzy piki endotermiczne występujące w temperaturach 59, 66 oraz 82°C, które odpowiadają temperaturom denaturacji poszczególnych białek występujących w mięsie (rys. 1). W temperaturze 59°C denaturacji ulega miozyna, w 66°C kolagen i białka sarkoplazmatyczne, w 82°C aktyna [9]. Dzięki zmianie szybkości ogrzewania próbki możliwe jest wyznaczenie parametrów kinetycznych, tj. energii aktywacji oraz stałej szybkości zachodzącego procesu denaturacji [19], co jest istotne podczas planowania procesów technologicznych uwzględniających wykorzystanie wymiany ciepłej.

DSC jako metoda wspomagająca wyjaśnienie interakcji między wodą i białkiem w wieprzowym mięsniu *Longissimus dorsi* podczas obróbki w niskiej temperaturze przez długi czas (20 godzin) została wykorzystana również w badaniach Christensen i wsp. [13].

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI SACHARYDÓW

Zjawiska termiczne zachodzące w sacharydach obejmują uwalnianie wody krystalizacyjnej, topnienie, rozkład, galaretowacenie skrobi w obecności wody, retrogradację, przemiany szkliste i krystalizację próbek amorficznych [23]. Przemiana szklista oznacza przejście twardych amorficznych sacharydów pod wpływem temperatury ze stanu szklistego w postać miękką, gumowatą. Jest to zjawisko odwracalne, co na wykresach DSC przejawia się zmianą poziomu linii bazowej (ang. baseline). Poznanie mechanizmu i parametrów przemiany szklistej jest szczególnie ważne w odniesieniu do przechowywania mrożonych produktów i żywności w formie proszków, gdzie szczególnie często zachodzi ta przemiana [22]. Zastosowanie odpowiednich warunków przechowywania, poznanych na podstawie analiz termicznych, może zapobiegać zbrylaniu i brązowieniu, np. mleka w proszku [20]. Także niektóre zmiany mechaniczne pojawiające się w żywności w czasie przechowywania mogą dotyczyć przemiany szklistej. Na przykład chrupkość artykułów piekarniczych zawierających cukier i skrobię, zawdzięcza się przemianie szklistej cukru i skrobi, która zachodzi w temperaturze wyższej niż temperatura pokojowa, w jakiej najczęściej są przechowywane [8].

Kleikowanie układu skrobia-woda jest nieodwracalnym zjawiskiem endotermicznym. Wraz ze wzrostem temperatury roztworu wodnego skrobi, cząsteczki skrobi drgają, następuje rozerwanie wiązań międzycząsteczkowych i absorpcja cząsteczki wody. W miarę dalszego ogrzewania struktura cząsteczek różnicuje się, tracą one właściwości krystaliczne, powiększają się i tworzą lepką papkę, co potocznie nazywa się kleikowaniem [8]. Kleikowanie skrobi jest jednym z najczęściej zachodzących i najczęściej opisywanych procesów w trakcie obróbki żywności. Za pomocą różnicowej kalorymetrii skaningowej możliwe jest wyznaczenie następujących parametrów tego procesu [4]:

- temperatury kleikowania (T_g), czyli punktu, w którym połowa granulek skrobi traci dwójłomność (zdolność do podwójnego załamania światła), co obrazuje punkt w środku krzywej przemiany na wykresie DSC,
- temperatury początku przemiany (T_{on}), czyli punktu, w którym rozpoczyna się utrata dwójłomności lub punktu przecięcia linii bazowej wykresu ze styczną poprowadzoną do piku DSC przemiany w pierwszej połowie przebiegu krzywej,
- temperatury końca przemiany (T_{end}), czyli temperatury, w której 90% granulek skrobi nie ma właściwości podwójnego załamania światła lub temperatury w punkcie przecięcia linii bazowej wykresu i stycznej poprowadzonej do drugiej połowy piku DSC na krzywej kleikowania.

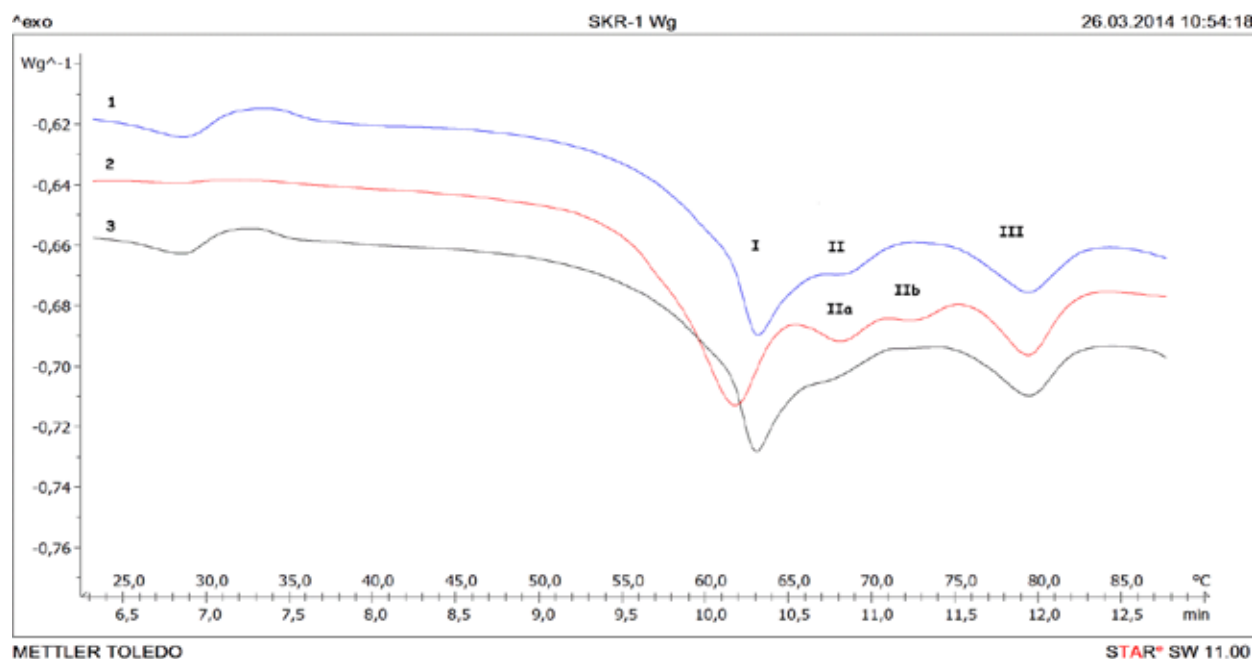
W badaniu Aparicio i wsp. [4] przeprowadzono analizę DSC 15% zawiesiny skrobi w wodzie, stosując różne szybkości nagrzewania. Wyniki pokazały wyraźną zależność dokładności pomiaru od szybkości nagrzewania pieca. Wartość temperatury kleikowania (T_g) wzrastała wraz ze wzrostem szybkości nagrzewania.

Retrogradacja jest to powolny i niskoenergetyczny proces rekrytalizacji skrobi poprzez wyłączenie cząsteczek wody ze struktury związku. Zjawisko to zachodzi w następstwie kleikowania, z początkowego stanu amorficznego do stanu uporządkowanego lub krystalicznego. Czerstwienie pieczywa jest częściowo spowodowane retrogradacją skrobi [8]. Chen i wsp. [12] zbadali za pomocą DSC zjawisko retrogradacji skrobi kukurydzianej poddanej obróbce termicznej w różnych temperaturach, w zależności od czasu przechowywania w warunkach chłodniczych. Próbkę zawiesiny skrobi poddali obróbce termicznej w temperaturze 81°C, 105°C, 125°C i 155°C, a następnie ponownej analizie DSC. Wraz ze wzrostem czasu przechowywania zwiększała się wielkość piku odpowiadającego zjawisku retrogradacji oraz zaobserwowano znaczną zmianę entalpii. Podobne wartości temperatury poszczególnych endoterm wskazują na przebieg przemiany termicznej. Obróbka w temperaturze wyższej niż 81°C powoduje zanik wszystkich endoterm poniżej tej temperatury, co oznacza, że wszystkie uporządkowane struktury ulegają degradacji termicznej.

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI TŁUSZCZÓW

Badania właściwości termicznych tłuszczów opierają się głównie na analizie najczęściej występujących w tłuszczach zjawisk termicznych, takich jak krystalizacja, topnienie, utlenianie termiczne [23]. Lipidy często są polimorficzne (wielopostaciowe). Identyfikacja polimorfizmu jest popularnym tematem analiz, zwykle przeprowadzanych za pomocą DSC [11].

Większość tłuszczów jadalnych (np. tłuszcz mleczny i masło kakaowe) występuje w odpowiedniej formie polimorficznej. Zjawisko to wynika ze zróżnicowanej zdolności dołączania łańcuchów bocznych i podłużnego formowania się cząsteczek lipidów w lamelle [8]. Najczęściej w celu zidentyfikowania polimorfizmu dokonuje się pomiaru entalpii topnienia i temperatury topnienia (w przypadku czystych olejów) lub zakresu temperatur. Na podstawie uzyskanych wyników możliwe jest rozróżnienie poszczególnych



Rys. 1. Termogramy DSC wieprzowego mięśnia *Biceps femoris*, przedstawiające strumień ciepła znormalizowany do wielkości próbki w zależności od temperatury. Cyfry 1-3 oznaczają powtórzenia pomiaru. Cyfry rzymskie określają piki endotermiczne denaturacji białek, I – miozyny, IIa – kolagenu, IIb – białek sarkoplazmatycznych, III – aktyny. Piki IIa i IIb bardzo często występują w formie jednego, nie rozdzielonego piku II lub pik IIb nie jest wykrywany.

Fig. 1. Normalized heat flow DSC thermograms of pork *Biceps femoris*. Numbers from 1 to 3 indicate repetitions. Roman numerals indicate endothermic protein denaturation peaks, I – myosin, IIa – collagen, IIb – sarcoplasmic proteins, III – actin. Peaks IIa and IIb are very often found as one peak marked as II or peak IIb is not detected.

Źródło: Badania własne

odmian polimorficznych [16]. Analiza termiczna olejów jadalnych przeprowadzana w atmosferze tlenu za pomocą DSC może zostać wykorzystana do przewidywania ich stabilności [20, 30]. DSC jest jedną z metod termooanalitycznych umożliwiającą wyznaczanie parametrów utleniania bez udziału środków chemicznych [21]. Technika tą zastosowano np. do oceny zmian oksydacyjnych tłuszczów roślinnych [11]. Badanie Kowalskiego i wsp. [21] wykazało, iż wraz ze wzrostem szybkości ogrzewania rośnie wartość temperatury rozpoczęcia procesu utleniania oraz temperatury maksymalnej procesu utleniania tłuszczu.

W badaniu Araújo i wsp. [5] wyodrębniono trzy etapy rozpadu termicznego oleju. Pierwszy z nich odnosi się do rozpadu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i jest najważniejszym z etapów określających stabilność termiczną oleju. Drugi, zachodzący w temperaturze 380-480°C, wskazuje na rozpad jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. W trzecim etapie zachodzi rozpad nasyconych kwasów tłuszczowych i całkowity rozkład oleju. Krzywe endotermiczne, które przeważają na wykresie DSC, odpowiadają termicznemu rozkładowi kwasów tłuszczowych. Sygnały egzotermiczne są prawdopodobnie wynikiem polimeryzacji kwasów tłuszczowych, z których zbudowany jest olej.

Połączenie metod DSC i TGA/DTG umożliwia wyznaczenie temperatury początku rozkładu termicznego, która jest wartością charakterystyczną dla poszczególnych rodzajów olejów. Na podstawie tego parametru możliwe jest uszerego-

wanie olejów pod względem ich stabilności termicznej. Zestawienie DSC i TGA/DTG umożliwia także m.in. wyznaczenie ciepła właściwego substancji oraz entalpii rozkładu [5].

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI WODY ZAWARTEJ W ŻYWNOSCI

Analiza termiczna i kalorymetria umożliwia badanie krystalizacji (w czasie przechładzania), topnienia lodu i parowania wody z żywności [23]. Zastosowano ją m.in. do wyznaczania różnic w zawartości wody wolnej i związanej w mięsie wołowym w różnych warunkach zamrażania [1]. Ilość wody związanej obliczano jako maksymalną zawartość wody, dla której nie odnotowano piku entalpii, ale otrzymano ją jako punkt przecięcia krzywej z osią współrzędnych w punkcie $\Delta H = 0$ entalpii topnienia w stosunku do procentowej zawartości wody [15].

Badanie Aktas i wsp. [1] polegało na wielokrotnym zamrażaniu i rozmrażaniu nieprzetworzonego mięsa wołowego do temperatury -40, -50 lub -65°C za pomocą kalorymetru. Obniżanie i podwyższanie temperatury miało na celu wyznaczenie krzywych topnienia i zamarzania dla wody wolnej zawartej w tkankach. Na podstawie obliczenia pola powierzchni pików przemian wyznaczono zawartość wody wolnej dla poszczególnych temperatur. Zawartość wody związanej obliczono z różnicy wody zawartej ogółem i wyznaczonej za pomocą DSC wody wolnej.

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI EMULSJI

Dzięki zastosowaniu różnicowej kalorymetrii skaningowej możliwe jest wyznaczanie punktów krzepnięcia kropelek stanowiących emulsję – na podstawie temperatury i energii ich topnienia, wyznaczanie stopnia przenikania masy, określanie wpływu zamrażania i rozmrażania, rodzaju użytego oleju, proporcji między składnikami emulsji wpływającymi na jej stabilność. DSC dostarcza użytecznych informacji na temat granulometrii emulsji oraz charakterystyki stopnia polidispersji emulsji [14].

BADANIE ZAFALSZOWAŃ ŻYWNOSCI

Zafalszowania produktów żywnościowych obejmują dodatek substancji chemicznych do produktu, w którym naturalnie występują podobne substancje [10]. Zróżnicowany skład tłuszczów i odmienne zachowanie w określonych warunkach temperaturowych pozwalają na identyfikację i rozróżnianie poszczególnych rodzajów tłuszczów. Zależność tę wykorzystali Aktaş i Kaya [2] w badaniu zafalszowań olejów jadalnych, tłuszczów i produktów o dużej zawartości tłuszczu. Dzięki zastosowaniu DSC możliwe było wykrycie obecności np. łożu i margaryny w maśle. Przedmiotem badania było wyznaczenie temperatur topnienia i krystalizacji masła, margaryny i tłuszczu wołowego oraz ich mieszanek. Krzywa topnienia tłuszczu wołowego wykazuje pik endotermiczny między 10 i 50°C, podczas gdy masło i margaryna są całkowicie stopione już w temperaturze 40°C. Te różnice stanowią bazę do badania zafalszowania masła margaryną i tłuszczem wołowym. Dodatek 5, 10 i 20% margaryny i tłuszczu wołowego do masła wywołał znaczące różnice w wyglądzie krzywych topnienia masła.

Zafalszowanie oliwy z oliwek extra virgin olejem z orzechów laskowych jest dosyć częstą praktyką stosowaną przez producentów w krajach Europy Zachodniej ze względu na niskie koszty pozyskiwania oleju z orzechów w porównaniu do kosztów pozyskiwania oliwy z oliwek. Dodatek oleju z orzechów laskowych jest trudny do wykrycia, szczególnie w stężeniach niższych niż 20%, ze względu na jego podobieństwo chemiczne do oliwy z oliwek. Bendini i wsp. [6] wykorzystali DSC do zbadania zafalszowania oliwy z oliwek extra virgin rafinowanym olejem z orzechów laskowych. W analizie wykorzystano różnice temperatur wrzenia i krzepnięcia poszczególnych rodzajów olejów. Na podstawie uzyskanych danych obliczono m.in. entalpię topnienia i krystalizacji poszczególnych olejów i ich mieszanek. Cabrol-Bass i wsp. [10] badali za pomocą DSC termiczne zachowanie miodów i syropów cukrowych oraz wpływ zafalszowania miodów syropami cukrowymi na ich zachowanie termiczne. W tym celu oznaczono temperaturę przemiany szklistej i zjawiska endotermicznego występującego w przedziale między 20°C i 100°C w miodach lawendowym, jodłowym i w miodzie z kwiatów robinii oraz syropach cukrowych (buraczanym i trzcinowym). Analiza za pomocą różnicowego kalorymetru skaningowego pozwoliła zaobserwować trzy zjawiska termiczne. Temperatury, w jakich zachodziły, różniły się znacząco dla miodów i syropów cukrowych, co pozwoliło na rozróżnienie poszczególnych rodzajów badanych próbek. Także porównanie wartości entalpii do temperatury rozpoczęcia procesu termicznego może służyć jako przydatne narzędzie w identyfikacji zafalszowań żywności.

PODSUMOWANIE

Współczesne metody analizy termicznej pozwalają na precyzyjne obserwowanie wielu fizycznych i chemicznych właściwości żywności, bezpośrednio związanych ze zmianami temperatury. Różnicowa kalorymetria skaningowa jest metodą szybką, nie wymagającą skomplikowanego przygotowania próbki, umożliwiającą badanie materiałów płynnych i stałych, dlatego pozostaje najczęściej stosowaną techniką analizy termicznej. DSC zapewnia szeroki wachlarz zastosowań w odniesieniu do substancji organicznych i nieorganicznych, więc idealnie nadaje się do badania żywności. Różnicowa kalorymetria skaningowa pozwala na badanie kleikowania i retrogradacji skrobi, rozpadu tłuszczów jadalnych pod wpływem utleniania, badanie wpływu zamrażania i suszenia produktów na ich właściwości, analizę denaturacji białek mięsa oraz na wyznaczanie wskaźnika fazy stałej tłuszczu i wykrywanie zafalszowań żywności.

Za pomocą DSC możliwe jest wyznaczenie charakterystycznych parametrów temperaturowych, dzięki czemu mogą być usprawniane procesy technologiczne, a wytworzona żywność może charakteryzować się lepszą jakością i właściwościami fizykochemicznymi.

LITERATURA

- [1] AKTAŞ N., GÖKALP H. Y., TÜLEK Y. 1997. *Determination of differences in free and bound water contents of beef muscle by DSC under various freezing conditions*. Journal of Thermal Analysis, 50, 617-624.
- [2] AKTAŞ N., KAYA M. 2001. *Detection of beef body FAT and margarine in butterfat by differential scanning calorimetry*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 66, 795-801.
- [3] ANDERSEN H. J., BERTRAM H. C., VAN DER BERG F., WU Z. 2006. *NMR relaxometry and differential scanning calorimetry during meat cooking*. Meat Science, 74, 684-689.
- [4] APARICIO C., ELVIRA L., MARTINO M., MOLINA-GARCÍA A. D., RESA P., SANZ P. D. 2009. *Assesment of starch gelatinization by ultrasonic and calorimetric techniques*. Journal of Food Engineering, 94, 295-299.
- [5] ARAÚJO A. S., CONCEIÇÃO M. M., FERNANDES JR. V. J., PORTO S. L., PRASAD S., SANTOS I. M. G., SANTOS J. C. O., SOUZA A. G., TRINDADE M. F. S. 2004. *Thermoanalytical, kinetic and rheological parameters of commercial edible vegetable oils*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 75, 419-428.
- [6] BENDINI A., CERRETANI L., CHIAVARO E., RODRIGUEZ-ESTRADA M. T., VITTADINI E. 2008. *Differential scanning calorimeter application to the detection of refined hazelnut oil in extra virgin olive oil*. Food Chemistry, 110, 248-256.
- [7] BOUZIDI L., BOODHOO M., HUMPHREY K.L., NARINE S. S. 2005. *Use of first and second derivatives to accurately determine key parameters of DSC thermographs in lipid crystallization studies*. Thermochemica Acta, 439, 94-102.

- [8] **BOYE J. I. 2004.** *Differential Scanning Calorimetry in the Analysis of Foods.* [w:] Nollet L.M.L. (Red.): Handbook of Food Analysis. Methods and Instruments in Applied Food Analysis. Second Edition, Revised and Expanded. T. 3. Marcel Dekker Inc., Nowy Jork.
- [9] **BRUNTON N. P., JACQUIER J. C., LYG J. G., ZHANG L. 2006.** *The use of dielectric properties and other physical analyses for assessing protein denaturation in beef biceps femoris muscle during cooking from 5 to 85°C.* Meat Science, 72, 236-244.
- [10] **CABROL-BASS D., CORDELLA C., FAUCON J.-P., SBIRRAZZUOLI N. 2003.** *Application of DSC as a tool for honey floral species characterization and adulteration detection.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 71, 279-290.
- [11] **CHE MAN Y. B., TAN C. P. 2000.** *Differential Scanning Calorimetric Analysis of Edible Oils: Comparison of Thermal Properties and Chemical Composition.* JA-OCS, 77, 143-155.
- [12] **CHEN L., LI L., LIU H., YU L. 2007.** *Retrogradation of corn starch after thermal treatment at different temperatures.* Carbohydrate Polymers, 69, 756-762.
- [13] **CHRISTENSEN L., BERTRAM H. C., AASLYNG M. D., CHRISTENSEN M. 2011.** *Protein denaturation and water-protein interactions as affected by low temperature long time treatment of porcine Longissimus dorsi.* Meat Science, 88, 718-722.
- [14] **CLAUSE D., DALMAZZONE C., GOMEZ F., KOMUNJER L., PEZRON I. 2005.** *Morphology characterization of emulsions by differential scanning calorimetry.* Advances in Colloid and Interface Science, 117, 59-74.
- [15] **CREMONINI M., DALLA ROSA M., PITTIA P., ROCCULI P., SACCHETTI G., VANTURI L. 2010.** *Water State and Mobility Affect the Mechanical Properties of Coffee Beans.* [w:] Charoenrein S., Lillford P.J., Reid D.S., Sajjaanantakul T. (Red.): Water Properties in Food, Health, Pharmaceutical and Biological Systems: ISOPOW 10. Blackwell Publishing, Ames (USA).
- [16] **GROCHOWSKA-NIEDWOROK E., KARDAS M. 2009.** *Różnicowa kalorymetria skaningowa jako metoda termooanalityczna stosowana w farmacji i analizie żywności.* Bromat. Chem. Toksykol. – XLII, 2, 224-230.
- [17] **ISHIWATARI N., FUKUOKA M., SAKAI N. 2013.** *Effect of protein denaturation degree on texture and water state of cooked meat.* Journal of Food Engineering, 117, 361-369.
- [18] **ISOBE S., TAKENAKA M., ZHANG H. 2004.** *DSC and Electrophoretic Studies on Soymilk Protein Denaturation.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 75, 719-726.
- [19] **KAJITANI S., FUKUOKA M., SAKAI N. 2011.** *Kinetics of Thermal Denaturation of Protein in cured pork meat.* Japan Journal of Food Engineering, 12, 19-26.
- [20] **KALETUŃ G. 2009.** *Calorimetry in food processing: analysis and design of food systems.* Wiley-Blackwell, Ames (USA).
- [21] **KOWALSKI B., OSTROWSKA-LIGEŻA E., WIRKOWSKA M. 2006.** *Termokinetyczna analiza tłuszczu z kukurydzy z wykorzystaniem różnicowej kalorymetrii skaningowej.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1, 128-139.
- [22] **LAMBELET P., RAEMY A., ROUSSET P. 2004.** *Calorimetric information about food and food constituents.* [w:] Lőrinczy D. (red.): The Nature of Biological Systems as Revealed by Thermal Methods. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- [23] **RAEMY A. 2003.** *Behavior of Foods Studied by Thermal Analysis. Introduction.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 71, 273-278.
- [24] **SCHUBRING R. 2005.** *Characterizing Protein Changes Caused by Application of High Hydrostatic Pressure on Muscle Food by Means of DSC.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 82, 229-237.
- [25] **SCHUBRING R. 2009.** *Comparative study of DSC pattern, colour and texture of shrimps during heating.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 95, 749-757.
- [26] **SHUJING L., YIMIN W., FANG Y., ZHANG W., ZHANG B. 2013.** *DSC study on the thermal properties of soybean protein isolates/corn starch mixture.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 115, 1633-1638. DOI 10.1007/S 10973-013-3433-4.
- [27] **TOMASZEWSKA-GRAS J. 2012.** *Detection of butter adulteration with water using differential scanning calorimetry.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 108, 433-438.
- [28] **WEN J., ARTHUR K., CHEMMALIL L., MUZAMMIL S., GABRIELSON J., JIANG Y. 2011.** *Applications of Differential Scanning Calorimetry for thermal stability analysis of proteins: Qualification of DSC.* Journal of Pharmaceutical Sciences, 101, 955-964.
- [29] **XINGYI Y., LLAVE Y., FUKUOKA M., SAKAI N. 2014.** *Estimation of color changes in fish surface at the beginning of grilling based on the degree of protein denaturation.* Journal of Food Engineering, 129, 12-20.
- [30] **ZHANG Z.-S., LI D., ZHANG L.-X., LIU Y.-I., WANG X.-D. 2013.** *Heating effect on the DSC melting curve of flaxseed oil.* Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 115, 2129-2135, DOI 10. 1007/S 10973-013-3270-5.

Prof. dr hab. Bohdan ACHREMOWICZ
 Wydział Biologiczno – Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
 Prof. dr hab. Alicja CEGLIŃSKA
 Wydział Nauk o Żywności, SGGW Warszawa
 Prof. dr hab. Tadeusz HABER
 Instytut Technologii Żywności i Gastronomii
 Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży
 Mgr inż. Jan HOŁOWNIA
 Przedsiębiorstwo – Produkcyjno – Handlowo – Usługowe „Szarłat” s.c. w Łomży
 Inż. Katarzyna JUST
 Prof. dr hab. Mieczysław OBIEDZIŃSKI
 Instytut Technologii Żywności i Gastronomii
 Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA I TECHNOLOGICZNE WYKORZYSTANIE NASION SZARŁATU

Część I

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SZARŁATU®

General characteristics and technological applicability of amaranthus seeds Part I

General characteristics of amaranthus®

Słowa kluczowe: pseudozboża, szarłat, nasiona szarłatu, skład chemiczny, wykorzystanie technologiczne.

Od wielu lat poszukuje się nowych możliwości wzbogacenia i urozmaicenia żywności, a żywności pochodzenia roślinnego w szczególności. Wynika to, przede wszystkim, ze znacznego zmniejszenia liczby gatunków roślin uprawianych, które wykorzystywane są do produkcji żywności. Jest to też następstwem, między innymi, znacznej intensyfikacji rolnictwa, wzrostu zainteresowania roślinami najłatwiejszymi w uprawie i dającymi najwyższe plony. Doprowadziło to do tego, że tylko kilka gatunków aktualnie uprawianych roślin dostarcza ponad 90% żywności pochodzenia roślinnego. W efekcie prowadzi to do wielu komplikacji, od nadprodukcji wielu roślin poczynając, poprzez degradację środowiska i skażenie gleb, a na znacznym zubożeniu żywności i żywienia kończąc. Można również doszukiwać się współzależności tego zjawiska z rozprzestrzenianiem się wielu chorób cywilizacyjnych. Poszukując racjonalnych sposobów zaradzenia zaistniałej, wysoce niekorzystnej sytuacji, zaczęto interesować się roślinami:

- nowymi, dotychczas nie uprawianymi przez człowieka na szeroką skalę,
- kiedyś (nawet przed wiekami), uprawianymi na szeroką skalę, ale aktualnie zapomnianymi,
- uprawianymi do rewolucji chemiczno-technicznej, jaka miała miejsce w rolnictwie na przełomie XIX i XX wieku,
- znanymi w jednych rejonach klimatycznych świata, a mniej znanymi w innych,
- pozyskanymi genetycznie.

Jedną z takich roślin, kiedyś uprawianą wykorzystywaną do celów żywieniowych na dość szeroką skalę, jest szarłat (amaranthus), zaliczany do grupy najstarszych roślin uprawnych, występujących już w czasach prehistorycznych, a przetrwałych do dziś.

Key words: Pseudocereals, Amaranthus, Amaranthus seeds, chemical score, tech-nological applicability.

For many years one looks for new possibilities to enrich and increase variety of food and food of plant origin in particular. It results from decreasing variety of plant species grown and used for food production, intensification of agriculture and increasing interest in plants which are easiest to grow. Currently only few species grown provide over 90% of food of plant origin. It leads to numerous complications such as over production of numerous crops, environ-mental degradation, contamination of soils and serious impoverishment of nutrition. Numerous civilization diseases are also the possible result of this process. New plants started to gain interest as the result of the search for rational ways to solve these problems:

- plants that have never been planted before,
- plants that were popular hundreds year ago, but now days forgotten,
- plants that were popular during the industrial revolution in the end of XIX and beginning of XX century,
- plants from other climate zones,
- new plants created by genetical research

Amaranthus is one of the plants that was popularly planted and used as food in pre-historic times. It is one of the oldest plants being still in use.

WSTĘP

Szarłat, nazywany także kiwichą, amarantusem lub amarantem, wywodzi się z Meksyku i krajów ościennych [15], gdzie obok kukurydzy i fasoli stanowił podstawową roślinę uprawną, szeroko i różnorodnie wykorzystywaną do celów żywieniowych. Nasiona szarłatu wykorzystywano, przede wszystkim, do otrzymywania mąki, z której wypiekano pieczywo. Innymi produktami otrzymywanymi z mąki lub z nasion szarłatu, były kleiki skrobiowe (zoale), tortille, a także napoje o różnym przeznaczeniu (m.in.: napoje alkoholowe i piwo) [5, 15, 20]. Liście i młode pędy szarłatu spożywane były jako warzywa względnie służyły jako przyprawy przy sporządzaniu innych potraw [15, 20].

W wierzeniach Inków i Azteków szarłat uznawany był za roślinę świętą i odgrywał bardzo ważną rolę we wszelkich obrzędach religijnych [15], natomiast przez chrześcijan traktowany był jako dowód daleko posuniętego pogaństwa. Czczenie szarłatu jako rośliny świętej, a także to, że do ciasta często dodawano ludzką krew (przede wszystkim przeciwników, wrogów), przyczyniło się w sposób istotny do zakazu uprawy i spożywania szarłatu. Niszczono zasiewy i zgromadzone zapasy nasion, a za złamanie zakazu karano śmiercią [15, 16].

Według biosystematyki [5] szarłat zaliczany jest do roślin z:

- Klasy: dwuliścienne (*Dicotyledones*),
- Podklasy: wolnopłatkowe (*Choripatales*),
- Rzędu: śródłożne (*Centrospermales*),
- Rodziny: szarłatowate (*Amarantaceae*) i
- Rodzaju: szarłat (*Amaranthus*).

Aktualnie znanych jest około 60 gatunków i ponad 800 ekotypów szarłatu [5, 15, 20], uprawianych na całym świecie od Azji poczynając, poprzez Europę i Afrykę, a na obu Amerykach kończąc. Zachętą do uprawy jest bardzo korzystny i pożądaný z punktu żywieniowego skład chemiczny nasion szarłatu i to, że jest to roślina możliwa do uprawy w różnych strefach klimatycznych, od umiarkowanej do tropikalnej, nawet na wysokości 3000 m n.p.m. [9]. Szarłat jest rośliną typu fotosyntezy C4 co oznacza, że może wiązać CO₂ ze swoistym wykorzystaniem energii słonecznej [5, 16, 23].

Szarłat uprawiany jest głównie z przeznaczeniem na nasiona lub liście. Za typowe gatunki nasienne uznawane są [23]:

- *Amaranthus cruentus*,
- *Amaranthus caudatus* oraz
- *Amaranthus hypochondriacus*.

Natomiast gatunek przeznaczony na liście, ale i na nasiona, czyli bardziej warzywny niż nasienny, to [23]:

- *Amaranthus tricolor*.

Szarłat postrzegany jest też jako roślina kwiatowa, ozdobna, ale przede wszystkim jako chwast [23]. Pod tym względem jednym z najbardziej znanych na świecie, a jednocześnie najbardziej uciążliwych gatunków, jest szarłat szorstki, czyli:

- *Amaranthus retroflexus*.

Szarłat zaliczany jest do pseudozboź [24], a te, z kolei, do tak zwanych roślin alternatywnych, czyli takich, które mogą być wykorzystane do produkcji żywności, względnie

w istotny sposób wzbogacić ją lub urozmaicić. Pseudozboża nie są typowymi roślinami zbożowymi, ale ze względu na skład chemiczny ich nasion, a przede wszystkim dominujący w nich udział skrobi, mogą być zamiennikami zbóż, względnie ich cennym uzupełnieniem [12, 24]. Nie ma wątpliwości, że jednym z najważniejszych i najcenniejszych pseudozboź jest szarłat, a także komosa ryżowa (*Quinoa*) [24]. Niektórzy autorzy [24], do tej grupy roślin zaliczają także: grykę i proso, a nawet pszenżyto.

Zainteresowanie uprawą szarłatu stale wzrasta. Oprócz krajów, w których roślina ta była tradycyjnie uprawiana, pojawiła się w nowych krajach i rejonach. Na bardzo szeroką skalę prowadzone są badania nad składem chemicznym nasion oraz najważniejszymi kierunkami ich wykorzystania w praktyce.

Korzystny skład chemiczny, wynikająca z tego wysoka wartość odżywcza, a także bardzo duże możliwości wykorzystania w praktyce sprawiły, że eksperci żywieniowi ONZ/FAO uznali szarłat za roślinę XXI wieku [4].

Celem artykułu jest przedstawienie ogólnej charakterystyki szarłatu (*amaranthusa*) z uwzględnieniem jego wartości odżywczej, energetycznej oraz właściwości prozdrowotnych.

BUDOWA I WYGLĄD ROŚLINY SZARŁATU

Gatunki z rodziny szarłatowate (*Amaranthaceae*), do której zaliczany jest szarłat, mogą wykazywać różne formy: od rozgałęzionych (krzewiących się) do całkowicie pozbawionych pędów bocznych, o łodygach płozących się (leżących) do prawie idealnie pionowych, o różnym zabarwieniu liści i łodyg (od różnych odcieni czerwieni do zieleni), oraz nasion, które mogą być białe, żółte, brązowe lub całkowicie czarne [16]. Podobnie, duże zróżnicowanie występuje w wysokości roślin (rys. 2), która może wahać się w granicach od 0,3 do nawet 3,0 m. Formy nasienne osiągną przeciętną wysokość od 1,0 do 2,0 m, a warzywnie od 0,3 do 1,0 m [5]. Wzrost pola z uprawą szarłatu, w momencie kwitnienia roślin przedstawiono na rys. 1. [13].

Szarłat to najczęściej rośliny jednoroczne, o liściach naprzeciw lub na przemian ległych [5, 16]. Ich kwiatostany są pojedyncze, o kwiatach obu- lub rozdzielнопłciowych. Cechą charakterystyczną szarłatu są gęste i obfite kwiatostany [5, 16]. Jedna roślina, szczególnie spośród form nasiennych, może wytworzyć ponad 500g nasion, natomiast formy warzywnie względnie pastewne, wytwarzają znacznie mniej nasion, ale jednocześnie znacznie więcej masy zielonej, czyli liści [5].

Poszczególne genotypy szarłatu można podzielić [16] na cztery grupy:

- gatunki nasienne,
- gatunki warzywnie, które także mogą być traktowane jako nasienne,
- gatunki ozdobne,
- chwasty.

Na rys. 2. przedstawiono pokroje pięciu, najbardziej znanych, form szarłatu: uprawianych na nasiona (3 genotypy),



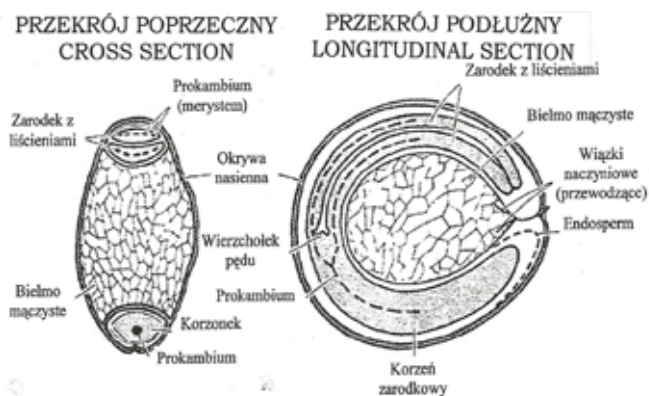
Rys. 1. Pole szarłatu (*Amaranthus cruentus*) [21].

Fig. 1. Field of amaranth (*Amaranthus cruentus*) [21].



Rys. 2. Wygląd roślin wybranych gatunków szarłatu [16].

Fig. 2. Appearance of plants of selected species of amaranth [16].



Rys. 3. Przekrój poprzeczny i podłużny nasienia szarłatu (*Amaranthus cruentus*) [14, 26].

Fig. 3. The cross and longitudinal section of amaranth seed (*Amaranthus cruentus*) [14, 26].

warzywa (1 genotyp) oraz uznawanego jako najciężliwszy chwast (jeden genotyp).

Jak podaje Gontarczyk [5] szarłat jest rośliną bardzo dobrze dostosowującą się do warunków glebowych i klimatycznych. Przy małej konkurencji o miejsce łatwo tworzy pędy boczne, dobrze ulistnione. Przy zagęszczeniu roślin ilość pędów bocznych jest ograniczona, tworzy się zasadniczo jeden pęd główny, z jednym kwiatostanem. Szarłat jest rośliną azotolubną. Przy dobrej zasobności gleby w ten składnik, szybko przyrasta ilość masy zielonej (liści), co ma duże znaczenie przy uprawie gatunków warzywnych lub pastewnych [15].

BUDOWA ANATOMICZNA NASION SZARŁATU

Nasiona szarłatu są małe, kuliste i lekko spłaszczone. O ich wielkości najlepiej świadczy masa 1000 nasion, która waha się w granicach od 0,6 do 1,3 g [3, 7]. Dla porównania, masa 1000 ziaren dla niektórych zbóż tradycyjnych, wynosi:

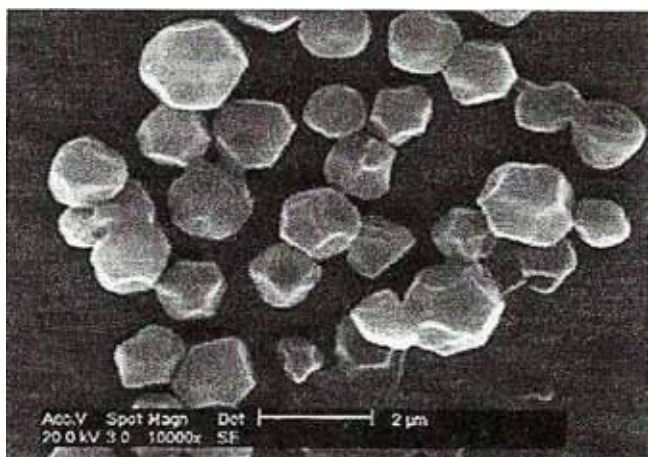
- pszenicy zwyczajnej od 29 do 51 g,
- pszenicy twardej (Durum) od 39 do 44 g,
- żyta od 28 do 34 g, oraz
- prosa od 3 do 8 g.

Masa 1000 nasion świadczy o wielkości nasion, ale wskazuje także na wzajemne proporcje najważniejszych składników, np.: skrobi i białka [10]. Wartość ta jest cechą gatunkową, ale w bardzo dużym stopniu zależy także od warunków wzrostu roślin, takich jak klimat, gleba czy nawożenie.

Na rys. 3. przedstawiono [26] przekroje, poprzeczny i podłużny, nasion szarłatu (*Amaranthus cruentus*), wraz z jego najważniejszymi częściami anatomicznymi.

Nasiona szarłatu są kuliste, lekko spłaszczone. Ich zarodek ma charakterystyczny kształt, pierścienia lub podkowy i otacza bielmo mączyste znajdujące się w środku. Na zewnętrznej stronie nasiona znajduje się cienka, ale jednocześnie dosyć wytrzymała okrywa nasienna. Stanowi ona tylko około 1% masy całego nasiona. W pierwszych badaniach nad wykorzystaniem szarłatu w technologii żywności [8], po przemiale nasion okrywa nie była usuwana (odsiewana) i nie miało to istotnego wpływu na jakość uzyskanej mąki, a szczególnie jej barwę czy granulację. Nie wyczuwano też jej nadmiernej szorstkości, przy badaniu dotykiem.

Bezpośrednio pod okrywą nasienną znajduje się zarodek, otaczający bielmo mączyste [5, 16, 26]. Zarodek, jest stosunkowo duży, stanowi ok. 25% masy całego nasiona [1]. Bielmo mączyste, które jest największą częścią nasiona, składa się przede wszystkim z węglowodanów, wśród których dominuje skrobia [1, 5, 15, 26], która występuje w formie bardzo małych (średnica: 1 – 3mm), wielokątnych granulek (rys. 4.). Dzięki swoim małym rozmiarom jest chętnie stosowana, np. w kosmetyce, jako tzw. nośnik, przy produkcji pudrów itp. Taką samą rolę może spełniać w farmacji, nie mówiąc o przemyśle koncentratów spożywczych.



Rys. 4. Kształt i wielkość granulek skrobi szarłatku [26].
Fig. 4. The shape and size of the starch granules of amaranth [26].

SKŁAD CHEMICZNY NASION SZARŁATU

Skład chemiczny nasion szarłatku jest podobny do składu ziarna podstawowych zbóż. Podstawowe składniki chemiczne to: białka, węglowodany, tłuszcze, błonnik i związki mineralne (określane jako popiół). Ich przeciętną zawartość w nasionach szarłatku, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie składu chemicznego nasion wybranych gatunków szarłatku [3, 22]

Table 1. Comparison of chemical composition of selected species of amaranth seeds [3, 22]

Badany składnik	<i>Amaranthus cruentus</i>	<i>Amaranthus caudatus</i>	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
	Zawartość w % s.m.		
Węglowodany ogółem	58,0 – 65,0	56,0 – 62,0	58,0
Białko ogółem	13,2 – 18,2	17,6 – 18,4	17,9
Tłuszcz	6,3 – 8,1	6,9 – 8,1	7,7
Błonnik surowy	3,6 – 4,4	3,2 – 5,8	2,2
Popiół ogółem	2,8 – 3,9	3,1 – 4,4	4,1

W przedstawionym w tabeli 1. składzie zwraca uwagę, przede wszystkim, stosunkowo wysoka zawartość białka ogółem, które może stanowić nawet 1/5 wszystkich składników chemicznych zawartych w nasionach. Zawartość białka uwarunkowana jest genetycznie, ale, podobnie jak u zbóż, jest też bezpośrednio zależna od warunków wzrostu rośliny, czyli warunków klimatycznych i glebowych, a szczególnie zawartości azotu w glebie [3, 22].

Dominującym składnikiem są węglowodany, a wśród nich skrobia. Zawartość tłuszczu w nasionach szarłatku jest 2 – 3 krotnie wyższa od przeciętnej zawartości tłuszczu w ziarnie tradycyjnych zbóż, w tym pszenicy i żyta. Jest też prawie dwukrotnie wyższa niż w ziarnie kukurydzy, dorównując zawartości tłuszczu w ziarnie owsa.

Jak już zaznaczono wcześniej, skład chemiczny nasion szarłatku jest cechą genetyczną. Świadczą o tym dane zebrane

w tabeli 1., w której przedstawiono zawartość najważniejszych składników chemicznych nasion, trzech najpopularniejszych gatunków szarłatku (*A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. hypochondriacus*) [2, 3, 22].

Najwyższą zawartością białka ogółem, a jednocześnie najniższą zawartością węglowodanów (skrobi), charakteryzują się nasiona gatunku *Amaranthus caudatus*. Odwrotną sytuację można zaobserwować w gatunku *Amaranthus cruentus*.

Zawartość tłuszczu w omawianych gatunkach jest prawie jednakowa i mieści się w granicach 6-8% w przeliczeniu na suchą masę. Jest to ilość dosyć wysoka, ale jednocześnie nie tak wysoka, żeby nie sprawiało to kłopotów w pozyskaniu tłuszczu. Podobne tendencje można stwierdzić w odniesieniu do popiołu, czyli zawartości składników mineralnych. Zawartość błonnika jest, mniej więcej, jednakowa w gatunkach *Amaranthus cruentus* i *Amaranthus caudatus*, natomiast w trzecim, porównywanym gatunku, czyli *Amaranthus hypochondriacus*, o około połowę niższa.

Tabela 2. Zawartość podstawowych składników chemicznych w nasionach szarłatku (*A. cruentus*) i ziarnie wybranych zbóż [3, 22]

Table 2. The content of the basic chemical components in the seeds of amaranth (*A. cruentus*) and in selected cereal grains [3, 22]

Badany składnik	Szarłat	Pszenica zwyczajna	Żyto	Kukurydza	Ryż
	Zawartość w % s.m.				
Węglowodany ogółem	62,0	68,0	71,0	67,7	75,4
Białko ogółem	15,7	12,0	9,0	10,3	8,5
Tłuszcz	7,2	1,9	1,9	4,5	2,1
Błonnik surowy	4,2	1,8	1,9	2,3	0,9
Popiół ogółem	3,3	1,9	1,7	1,4	1,4

Porównując zawartość poszczególnych, podstawowych składników chemicznych występujących w nasionach szarłatku z ich zawartością w ziarnie czterech wybranych zbóż tradycyjnych (pszenica zwyczajna, żyto, kukurydza i ryż) (patrz tabela 2.), można zauważyć, że nasiona szarłatku, są znacznie bogatsze w białko ogółem, tłuszcz, błonnik surowy i popiół, czyli związki mineralne. Zawartość białka ogółem jest o prawie 25% wyższa niż w ziarnie pszenicy zwyczajnej i prawie 35% wyższa niż w ziarnie kukurydzy. W porównaniu z ziarnem żyta czy ryżu, te różnice są jeszcze większe.

Jedynym składnikiem, którego w nasionach szarłatku jest mniej niż w ziarnach wybranych zbóż są węglowodany. W porównaniu z ziarnem pszenicy zwyczajnej i kukurydzy w nasionach szarłatku jest o odpowiednio: 9,7 i 9,2% węglowodanów mniej. Dotyczy to przede wszystkim skrobi, bowiem zawartość cukrów prostych, czyli mono- i dwucukrów, jest niewielka, w nasionach szarłatku waha się między 3 i 5% [1], a w ziarnie zbóż 1,9 – 2,1% [10]. Z cukrów prostych w nasionach dominuje sacharoza, od 0,58 do 0,75 mg/100g [1].

BIAŁKA

Nasiona szarłat, w porównaniu z innymi roślinami użytkowymi, zawierają znacznie więcej białka, co jest szczególnie cenne z żywieniowego punktu widzenia. Dodatkowo jeszcze, białka te są zasobne w aminokwasy w ogóle, a szczególnie egzogenne [2, 13, 22]. Obrazuje to tabela 3.

Tabela 3. Zawartość aminokwasów (mg/gN) w białku szarłat [14, 22]

Table 3. Amino acid content (mg /gN) of the protein amaranth [14, 22]

Aminokwas	Gatunek szarłat		
	<i>Amaranthus cruentus</i>	<i>Amaranthus caudatus</i>	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
Aminokwasy egzogenne:			
Val (walina)	263	266	275
Thr (treonina)	236	225	246
Trp (tryptofan)	72	84	65
Phe (fenyloalanina)	249	236	248
Met (metionina)	120	147	122
Lys (lizyna)	421	371	363
Leu (leucyna)	352	343	374
Ile (izoleucyna)	226	223	241
Aminokwasy względnie egzogenne:			
Ser (seryna)	420	393	459
Arg (arginina)	416	560	461
His (histydyna)	159	157	161
Aminokwasy endogenne:			
Tyr (tyrozyna)	214	217	186
Pro (prolina)	244	252	334
Glu (kwas glutaminowy)	982	1005	993
Asp (kwas asparaginowy)	499	488	522
Gly (glicyna)	480	445	565
Cys (cysteina)	127	121	138
Ala (alanina)	227	227	320

Spośród aminokwasów egzogennych szczególnie cenna jest wysoka zawartość lizyny (363-421 mg/gN), pod tym względem szarłat dorównuje soi [4, 14, 22]. Wysoka zawartość lizyny jest bardzo ważna, bowiem jest ona tzw. aminokwasem ograniczającym w białkach zbożowych (pszenicy, żyta i pszenżyta). Ponadto białko szarłat zawiera znaczne ilości aminokwasów siarkowych (metioniny, cystyny i cysteiny). Pod tym względem szarłat znacznie przewyższa większość roślin uprawnych [16]. W białku szarłat aminokwasem ograniczającym jest leucyna, która z kolei występuje w nadmiarze w białku np. kukurydzy, pszenicy czy jęczmienia [16].

Stwierdzone różnice w zawartości poszczególnych aminokwasów w białku szarłat i w białku tradycyjnych zbóż, wyraźnie wskazują na celowość stosowania mieszanek szarłat i zbóż, np. pszenicy, żyta, pszenżyta czy kukurydzy.

Białka zawarte w nasionach szarłat wykazują wiele cech odmiennych od białek zawartych w ziarnie tradycyjnych zbóż, soi czy roślin strączkowych. Dotyczy to zarówno ich właściwości funkcjonalnych (zdolności emulgujących, tworzenia i stabilizowania pian, większej odporności na ogrzewanie), ale także, co jest szczególnie istotne, wykazują wyższą wartość biologiczną [1, 2, 4, 5, 16]. Arendt i Zannini [1] uważają, że można uzyskać dalszą, znaczną poprawę właściwości funkcjonalnych białek szarłat, na drodze ich enzymatycznej, chemicznej lub mieszanej (enzymatyczno-chemicznej) modyfikacji.

Wartość biologiczną białek szarłat na tle innych, wybranych surowców zwierzęcych i roślinnych, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Porównanie wartości biologicznej białka szarłat z innymi produktami i surowcami spożywczymi [5]

Table 4. Comparison of the biological value of amaranth proteins with other food products and raw materials [5]

Badany surowiec/produkt	Wartość biologiczna białka (w %)
Białko jaja kurzego	100
Nasiona szarłat	75
Mleko krowie	73
Nasiona soi	68
Ziarno jęczmienia	62
Ziarno pszenicy	56
Ziarno kukurydzy	44
Nasiona szarłat + ziarno kukurydzy (1:1)	81

Wartość biologiczna białka szarłat w porównaniu z wartością białka jaja kurzego jest o 25 punktów procentowych niższa, jednocześnie o 2 punkty procentowe wyższa od wartości biologicznej białek mleka krowiego i o 7 punktów procentowych wyższa od wartości białek nasion soi (bardzo wartościowe białka, o składzie aminokwasowym podobnym do białka mięsa). Według Gontarczyk [5] wartość biologiczna białek jest następstwem korzystnego składu aminokwasowego i wzajemnych proporcji poszczególnych aminokwasów.

Pod względem wartości biologicznej białko szarłat znacznie przewyższa białka zbożowe: jęczmienia o 13, pszenicy o 19 i kukurydzy, aż o 31 punktów procentowych [5]. Obok wysokiej wartości biologicznej, białko szarłat wykazuje stymulujące działanie na wartość biologiczną białek innego pochodzenia. Przy zmieszaniu nasion szarłat z ziarnem kukurydzy, w proporcji 1:1, wartość biologiczna białka tak uzyskanej mieszanki wyniosła, aż 81%. Była więc wyższa od wartości biologicznej każdego z komponentów, nie mówiąc o wartości średniej. Wysoka wartość biologiczna białka mieszanki to także efekt wzajemnego uzupełniania się

aminokwasów, na co zwracała uwagę Gontarczyk [5]. Stymulujące oddziaływanie szarłatu zaobserwowali także inni autorzy [6, 8], badając wpływ dodatku mąki z szarłatu na cechy ciasta i uzyskanego pieczywa pszennego (patrz niżej).

WĘGLOWODANY

Podobnie jak w ziarnie zbóż tak i w nasionach szarłatu, to najliczniej reprezentowana grupa związków chemicznych. Głównym składnikiem węglowodanów jest skrobia, której zawartość mieści się w granicach od ok. 50. do ponad 60% w stosunku do masy całego nasienia lub ponad 90% w stosunku do węglowodanów w nim zawartych [1, 4, 5, 12, 16, 22]. W nasionach szarłatu skrobia jest zlokalizowana głównie w bielmie.

Szczególnie cenną cechą granulek skrobi szarłatu są ich małe wymiary (rys. 4.), wynoszące od 1 do 3 mm. Dla porównania granulki skrobi zbożowych mają wymiary zdecydowanie większe, np.: owsa i ryżu (pojedyncze granulki): 2-10, jęczmienia: 20-40, pszenicy: 30-40, żyta: 30-50, a ziemniaka ok. 100 mm [10].

Granulka skrobiowa zbudowana jest, podobnie jak skrobie zbożowe, z amylozy i amylopektyny, a ich wzajemny stosunek wynosi od 5 : 95 do 22 : 78, i jest zależny, przede wszystkim, od gatunku szarłatu [14, 15]. Istnieją też gatunki nie zawierające amylozy wcale [15].

Wielkość granulek skrobiowych jak i ich skład chemiczny, współdecydują nie tylko o ich wykorzystaniu, ale rzutują także na ich właściwości chemiczne oraz fizyczne [1]. Jedną z takich cech jest zdolność do kleikowania, która następuje już w temp. 51 – 76°C, (podobnie jak u skrobi żytniej), ale uzyskane kleiki wykazują niższą lepkość niż kleiki skrobiowe tradycyjnych zbóż chlebowych [15].

Skrobia szarłatu wykazuje stosunkowo wysoką zdolność wiązania wody, mieszczącą się w granicach 120-130%, znacznie przewyższając pod tym względem skrobie pszeną i żytnią. Uważa się [1], że wyższa wodochłonność skrobi szarłatu wynika z większej zawartości amylopektyny. Z punktu widzenia technologii piekarstwa jest to cecha korzystna. Wyższa wodochłonność skrobi sprzyja większej wodochłonności ciasta z dodatkiem mąki z szarłatu, a to, z kolei, ma wpływ na wyższą wydajność pieczywa.

Inne węglowodany, które w zdecydowanie mniejszych ilościach niż skrobia, występują w nasionach to: cukry proste, dwu- i trójcukry, a ich ogólna zawartość wynosi od 3 do 5% [1, 4, 14]. Dominują: sacharoza, rafinoza, glukoza, galaktoza i maltoza. Zawartość każdego z nich jest zróżnicowana, ale mieści się w granicach od 0,24 do 0,75% [1].

Nasiona szarłatu są bogatym źródłem błonnika pokarmowego, o wysoce korzystnym wpływie na układ trawienny człowieka. Zawartość błonnika ogółem wynosi od 7,6 do 19,6% s.m. nasion [1, 4, 5, 13, 22]. Składa się on z dwóch frakcji: rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej w wodzie, o wzajemnej proporcji od 15 : 85 do 25 : 75, czyli w zdecydowanej przewadze występuje frakcja nierozpuszczalna [5]. Na frakcję rozpuszczalną składają się, przede wszystkim, pektyny i gumy, a na nierozpuszczalną – celuloza i ligniny. Ilość błonnika, jego skład i wzajemne proporcje poszczególnych składników, zależą bezpośrednio, od gatunku szarłatu, a pośrednio od warunków jego wzrostu (uprawy) [4, 5, 22].

Jak podaje Gontarczyk [5] celuloza i ligniny, czyli główne składniki błonnika nierozpuszczalnego, mają wpływ na funkcjonowanie przewodu pokarmowego, obniżając, m.in., ryzyko nowotworów jelita grubego, natomiast pektyny i gumy, wiążą kwasy żółciowe i cholesterol, obniżając ich stężenie we krwi.

TŁUSZCZE

Główny składnik tłuszczu nasion szarłatu stanowią nienasycone kwasy tłuszczowe. Wśród nich, w największych ilościach występują kwasy linolowy (62,0%) i oleinowy (20,4%). Kwasy nienasycone, w tym: linolenowy, arachidowy i lignocerynowy występują w ilościach zdecydowanie mniejszych, odpowiednio: 1,1; 0,7 i 0,3% [5, 16].

Udział kwasów tłuszczowych nasyconych w nasionach szarłatu jest dużo mniejszy, a najważniejsze z nich, to: palmitynowy (13,4%), stearynowy (2,6%) i murystynowy (0,1%) [1, 4, 5, 16].

Wysoka zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju z nasion szarłatu jest korzystna z żywieniowego i medycznego punktu widzenia [2, 4, 5].

Z innych, ważnych składników tłuszczu nasion szarłatu należy wymienić: tokoferole (witamina E) i tokotrienole (prekursor witaminy E), fitosterole (wielopierścieniowe alkohole alicykliczne), fosfolipidy i glikolipidy [1, 4, 14, 22]. Tokoferole i tokotrienole wykazują właściwości przeciwutleniające.

Szczególnie ważnym składnikiem tłuszczu nasion szarłatu jest skwalen. Jest to izoprenoidowy węglowodór nienasycony (6 wiązań podwójnych), o wzorze sumarycznym $C_{30}H_{50}$. Występuje we wszystkich tłuszczach tak roślinnych jak i zwierzęcych [12], ale w bardzo zróżnicowanych ilościach. Na przykład, zawartość skwalenu w oleju z oliwek wynosi 0,5-0,6%, natomiast w oleju z nasion szarłatu 6,1-6,3%, czyli jest w nim ponad dziesięciokrotnie wyższa niż w oliwkach [20]. W niewielkich ilościach (0,12%) występuje także w tłuszczu mleka kobycego, ale jego zawartość systematycznie obniża się w miarę trwania laktacji. Na tej podstawie przypuszcza się [21], że noworodki nie syntetyzują skwalenu, ale nabywają tę zdolność w trakcie rozwoju.

Aktualnie głównym źródłem skwalenu jest olej otrzymany z wątroby rekinów głębinowych lub wielorybów [5, 16, 18, 21, 22], ale poszukuje się nowych jego źródeł, tym samym powstają nowe perspektywy wykorzystania szarłatu.

Skwalen wykazuje wiele właściwości prozdrowotnych, stąd, tak wielkie nim zainteresowanie. Wpływa on na obniżenie stężenia cholesterolu (zwłaszcza jego złej frakcji LDL) w organizmie ludzkim, a więc zmniejsza zagrożenie miażdżycą czy chorobą wieńcową [1, 2, 5, 16, 18]. Znajduje też coraz większe zastosowanie w onkologii, szczególnie przy ograniczaniu niekorzystnych skutków chemioterapii [2, 18]. Udowodniono [2, 18], że wspomaga układ immunologiczny, a tym samym wzmacnia naturalną odporność organizmu. Jest stosowany do produkcji leków przeciwdziałających procesom starzenia się organizmu i wspomagających pamięć [15, 16, 18]. Skwalen bardzo korzystnie wpływa na skórę, dlatego jest wykorzystywany do produkcji kosmetyków (zwłaszcza kremów) zapobiegających starzeniu się skóry, poprawia jej oddychanie, zapobiega nadmiernemu wysychaniu

i oddziaływaniu niekorzystnych warunków środowiskowych w tym nadmiernemu promieniowaniu UV, bardzo silnie absorbując je [1, 4, 14, 18, 21].

Skwalen jest także wykorzystywany do ochrony powierzchni pamięciowych dysków komputerowych [16]. Można zauważyć wyjątkową zbieżność – z jednej strony wspomaganie pamięci ludzkiej, a z drugiej pamięci komputerowej.

SKŁADNIKI MINERALNE I WITAMINY

Nasiona szarłat zawierają liczne makro- i mikroelementy. Z makroelementów w największych ilościach występują: fosfor (557 mg/100g produktu), potas (508 mg/100g), magnez (248 mg/100g) i wapń (159 mg/100g), natomiast wśród mikroelementów przeważają: żelazo, mangan i cynk (odpowiednio: 7,61; 3,33 i 2,57 mg/100 g) [2, 12]. Pod względem zawartości makro- i mikroelementów nasiona szarłat znacznie przewyższają tradycyjne zboża [22].

Wysoka zawartość składników mineralnych, a także ich wzajemne proporcje (np.: stosunek wapnia do fosforu) to kolejne czynniki współdecydujące o znaczeniu prozdrowotnym szarłat [4, 19, 22].

Szarłat jest bogatym źródłem wielu witamin, a szczególnie: C (kwas askorbinowy), E (a-tokoferol), PP(B₃) (niacyna) i B₆ (pirydoksyna). Najwięcej jest witaminy C (4,2 mg/100 g produktu), a pozostałych od przeszło dwóch do około siedmiu razy mniej [2]. Zawiera także w mniejszych ilościach, witaminy: B₂ (ryboflawina), B₁ (tiamina) i M (kwas foliowy), a ich ilości wynoszą, odpowiednio: 0,200; 0,116 i 0,082 mg/100 g produktu [2].

Pod względem zawartości witamin nasiona szarłat są bardzo podobne do ziarna zbożowego, ale występują też istotne różnice, np.: zawartość kwasu foliowego jest prawie dwukrotnie większa na korzyść szarłat [1, 4].

SUBSTANCJE NIEODŻYWCZE W SZARŁACIE

Substancje nieodżywcze (antyodżywcze, przeciwożywniowe) to składniki naturalne występujące w wielu surowcach i produktach żywnościowych, przede wszystkim pochodzenia roślinnego. Po ich spożyciu mogą następować zaburzenia w procesach metabolicznych, względnie nawet objawy chorobowe, wywołane np. przez blokowanie prawidłowego wykorzystania składników pokarmowych. Ich występowanie powoduje ogólne obniżenie wartości odżywczej produktów spożywczych [4, 12, 25].

W nasionach szarłat stwierdzono [4, 5, 11, 14, 22, 25] występowanie wielu substancji uznawanych za nieodżywcze, takich jak: inhibitory tripsyny i chymotripsyny, związki fenolowe, a wśród nich saponiny i taniny, fityniany oraz fitohemaglutyniny. Ich zawartość jest zróżnicowana – taka sama lub niższa niż np. w ziarnie zbóż czy innych surowcach spożywczych. Często też mają podwójne działanie i znaczenie, zarówno negatywne jak i pozytywne, mogą np. wzmacniać odporność organizmu, czy spełniać rolę naturalnych przeciwutleniaczy [4, 22, 25].

Wydaje się, że najmniej pożądaną substancją nieodżywczą w nasionach szarłat są saponiny [17] (glikozydy saponinowe). Występują one także i w innych (licznych) surowcach

przemysłu spożywczego (np. ziemniakach, pomidorach czy papryce). W organizmie działają drażniąco na przewód pokarmowy, a po dostaniu się do krwioobiegu powodują hemolizę czerwonych krwinek. Ponadto, hamują enzym acetylocholinoesterazę, co w efekcie powoduje zaburzenia w przenoszeniu bodźców nerwowych [12].

Jak wynika z badań Jakuszew [11], która badała nasiona szarłat pod kątem zawartości i toksyczności saponin, nie ma jednak powodu do jakichkolwiek obaw. Autorka cytowanej pracy stwierdziła [11], że:

- nasiona szarłat zawierają niskie (ok. 0,1% w suchej masie) ilości glikozydów triterpenowych (saponin),
- saponiny szarłat wykazują niską toksyczność, bowiem ich dawka letalna waha się między 1500 a 1750 mg na 1 kg masy ciała.

Autorka [11], biorąc pod uwagę dwa, wymienione wyżej wnioski stwierdziła, że saponiny zawarte w nasionach szarłat nie stanowią realnego zagrożenia dla zdrowia ludzkiego czy zwierzęcego.

Podobnie jak w wypadku innych substancji nieodżywczych, działanie saponin może być pożądaną, np. ze względu na właściwości pianotwórcze, co może być wykorzystywane w praktyce.

PODSUMOWANIE

1. Szarłat (kiwicha, *amaranthus*, amarant) jest rośliną znaną i uprawianą od wieków, a na nowo odkrytą w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Wywodzi się z Ameryki Środkowej (z Meksyku). Szarłat może być uprawiany, praktycznie w każdym klimacie, od umiarkowanego do tropikalnego, zarówno na nizinach jak i na wysokości 3000 m n.p.m. Jest rośliną o typie fotosyntezy C4, co oznacza, że jest zdolny wiązać CO₂ ze swoistym wykorzystaniem energii słonecznej. Bardzo dobrze reaguje na azot zawarty w glebie, co odbija się na jego plenności, a odnosi się to zarówno do nasion jak i masy zielonej (liści). Aktualnie jest uprawiany zarówno w Azji, Afryce, Europie jak i w obu Amerykach. Ze względu na swoje walory jest uznany przez FAO/ONZ za roślinę XXI wieku.
2. Nasiona szarłat charakteryzują się stosunkowo wysoką (do 20%) zawartością białka (wyższą niż w ziarnie zbóż), a jednocześnie niższą zawartością skrobi. Białko ma znacznie korzystniejszy skład aminokwasowy, a dotyczy to szczególnie aminokwasów egzogennych (w tym lizyny). Wysoka jest zdolność przyswajania białka (jego wartość biologiczna), jest ona wprawdzie niższa od wartości białka jaja kurzego (przyjętego za 100%), ale wyższa od białek mleka krowiego. Szczególną cechą szarłat jest brak białek glutenowych.
3. Skrobia szarłat ma wiele zalet: małe wymiary granulek, jest łatwiej i szybciej trawiona, ma wysoką wartość odżywczą i energetyczną. Ze względu na swoje małe wymiary, jest wykorzystywana jako tzw. nośnik (koncentraty spożywcze, kosmetyki).
4. Nasiona szarłat zawierają znacznie więcej tłuszczu niż tzw. zboża chlebowe, a szczególną cechą tego tłuszczu jest obecność w nim skwalenu. Pod tym względem szarłat jest jednym z najbogatszych, naturalnych, źródeł tego

składnika. Skwalen znajduje zastosowanie w medycynie, farmacji, produkcji kosmetyków, a nawet przemyśle komputerowym.

LITERATURA

- [1] **ARENDE E.K., ZANNINI E. 2013.** *Amaranth*. W: **PRACA ZBIOROWA: Cereal grains for the food and beverage industries.** Woodhead Publishing Limited. 439-473.
- [2] **CASELATO – SOUSA V.M., AMAYA – FARFAN J. 2012.** *State of knowledge on amaranth grain. A comprehensive review.* Journal of Food Science. 77(4), 93-104.
- [3] **CEGLIŃSKA A., CACAK – PIETRZAK G. 2009.** Mity a nauka. Magiczne właściwości dzikich zbóż św. Hildegardy. Wrocławskie Wyd. Naukowe Alta 2. 94-129.
- [4] **CEGLIŃSKA A., KARDIALIK J. 2007.** *Walory żywieniowe szarłatu.* Przegląd Zbożowo – Młynarski. 51(8), 26-27.
- [5] **GONTARCZYK M. 1996.** Szarłat uprawny – *Amaranthus spp.* W: **PRACA ZBIOROWA: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii.** Wyd. SGGW, Warszawa, 21-43.
- [6] **HABER T. 1995.** Wykorzystanie w technologii żywności. W: **PRACA ZBIOROWA: Nowe rośliny uprawne Amaranthus.** Wydawnictwo SGGW Warszawa, 70-71.
- [7] **HABER T. 1996.** Celowość i możliwości wykorzystania szarłatu i komosy ryżowej w technologii żywności. W: **PRACA ZBIOROWA: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii.** Wyd. SGGW, Warszawa, 59-75.
- [8] **HABER T., HABEROWA H., JANKIEWICZ L., LEWCZUK J., NALBORCZYK E. 1992.** *Próby wykorzystania tzw. roślin alternatywnych w technologii piekarstwa.* Przegląd Zbożowo-Młynarski. 36(8), 9-12.
- [9] **HABER T., HABEROWA H., LEWCZUK J. 1995.** *Wykorzystanie nasion amarantusa w piekarstwie.* Roczniki Nauk Rolniczych. Seria A. 111(1-2), 31-43.
- [10] **JAKUBCZYK T., HABER T. (Red.): 1983.** *Analiza zbóż i przetworów zbożowych.* Wyd. SGGW-AR, Warszawa. 47-48.
- [11] **JAKUSZEW M. 1997.** Skład chemiczny i aktywność biologiczna saponin nasion szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.). Praca doktorska wykonana w Zakładzie Biochemii i Jakości Plonów IUNG, Puławy.
- [12] **LEWICKI P. P. (red.): 2008.** *Leksykon nauki o żywności i żywieniu człowieka.* Wyd. SGGW, Warszawa. 369, 405, 430.
- [13] **LORENZ K. 1981.** *Amaranthus hypochondriacus – characteristics of the starch and baking potential of the flour.* Die Starke. 33(5), 149.
- [14] **JUST K. 2015.** Wpływ wybranych produktów z szarłatu na cechy pieczywa pszennego. Praca inżynierska wykonana w Instytucie Technologii Żywności i Gastronomii PWSliP w Łomży.
- [15] **NALBORCZYK E. 1995.** *Amaranthus roślina uprawna ponownie odkryta.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 43(6), 34-35.
- [16] **NALBORCZYK E. 1996.** Nowe rośliny uprawne i perspektywy ich wykorzystania. W: **PRACA ZBIOROWA: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii.** Wyd. SGGW, Warszawa, 5-20.
- [17] **PELSZYK M. 2002.** Wykorzystanie ekspandowanych nasion szarłatu (*amarantusa*) do wybranych asortymentów pieczywa cukierniczego. Praca magisterska wykonana w Zakładzie Technologii Zbóż SGGW, Warszawa.
- [18] **PIESIEWICZ H. (2006).** *Co nieco o skwaleniu.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 54(2), 8-10.
- [19] **PIESIEWICZ H. (2009).** *Amarantus – manna XXI wieku.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 57(4), 12-15.
- [20] **PIESIEWICZ H., AMBROZIAK Z. 1995.** *Amaranthus – aspekty żywieniowe.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 43(6), 32-33.
- [21] **PPHU „SZARŁAT” S.C. ŁOMŻA. 2015.** Materiały archiwalne Przedsiębiorstwa. Łomża.
- [22] **RUTKOWSKA J. 2006.** *Amarantus – roślina przyjazna człowiekowi.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 54(1), 6-10.
- [23] **SZOT B. 1999.** *Właściwości agrofizyczne amarantusa (Amaranthus cruentus).* Acta Agrophysica. 18, 7-71.
- [24] **WILLIAMS J.T. 1995.** *Cereals and pseudocereals.* Chapman and Hall, London – Glasgow – Weinheim – New York – Tokyo – Melbourne – Madras, 129-180.
- [25] **WOROBIEJ E., PIECYK M., RĘBIŚ M., RĘBIŚ Ź. 2009.** *Zawartość naturalnych związków nieodżywczych i właściwości przeciwutleniające produktów z szarłatu.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna. 42(2), 154-157.
- [26] **VALCÁRCEL – YAMANI B., da SILVA LANNES S.C. 2012.** *Applications of Quinoa (Chenopodium Quinoa Wild) and Amaranth (Amaranthus Spp.) and their influence in the nutritional value of cereal based foods.* Food and Public Health. 2(5), 267-269.

Dr inż. Sławomir OBIDZIŃSKI
Inż. Marcin KOBYLIŃSKI
Dr inż. Dorota DEC
Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej
Dr Jolanta PIEKUT
Zakład Chemii

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

BADANIA PROCESU BRYKIETOWANIA MIESZANIN MATERIAŁÓW ODPADOWYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO®

The investigation of the briquetting process of mixtures
of the plant waste materials®

Praca wykonana w ramach pracy statutowej S/WbiIS/5/2014

Słowa kluczowe: brykietowanie, odpady roślinne, mieszanki odpadów, jakość brykietu.

W pracy przedstawiono wyniki badań procesu brykietowania trocin sosnowych i mieszanin trocin sosnowych z odpadami rolno-spożywczymi (słomy, otrębów pszennych oraz makulatury) z jednoczesnym określeniem jakości uzyskanego produktu. Jakość otrzymanych brykietów oznaczano poprzez wyznaczenie maksymalnej siły rozkruszania brykietu. Badania procesu brykietowania zostały przeprowadzone na stanowisku badawczym, którego głównym elementem jest brykietciarka tłokowa, wytwarzająca brykiet o średnicy 28 mm. Badania wykazały, że rodzaj brykietowanego materiału istotnie wpływa na zapotrzebowanie na moc występujące przy realizacji procesu brykietowania oraz na wytrzymałość otrzymanego brykietu.

Key words: briquetting, plant waste, waste mixture, briquette quality.

The paper presents the results of investigations the briquetting process of pine sawdust and mixtures of pine sawdust and agri-food waste (in the form of straw, wheat bran and waste paper) with simultaneous determination of the quality of the obtained product. The quality of the briquettes were determined by designating the maximum force crushing briquettes. Briquetting process was carried out on the research stand, whose main element is the piston briquetting, producing briquettes with a diameter of 28 mm. The study showed that the type of briquetted material has a significant impact on the energy consumption of briquetting machine occurring in the implementation of briquetting process and on the strength of the obtained briquettes.

WPROWADZENIE

W ostatnich latach obserwuje się rozwój metod brykietowania i granulowania z wykorzystaniem tych technologii zarówno w przemyśle paszowym, w energetyce jak i w przemyśle rolno-spożywczym.

Według Hejfta i Demianiuka [3, 6, 7] do zalet brykietów można zaliczyć: możliwość ich spalania we wszystkich typach pieców, podobieństwo kinetyki ich spalania do spalania kawałków drewna (polan), parokrotnie większą gęstość brykietów w porównaniu z wiórami i trocinami (istotnie mniejsza powierzchnia ich magazynowania oraz koszty transportu), większe bezpieczeństwo spalania w porównaniu ze spalaniem paliw sypkich (spalanie nie grozi wybuchem) oraz możliwość eksportowania ich jako ekologicznego paliwa stałego, po cenie wyższej niż węgla itd.

Jak podaje Hejft [8], w formę brykietu opałowego najczęściej zamieniane są drzewne materiały odpadowe średnie (wióry) i małe (trociny, pyły ze szlifowania drewna). Z powodu niedoboru surowca drzewnego w postaci trocin, wiórów czy pyłów drzewnych, w ostatnich latach obserwuje się

poszukiwania innych surowców w tym odpadowych pochodzenia roślinnego jako alternatywy dla surowców drzewnych, przydatnych do wytwarzania brykietów. Do postaci brykietów zamieniane są: słoma rzepakowa, słoma pszenna, siano łąkowe oraz łodygi ślazu [14], kukurydzy pastewnej [15, 16], kukurydzy i traw [10, 11, 12], słomy i łuski ryżowej [2, 4, 13]. Adamczyk [1] i Fiszer [5] prowadzili badania procesu brykietowania słomy metodą zwijania.

Jako surowce do wytwarzania brykietów wykorzystywane są również różnego rodzaju odpady spożywcze m.in.: odpady pozostałe przy produkcji bananów [18, 20], odpady powstałe przy produkcji oliwy [21].

Stolarski i współpracownicy [19], wytwarzali i oceniali jakość brykietów m.in. z mieszaniny słomy i makuchów rzepakowych, tj. odpadów powstałych po wyłaczaniu oleju z rzepaku.

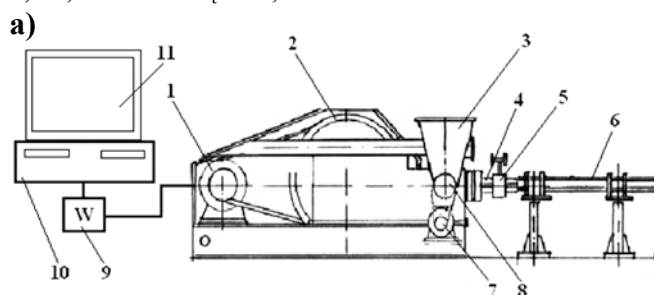
Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu rodzaju dodatku odpadu roślinnego do trocin sosnowych na energochłonność procesu brykietowania oraz na jakość uzyskanego brykietu.

MATERIAŁ I METODYKA BADAWCZA

W artykule zaprezentowano wyniki badań procesu brykietowania trocin sosnowych (T) oraz mieszanin trocin sosnowych z 20% dodatkiem otrębów pszennych (TO), słomy owsianej (TS) i rozdrobnionej makulatury (TM). Wykorzystane do badań otręby pszenne zostały wyprodukowane w wytwórni pasz „Farmpasz” w Makówce. Słoma owsiana pochodziła z prywatnego gospodarstwa rolnego z okolic Łomży, natomiast makulatura wykorzystana do badań została otrzymana po rozdrobnieniu czarno-białych gazet.

Odpady w postaci kostek słomy oraz gazet papierowych poddano procesowi rozdrobnienia, za pomocą rozdrabniacza bijakowego typu „Bąk” H-111/1, z wykorzystaniem sita o średnicy oczek 5 mm. Rozdrobnione i odważone w odpowiednich proporcjach odpady były mieszane i następnie przetrzymywane w szczelnych pojemnikach. Po upływie 24 godzin zostały jeszcze raz zmieszane i wsypane do zbiornika zasypowego brykieciarki.

Poddane zagęszczaniu trociny posiadały wilgotność 7,8%, a mieszaniny trocin z: otrębami – 11,2%, ze słomą – 8,3%, z makulaturą – 10,1%.



Rys. 1. Stanowisko do badania procesu brykietowania:
a) schemat stanowiska: 1 – silnik elektryczny, 2 – koło zamachowe, 3 – zbiornik zasypowy, 4 – tuleja zagęszczająca, 5 – zacisk tulei, 6 – tor stabilizacyjny, 7 – silnik z motoreduktorem, 8 – podajnik ślimakowy, 9 – watomierz, 10 – rejestrator, 11 – komputer PC.

b) widok brykieciarki w trakcie pracy.

Fig. 1. The stand for investigation of the briquetting process:
a) diagram of the stand: 1 – electric motor, 2 – flywheel, 3 – hopper tank, 4 – densification sleeve, 5 – clamp of sleeve, 6 – stability track, 7 – engine with a gear motor, 8 – screw feeder, 9 – wattmeter, 10 – recorder, 11 – computer.
b) view of the briquetting machine during the work.

Źródło: Fotografia i opracowanie własne
Source: The picture and own study

W trakcie badania każdorazowo zagęszczano próbki mieszanki o masie 5 kg. Dla każdej mieszanki wykonano po trzy próby zagęszczania.

Badania procesu brykietowania zostały przeprowadzone na stanowisku badawczym (przedstawionym na rys. 1), którego głównym elementem jest brykieciarka tłokowa (rys. 1a), wytwarzająca brykiety cylindryczne o średnicy 28 mm.

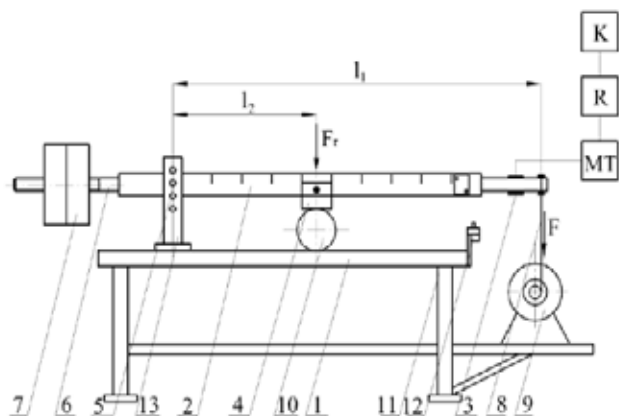
Zagęszczany surowiec zasypywano do zbiornika zasypowego 3, z którego podawany był za pomocą podajnika ślimakowego 8 (napędzanego silnikiem elektrycznym 7 z motoreduktorem) do komory zagęszczania 4. Elementem roboczym zagęszczającym brykieciarki jest stempel zagęszczający zamocowany na korbowodzie i napędzany kołem zamachowym 2. Napęd na koło zamachowe 2 jest przenoszony z silnika elektrycznego 1 poprzez przekładnię pasową i wał korbowodowy. W komorze zagęszczającej tłok zagęszczający przesuwają zagęszczany materiał do tulei zagęszczającej 5. W trakcie pracy stempel 3 pracuje z dużą częstotliwością (150 ÷ 250 cykli na minutę), ruchem posuwisto-zwrotnym. W tulei zagęszczającej materiał, z każdym uderzeniem stempla przesuwany jest skokowo i poddawany cyklicznie wysokim naciskom dochodzącym do 200 MPa. Po wyjściu brykiety z komory zagęszczającej jest on kierowany na specjalny dwumetrowy tor stabilizujący 6, gdzie brykiety ostatecznie zostają schłodzone i uzyskuje pożądaną wytrzymałość. Długość otrzymywanego brykiety może być regulowana dodatkowymi elementami tnącymi.

W trakcie procesu brykietowania dokonywano pomiaru zapotrzebowania na moc silnika 1, napędzającego brykieciarkę, z wykorzystaniem miernika (watomierza) 9, a sygnały doprowadzono do rejestratora 10. Pliki z danymi w postaci binarnej poddano dalszej obróbce w programie Excel i Statistica 10.0PL.

Wilgotności składników mieszanek oraz mieszanek badanych odpadów oznaczono zgodnie z PN-EN 14774-1:2010 [17], za pomocą wagosuszarki WPE 300S, każdorazowo określając wilgotność pięciu próbek o masie 5 g, które suszono w temperaturze 105°C do uzyskania stałej masy. Za wynik końcowy wilgotności przyjęto wartość średnią z otrzymanych oznaczeń.

Jakość otrzymanych brykietów oznaczano poprzez wyznaczenie maksymalnej siły rozkruszania brykiety na jego powierzchni bocznej, na stanowisku badawczym przedstawionym na rys. 2 oraz w pracach [3, 9].

Na płycie podstawy 1 ustawiono stojak 13 do mocowania ułożyskowanej listwy pomiarowej 2, która może być zakładana w różnych odległościach od płyty podstawy 1. Na wyskalowanej listwie (podziałka z dokładnością do 1mm) umocowano przeciwpróbkę 4, z możliwością jej przesuwania. Na końcu listwy 2 umocowano płytkę pomiarową 3 z uchwytem na cięgno. Na płycie pomiarowej naklejone zostały tensometry w układzie pełnego mostka pomiarowego. Na drugim końcu listwy przyspawano pręt gwintowany 6, na który nakręcono dwa obciążniki stanowiące przeciwagę 7 dla ramienia 1 listwy 2. Na półce ramy 11 ustawiono motoreduktor 9. Prędkość liniowa przesuwania się cięgna 8 wynosiła 0,01 m/min. W celu zabezpieczenia płytki pomiarowej przed zniszczeniem zamontowano na płycie podstawy wyłącznik krańcowy 12. Przewody z tensometrów połączono z kanałem

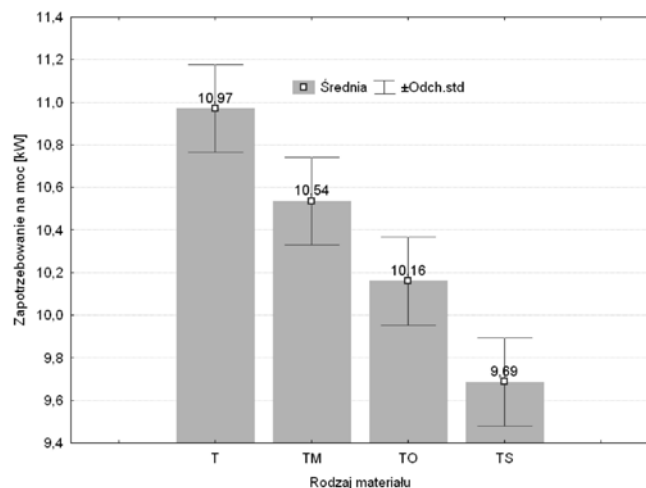


Rys. 2. Schemat stanowiska do pomiaru siły rozkruszania na powierzchni bocznej brykietu [3;9]: 1 – płyta podstawy, 2 – listwa pomiarowa, 3 – płytka pomiarowa, 4 – przeciwpółka, 5 – ułożyskowana oś obrotu listwy, 6 – pręt gwintowany, 7 – przeciwwaga, 8 – cięgno, 9 – motoreduktor, 10 – brykiety, 11 – rama stanowiska, 12 – wyłącznik krańcowy, 13 – stojak.

Fig. 2. The scheme of the crushing force measurement on the side surface of the briquette [Demjanjuk 2001]: 1 – base plate 2 – measuring strip, 3 – measuring plate, 4 – countersample, 5 – journalled axis of strip rotation, 6 – threaded rod, 7 – counterweight, 8 – rope, 9 – gear motor, 10 – briquette, 11 – frame of the stand, 12 – limit switch, 13 – rack.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 3. Zależność zapotrzebowania brykieciarki na moc od rodzaju brykietowanego surowca.

Fig. 3. Dependence of energy consumption of briquetting machine from the type of briquetted material.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

mostka tensometrycznego (MT), a następnie z rejestratorem wielokanałowym typu Spider (R). Wyniki pomiarów rejestrowano za pomocą komputera (K).

WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań procesu brykietowania, tj. wpływu rodzaju brykietowanej mieszanki na wartości zapotrzebowania na moc silnika napędzającego brykieciarkę oraz na maksymalną siłę rozkruszającą brykiety otrzymane z trocin sosnowych oraz z mieszanin trocin sosnowych z różnymi odpadami pochodzenia roślinnego.

Tabela 1. Wyniki badań procesu brykietowania trocin oraz mieszanin trocin z różnymi odpadami pochodzenia roślinnego

Table 1. Results of investigation the briquetting process of sawdust and mixtures of sawdust with different plant waste

Zagęszczony odpad	Wilgotność mieszaniny [%]	Zapotrzebowanie na moc [kW]	Maksymalna siła rozkruszająca brykiety [N]
Mieszanina trocin i słomy	11,2	9,69	110,00
Mieszanina trocin i makulatury	8,3	10,54	256,33
Mieszanina trocin i otrębów pszennych	10,1	10,16	176,67
Trociny	7,8	10,97	364,69

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Na rys. 3 przedstawiono otrzymane w trakcie badań wyniki zapotrzebowania na moc w zależności od rodzaju brykietowanego materiału.

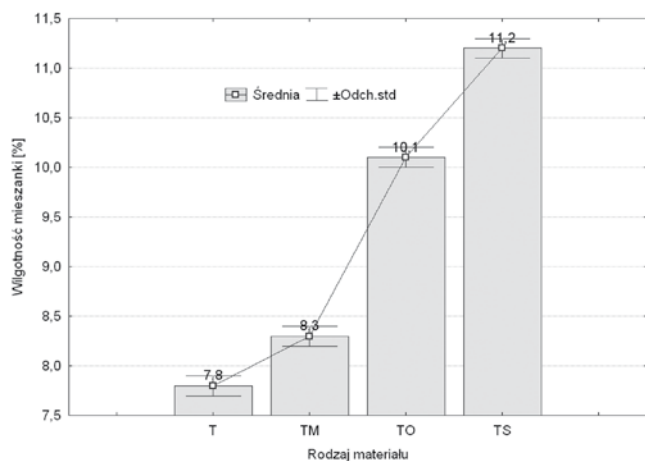
Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań brykietowania mieszanek trocin sosnowych i odpadów rolno-spożywczych (tab. 1, rys. 3) można stwierdzić, że rodzaj brykietowanego materiału istotnie wpływa na zapotrzebowanie na moc potrzebną do realizacji tego procesu. Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji (jednowymiarowy test istotności Kołmogorowa-Smirnowa) na poziomie istotności $P=0,05$ wykazała istotne różnice pomiędzy wartościami zapotrzebowania na moc brykieciarki otrzymanymi podczas brykietowania różnego rodzaju materiałów.

Największe zapotrzebowanie na moc brykieciarki, wynoszące 10,97 kW, zanotowano przy brykietowaniu trocin sosnowych bez żadnych dodatków. Najmniejsze zapotrzebowanie na moc, które wynosiło 9,69 kW, zanotowano przy brykietowaniu mieszaniny trocin ze słomą. Mieszaniny trocin sosnowych i makulatury zbrykietowano przy zapotrzebowaniu na moc 10,54 kW, a trocin sosnowych i otrębów pszennych przy zapotrzebowaniu 10,16 kW.

Na uzyskane wartości zapotrzebowania na moc pewien wpływ miała wilgotność mieszanek poddanych brykietowaniu (tab. 1 i rys. 4).

Materiały takie jak słoma, otręby czy makulatura miały porównywalną wilgotność około 11%, natomiast trociny sosnowe wilgotność około 7,8%, co miało również wpływ na największe wartości zapotrzebowania na moc przy ich brykietowaniu.

Na rys. 5 przedstawiono otrzymane w trakcie badań wyniki siły rozkruszającej brykiety.

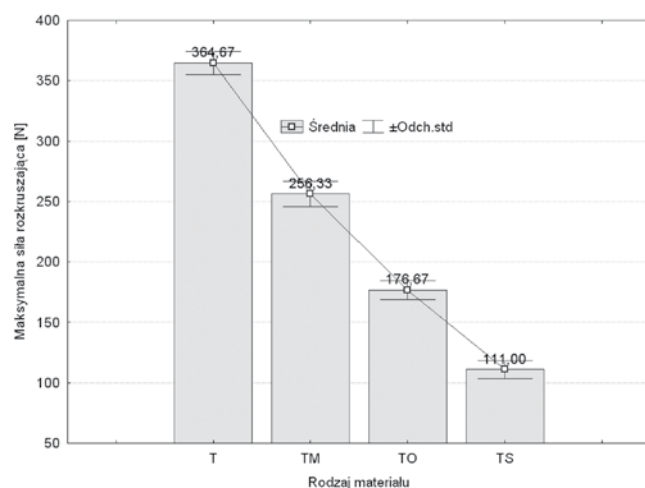


Rys. 4. Wilgotność brykietowanego surowca.

Fig. 4. Moisture content of briquetted material.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 5. Zależność maksymalnej siły rozkruszającej brykiet od rodzaju brykietowanego surowca.

Fig. 5. Dependence of the maximum force crushing the briquette from the type of briquetted material.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

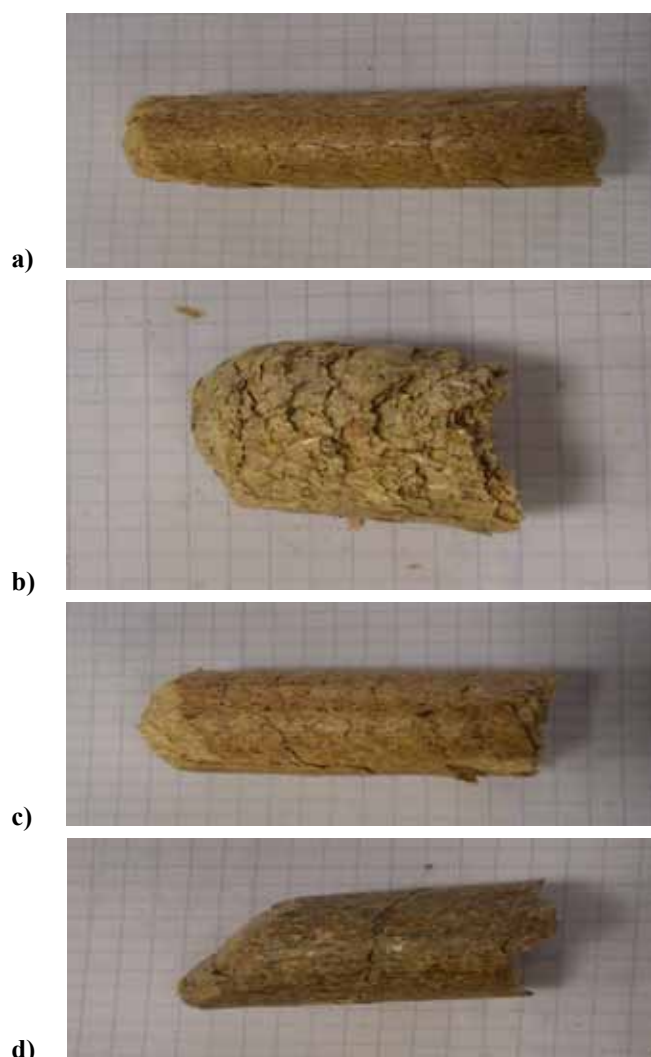
Na podstawie wyników przeprowadzonych badań pomiaru siły rozkruszania na powierzchni bocznej brykietów otrzymanych z trocin sosnowych oraz mieszanek trocin sosnowych i odpadów rolno-spożywczych można stwierdzić, że rodzaj brykietowanego materiału istotnie wpływa na wartość siły rozkruszającej brykiet. Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji (jednowymiarowy test istotności Kołmogorowa-Smirnowa) na poziomie istotności $P=0,05$ pozwoliła na stwierdzenie istotnych różnic pomiędzy wartościami siły rozkruszającej brykiet, otrzymanych przy różnych rodzajach brykietowanego materiału.

Na podstawie przeprowadzonych badań (rys. 5 i tabela 1) można zauważyć, iż brykiet wyprodukowany z samych trocin sosnowych bez dodatków innych odpadów posiadał największą wytrzymałość na rozkruszanie na powierzchni bocznej (siła rozkruszająca brykiet wyniosła 365 N). Spowodowane to było zawartością żywicy w składzie trocin, która stanowi naturalne lepiszcze pozwalające na trwałe łączenie części w brykiecie. Pomimo, iż brykiet z trocin był najbardziej

odporny na rozkruszanie, to jednak jego wyprodukowanie wiązało się z największym poborem mocy przez brykietarkę - 10,97 kW (tab. 1).

Najniższą wytrzymałością na rozkruszanie na powierzchni bocznej (siła rozkruszająca 110 N), charakteryzował się brykiet powstały z mieszaniny trocin sosnowych i słomy. Także zapotrzebowanie na moc przy jego wytworzeniu było najniższe i wynosiło tylko 9,69 kW. Brykiet ten po wyjściu z matrycy rozwarstwiał się oraz następowało złuszczenie jego warstwy zewnętrznej. Może to być spowodowane faktem, że dodatek słomy do trocin sosnowych zmniejszył współczynnik tarcia pomiędzy zagęszczanym odpadem a powierzchnią tulei zagęszczającej.

Na rys. 6 przedstawiono widok brykietów otrzymanych z trocin sosnowych oraz z mieszaniny trocin sosnowych i badanych odpadów.



Rys. 6. Widok brykietów z: a) trocin sosnowych, b) mieszaniny trocin sosnowych i słomy owsianej, c) mieszaniny trocin sosnowych i otrębów pszennych, d) mieszaniny trocin sosnowych i makulatury.

Fig. 6. The view of the briquette from: a) pine sawdust, b) a mixture of pine sawdust and wheat bran, c) a mixture of pine sawdust and waste paper.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1. Rodzaj brykietowanego materiału istotnie wpływa na zapotrzebowanie na moc, występujące przy realizacji procesu brykietowania oraz na wytrzymałość otrzymanego brykietu.
2. Najlepszy jakościowo brykiet został wyprodukowany z trocin sosnowych, bez żadnych dodatków. Siła potrzebna do jego rozkruszenia wyniosła 365 N. Zapotrzebowanie na moc brykietarki było jednak największe i wyniosło 10,97 kW.
3. Brykiet powstały z mieszaniny trocin sosnowych i słomy charakteryzował się najniższą wytrzymałością na rozkruszanie (siła rozkruszająca 110 N), jak również zapotrzebowanie brykietarki na moc przy jego wytworzeniu było najmniejsze i wynosiło tylko 9,69 kW.
4. Uzyskane brykiety (z wyjątkiem brykietów w mieszaninie ze słomą), mogą być z powodzeniem wykorzystywane jako pełnowartościowe paliwo stałe, a dzięki swojej małej średnicy mogą być spalane w piecach z podajnikami (podobnie jak granulaty).

LITERATURA

- [1] **ADAMCZYK F. 2010.** *Wpływ wilgotności słomy zbóżowej na stopień zagęszczenia uzyskiwanych brykietów.* Inżynieria Rolnicza, 1(119), 7-13.
- [2] **AMAYA A., MEDERO N., TANCREDI N., SILVA H., DEIANA C. 2007.** *Activated carbon briquettes from biomass materials.* Biosource Technology, 98, 1635-1641.
- [3] **DEMIANIUK L. 2001.** Brykietowanie rozdrobnionych materiałów roślinnych. Praca doktorska. Politechnika Białostocka.
- [4] **CHOU C. S., LIN S. H., PENG C. C., LU W. C. 2009.** *The optimum conditions for preparing solid fuel briquette of rice straw by a piston-mold process using the Taguchi method.* Fuel Processing Technology, 90, 1041-1046.
- [5] **FISZER A. 2008.** *Badania porównawcze współczynnika trwałości brykietów ze słomy.* Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, Vol. 53 (3), 69-70.
- [6] **HEJFT R. 1995.** Wpływ nacisków prasujących na gęstość brykietów z pasz słomiastych, formowanych w komorach zamkniętych. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej. Budowa i Eksploatacja Maszyn. Zeszyt 3, 43-50.
- [7] **HEJFT R., DEMIANIUK L. 1999.** Wytwarzanie brykietów opałowych z odpadowych surowców pochodzenia roślinnego. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. Inżynieria Chemiczna i Procesowa, nr 27, 123-130.
- [8] **HEJFT R. 2000.** Wykorzystanie odpadów pochodzenia roślinnego do celów energetycznych. Materiały konferencyjne: „Recyklacja odpadów IV”, 165-174. Ostrawa 2000.
- [9] **HEJFT R. 2002.** Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Biblioteka Problemów Eksploatacji. ITE. ISBN 83-7204-251-9.
- [10] **KARUNANITHY C., WANG Y., MUTHUKUMARAPPAN K., PUGALENDHI S. 2012.** *Physiochemical characterization of briquettes made from different feedstocks.* Biotechnology Research International, Volume 2012, 12 pages, DOI: 10.1155/2012/165202.
- [11] **KALIYAN N., MOREY R. V., WHITE M. D., DORRING A. 2009.** *Roll press briquetting and pelleting of corn stover and switchgrass.* Trans ASABE, 52(2), 543-555.
- [12] **KALIYAN N., MOREY V., SCHMIDT D. R. 2013.** *Roll press compaction of corn stover and perennial grasses to increase bulk density.* Biomass and Bioenergy, 55, 322-330.
- [13] **NDIEMA C. K. W., MANGA P. N., RUTTOH C. R. 2002.** *Influence of die pressure on relaxation characteristics of briquetted biomass.* Energy Conversion and Management, 43, 2157-2161.
- [14] **NIEDZIÓŁKA I., SZYMANEK M., ZUCHNIARZ A. 2008.** *Ocena trwałości brykietów wytworzonych z masy roślinnej kukurydzy pastewnej.* Inżynieria Rolnicza, 9(107), 235-240.
- [15] **NIEDZIÓŁKA I., SZPRYNGIEL M., KRASZKIEWICZ A., KACHEL-JAKUBOWSKA M. 2011.** *Ocena wydajności brykietowania oraz jakości brykietów wytworzonych z wybranych surowców roślinnych.* Inżynieria Rolnicza, 6(131), 149-155.
- [16] **OLADEJI J. T. 2010.** *Fuel characterization of briquettes produced from corncob and rice husk residues.* The Pacific Journal of Science and Technology, 11, 101-106.
- [17] **PN-EN 14774-1: 2010.** *Biopaliwa stałe. Oznaczenie zawartości wilgoci. Metoda suszarkowa. Część 1: Wilgoć całkowita. Metoda referencyjna.*
- [18] **SELLIN N. 2014.** *Production and characterization of fuel briquettes from banana leaves waste.* Chemical Engineering Transactions, Vol. 37, 439-444.
- [19] **STOLARSKI M.J., SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., KRZYŻAANIAK M., GULCZYŃSKI P., MLECZEK M. 2013.** *Comparison of quality and production cost of briquettes made from agricultural and forest origin biomass.* Renewable Energy, 57, 20-26.
- [20] **WILAIPOON P. 2007.** *Physical characteristics of maize cob briquette under moderate die pressure.* American Journal of Applied Sciences, 4, n.12, 995-998.
- [21] **YAMAN S., SAHAN M. H., SESEN K. H., KUCUKBAYRAK S. 2000.** *Production of fuel briquettes from olive refuse and paper mill waste.* Fuel Processing Technology, 68, 23-31.

Doc. dr Marek GRUCHELSKI
 Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie
 Dr Józef NIEMCZYK
 Instytut Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur w Warszawie

HANDEL ROLNO-ŻYWNOŚCIOWY, ZWŁASZCZA Z PAŃSTWAMI UNIJNYMI, W DZIESIĘĆ LAT PO AKCESJI POLSKI DO UNII EUROPEJSKIEJ®

Agri-food trade, especially with EU member states, ten years
 after polish accession to the European Union®

Polski eksport rolno-żywnościowy po akcesji do UE w 2004 roku jest konkurencyjny, rośnie i rozwija się dynamicznie. Jego konkurencyjność kształtują: duży potencjał produkcyjny polskiego rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego, względnie niskie ceny zbytu produktów rolnych, niskie ceny pracy, wysoka jakość polskiej żywności, duża aktywność i vitalność polskich podmiotów handlu zagranicznego.

Głównym rynkiem zbytu dla polskiego eksportu rolno-żywnościowego jest UE (ponad 75,0% wartości eksportu). Rynek unijny jest bardzo opłacalny i względnie tani, ze względu na niskie koszty transportu. Polska jest eksporterem netto w zakresie produktów rolno-żywnościowych, o czym świadczą stale rosnące, dodatnie (od 2003 roku) saldo handlowe.

Uogólniając, można powiedzieć, że Polska jest eksporterem mięsny (oraz rybnym), mlecznym i owocowo-warzywnym, przy równocześnie znaczącym eksporcie takich grup towarów jak: cukry i wyroby cukiernicze, tytoń i wyroby tytoniowe oraz przetwory zbożowe. Jest to eksport głównie towarów przetworzonych, ale również surowców i półproduktów.

Polish agri-food exports after EU accession in 2004 is competitive and is growing rapidly. Its competitiveness is formed by: large production potential of Polish agriculture and agri-food industry, relatively low sales prices of agricultural products, low price of labor, high quality of Polish food, great activity and vitality of Polish foreign trade entities.

The main market for Polish agri-food exports is EU (more than 75.0% of exports). EU market is very cost-effective and relatively inexpensive, due to the low cost of transportation. Poland is a net exporter in the field of agri-food products, as showed by the ever-increasing, positive trade balance since 2003. Generally speaking, we can say that Poland is an exporter of meat (and fish), dairy, fruit and vegetables, while at the same time a major exporter of commodity groups such as sugars and confectionery, tobacco and grain products. This is mainly export of processed goods, but also raw materials and semi-finished products.

WSTĘP

Po podpisaniu przez Polskę Umowy Stowarzyszeniowej ze Wspólnotą Europejską w 1992 roku mieliśmy we wszystkich następnych latach ujemne saldo w handlu towarami rolno-żywnościowymi, aż do 2002 roku włącznie. W 2003 roku uzyskaliśmy saldo dodatnie w wysokości 506,0 mln USD (w 2002 roku saldo wyniosło minus 290,0 mln USD). Saldo w handlu z Unią Europejską (UE) było w 2003 roku również dodatnie i wyniosło 218,0 mln USD (w 2002 roku minus 298,0 mln USD).

Wchodziliśmy zatem do UE z dodatnim saldem w handlu zagranicznym towarami rolno-żywnościowymi. Dodatnie saldo handlowe towarami rolno-żywnościowymi zarówno ogółem, jak i w handlu z państwami unijnymi utrzymuje się po dzień dzisiejszy i stale rośnie.

Wartość polskiego eksportu rolno-żywnościowego w latach 2003-2013 wzrosła wielokrotnie i wyniosła 4 518,6 mln USD w 2003 oraz 20 427,0 mln EUR w 2013 roku.

Wartość polskiego importu rolno-żywnościowego również rosła, chociaż w ostatnich latach w tempie wolniejszym niż eksport, o czym świadczy rosnące saldo handlowe. Import produktów rolno-żywnościowych wynosił 4 012,9 mln USD w 2003 oraz 14 313,0 mln EUR w 2013 roku.

Należy stwierdzić, iż przyczyn sukcesu polskiego eksportu rolno-żywnościowego jest wiele:

- posiadamy duży potencjał rolniczy, co pozwala, mimo ograniczenia produkcji w niektórych dziedzinach, na rosnącą podaż surowców żywnościowych, zarówno na rynek krajowy, jak i na eksport (mleka, mięsa, owoców i warzyw oraz przetworów z tych produktów),
- dysponujemy dobrze rozwiniętym przetwórstwem rolno-spożywczym, na skutek realizacji procesów modernizacyjno-inwestycyjnych, w tym jeszcze przed akcesją do UE,
- w Polsce funkcjonują dobrze rozwinięte prywatne przedsiębiorstwa handlu zagranicznego, ofensywnie „zdobywające” rynki zagraniczne, zarówno w zakresie eksportu, jak również importu rolno-żywnościowego.¹
- na konkurencyjność polskiego eksportu rolno-żywnościowego wpływają względnie niskie ceny skupu krajowych

¹ Przedsiębiorstwa te powstawały, rozwijały się i zdobywały doświadczenie handlowe już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Proces ten był spontaniczny i chaotyczny zarazem, co powodowało duże nieporozumienia i zamieszanie w zakresie m. in.: eksportu z Polski owoców miękkich na rynek Wspólnoty Europejskiej, na skutek sprzedaży tych produktów po bardzo niskich cenach, co nosiło miano tzw. konkurencji polsko-polskiej. Powodowało to ostre reakcje Komisji Europejskiej.

surowców rolnych, także służących do przetwórstwa oraz dobra jakość polskiej żywności. Konkurencyjność cenowa występuje ze względu na ciągle dość niską cenę pracy w polskim rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym. Utrzymywanie się (niekiedy „wymuszanie”) względnie niskich cen surowców rolnych jest możliwe ze względu na słabą pozycję producentów na tym rynku. Umożliwiają to również płatności bezpośrednie do dochodów rolniczych. Niski poziom skupu produktów jest „wymuszany” również przez import surowców rolno-żywnościowych na rynek krajowy (owoców i warzyw) i do przetwórstwa (mięsa oraz żywca). Istotnym przykładem tego jest import wieprzowiny, który wręcz ruguje produkcję krajową.

Celem artykułu jest analiza i ocena wzrostu obrotów (zwłaszcza eksportu), salda, struktury oraz kierunków polskiego handlu zagranicznego produktami rolno-żywnościowymi po akcesji do UE (ze szczególnym uwzględnieniem państw UE). Opracowanie ma charakter empiryczny i bazuje na danych statystycznych publikowanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

OBROTY I SALDO W HANDLU ZAGRANICZNYM PRODUKTAMI ROLNO-ŻYWNOCIOWYMI (2003 - 2013), OGÓŁEM ORAZ Z PAŃSTWAMI UE

Na podstawie danych, zawartych w tabeli 1, można stwierdzić, że pomiędzy 2004 a 2013 rokiem polski eksport rolno-żywnościowy wzrósł o:

- 389,0% ogółem do wszystkich krajów importujących z Polski,
- 423% ogółem na rynki państw unijnych,
- 400,0% na rynki „starych” państw unijnych (UE-15),
- 448,0% na rynki nowych państw unijnych (9 państw w 2004 r. oraz 12 państw w 2013 r.).

Dla porównania eksport rolno-żywnościowy z Polski na rynki Wspólnoty Niepodległych Państw (WNP) pomiędzy 2005 a 2013 rokiem wzrósł z 861,0 mln EUR do 2 194,0 mln EUR, a więc o 255,0%.

Widoczne jest, że polski eksport rósł relatywnie szybciej na rynki państw unijnych (zwłaszcza nowych państw członkowskich), niż na rynki państw pozaunijnych. Nowe państwa unijne to głównie dawne kraje objęte umową CEFTA (*Central European Free Trade Agreement*), które do momentu akcesji do UE (do 1 maja 2004 roku) utrzymywały relatywnie wysoki poziom ochrony swoich rynków rolno-żywnościowych.

Warto zauważyć, że już przed akcesją Polski, UE była głównym odbiorcą polskiego eksportu rolno-żywnościowego. Udział eksportu do UE wynosił w 2003 roku 52%. W 2004 roku wskaźnik ten wzrósł do 72,1% ze względu na wzrost eksportu na rynki nowych i „starych” państw członkowskich (UE-15). Udział polskiego eksportu na rynek UE-15 wzrósł pomiędzy 2003 a 2004 rokiem (w pierwszym roku akcesji) z 52,0% do 57,0%. Pomiedzy 2004 a 2013 rokiem udział polskiego eksportu rolno-żywnościowego ogółem na rynki państw unijnych wzrósł z 72,1% do **78,4%**, natomiast na rynki państw UE-15 z 57,0% do 58,5%, a więc w nieco mniejszym tempie.

Relacje pomiędzy eksportem, a importem w handlu z państwami unijnymi, w tym z nowymi państwami członkowskimi oraz z państwami pozaunijnymi (krajami trzecimi) w latach 2003-2013 przedstawia tabela 2.

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 2, zarówno z państwami unijnymi, jak i z krajami WNP mieliśmy w całym analizowanym okresie dodatnie i rosące saldo w handlu towarami rolno-żywnościowymi. Oznacza to stałą przewagę polskiego eksportu rolno-żywnościowego nad importem.

Ujemne saldo handlowe mieliśmy najczęściej z krajami trzecimi (np. z europejskiego ugrupowania – EFTA – *European Free Trade Association* oraz z ugrupowań amerykańskich, tj. NAFTA – *North American Free Trade Agreement*,

Tabela 1. Wartość polskiego eksportu rolno-żywnościowego w latach 2003-2013

Table 1. The value of Polish agri-food exports in 2003-2013

L.p.	Lata	Eksport ogółem (mln USD, mln EUR)	Eksport do UE (mln USD, mln EUR)	% udział	Eksport do UE-15 ogółem (mln USD, mln EUR)	% udział
1.	2003	4 518,6 USD	2 308,7 USD	52,0	2 308,7 USD	52,0
2.	2004	5 242,2 EUR	3 781,8 EUR	72,1	2 988,2 EUR	57,0
3.	2005	7 072,2 EUR	5 238,0 EUR	74,0	4 086,4 EUR	57,8
4.	2006	8 522,7 EUR	6 543,1 EUR	76,8	4 948,7 EUR	58,0
5.	2007	10 089,2 EUR	8 135,5 EUR	74,6	6 022,4 EUR	59,7
6.	2008	11 692,3 EUR	9 481,2 EUR	81,1	6 842,1 EUR	58,5
7.	2009	11 176,1 EUR	8 966,6 EUR	80,2	6 574,5 EUR	58,8
8.	2010	13 268,0 EUR	10 465,9 EUR	80,3	7 793,2 EUR	58,7
9.	2011	15 227,6 EUR	11 911,0 EUR	78,2	8 793,0 EUR	57,7
10.	2012	17 893,0 EUR	13 850,8 EUR	78,2	1 296,0 EUR	57,5
11.	2013	20 427,0 EUR	16 022,7 EUR	78,4	11 957,0 EUR	58,5

Źródło: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi – Biuletyn – *Handel zagraniczny towarami rolno-spożywczymi*, za lata 2003-2013 r. oraz obliczenia własne [1, 2, 3]

Source: The Polish Ministry of Agriculture and Rural Development - *Foreign trade in agri-food products in 2003-2013* [1, 2, 3]

Tabela 2. Saldo w polskim handlu zagranicznym produktami rolno-żywnościowymi w latach 2003-2013

Table 2. The balance of Polish foreign trade in agri-food products in the years 2003-2013

Lp.	Lata	Saldo w handlu ogółem (mln USD, mln EUR)	Saldo w handlu z UE ogółem (mln USD, mln EUR)	Saldo z UE-15 (mln USD, mln EUR)	Saldo z nowymi państwami UE (mln EUR)	Saldo z krajami trzecimi – WNP (mln EUR)
1.	2003	505,7 USD	218,3 USD	218,3 USD		
2.	2004	835,7 EUR	1 018,0 EUR	592,3 EUR	425,6 EUR (9 państw)	593,8 EUR
3.	2005	1 628,2 EUR	1 796,0 EUR	1 108,5 EUR	687,3 EUR (9 państw)	721,5 EUR
4.-	2006	2 093,3 EUR	2 513,1 EUR	1 509,5 EUR	1 003,6 EUR (9 państw)	676,7 EUR
5.	2007	2 018,7 EUR	2 697,2 EUR	1 465,0 EUR	1 232,4 EUR (12 państw)	649,1 EUR
6.	2008	1 414,8 EUR	2 289,2 EUR	723,0 EUR	1 566,2 EUR (12 państw)	788,9 EUR
7.	2009	2 079,5 EUR	2 651,5 EUR	1 137,6 EUR	1 513,8 EUR (12 państw)	776,3 EUR
8.	2010	2 574,5 EUR	3 181,1 EUR	1 532,2 EUR	1 648,9 EUR (12 państw)	1 072,9 EUR
9.	2011	2 599,2 EUR	3 088,7 EUR	1 273,0 EUR	1 816,0 EUR (12 państw)	1 360,9 EUR
10.	2012	4 336,0 EUR	4 548,0 EUR	2 487,0 EUR	2 061,0 EUR (13 państw)	1 357,0 EUR
11.	2013	6 115,0 EUR	6 066,0 EUR	3 478,0 EUR	2 588,0 EUR (13 państw)	1 674,0 EUR

Źródło: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi – Biuletyn – *Handel zagraniczny towarami rolno-spożywczymi*, za lata 2003-2013 r. oraz obliczenia własne [1, 2, 3]

Source: The Polish Ministry of Agriculture and Rural Development – *Foreign trade in agri-food products in 2003-2013* [1, 2, 3]

MERCOSUR – *Southern Common Market* i innymi). Dla przykładu, w 2013 roku ujemne saldo w handlu z tymi ugrupowaniami wynosiło: -530,0 mln EUR (EFTA), -92,0 mln EUR (NAFTA), -766,0 mln EUR (MERCOSUR), -237,0 mln EUR (inne kraje).

Pomiędzy 2004 a 2013 rokiem dodatnie saldo w handlu towarami rolno-żywnościowymi wzrosło o:

- 732,0% w handlu rolno-żywnościowym ogółem,
- 596,0% w handlu z UE; wskaźnik ten jest niższy niż wskaźnik w handlu ogółem, ponieważ już w 2004 roku dodatnie saldo handlowe z UE było, jak widać na podstawie tabeli 2, znacznie wyższe niż w handlu ogółem,
- 587,0% w handlu z państwami UE-15,
- 608,0% w handlu z nowymi państwami UE. Tempo wzrostu dodatniego salda w handlu z nowymi państwami UE jest wyższe niż ze „starymi” państwami unijnymi (UE-15). Świadczy to o większej konkurencyjności polskiego eksportu rolno-żywnościowego na te rynki niż na rynki „starych” państw unijnych. Z tego względu, polski eksport na te rynki będzie w najbliższej przyszłości rósł szybciej niż na rynki państw UE-15,
- 282,0% w handlu z krajami WNP. Warto podkreślić, że tempo wzrostu wartości polskiego eksportu rolno-żywnościowego na rynki krajów WNP było wcześniej niższe niż eksportu ogółem i na rynki państw unijnych.

STRUKTURA EKSPORTU W ZAKRESIE GŁÓWNYCH GRUP PRODUKTÓW ROLNO-ŻYWNOŚCIOWYCH (2004-2013), OGÓŁEM ORAZ Z PAŃSTWAMI UE

Omawianą strukturę polskiego eksportu rolno-żywnościowego przedstawia tabela 3 (na następnej stronie).

Na podstawie danych zawartych w tabeli 3 można stwierdzić, że nastąpił:

- spadek eksportu zwierząt żywych, zwłaszcza na rynek unijny,
- wzrost eksportu przetworzonych produktów zwierzęcych, średnio o ok. 400,0%, zwłaszcza na rynek unijny; w szybszym tempie wzrastał eksport mięsa i podrobów niż produktów mlecznych,
- wzrost eksportu ryb i przetworów o ponad 250%,
- wzrost eksportu nasion roślin oleistych, owoców, warzyw i kwiatów, w tym owoców i kwiatów na rynki pozaunijne,
- bardzo duży wzrost eksportu olejów i tłuszczów roślinnych (ok. 1000,0%), dwukrotny wzrost eksportu cukru i melasy oraz wyrobów cukierniczych, zwłaszcza na rynek unijny,
- ok. 1,5-krotny wzrost eksportu przetworów owocowych (głównie na rynek unijny), przy stabilizacji eksportu przetworów warzywnych (8,3%) przy spadku eksportu do UE,

Tabela 3. Zmiany w strukturze polskiego eksportu rolno-żywnościowego w latach 2004-2013

Table 3. Changes in the structure of Polish agri-food exports in 2004-2013

L.p.	Grupy towarowe	Eksport ogółem – 2004 r. (mln EUR)	Eksport ogółem – 2013 r. (mln EUR)	Wzrost/spadek eksportu ogółem: 2004-2013 r.	Eksport do UE – 2004 r. (mln EUR)	Eksport do UE – 2013 r. (mln EUR)	Wzrost/spadek eksportu do UE: lata 2004-2013
1.	Zwierz. żywe (CN 01)	221,0	187,0	spadek 15,4%	173,0	102,0	spadek 43,1%
2.	Konie (CN 0101)	38,2	18,7	spadek 51,1%	36,7	16,8	spadek 44,3%
3.	Bydło (CN 0102)	149,7	67,0	spadek 55,3%	123,9	59,8	spadek 51,8%
4.	Produkty przetworzone – zwierzęce (CN 0201 – CN 0210, CN 0401 – CN 0406)	1 319,2	4 994,0	Wzrost 378,5%	930,7	3 787,1	Wzrost 407,0%
5.	Mięso czerwone i podroby (CN 0201 – CN 0206)	362,3	2013,8	Wzrost 555,8%	239,8	1 406,8	Wzrost 586,6%
6.	Mięso drobiowe i podroby (CN 0207)	242,2	1 117,3	Wzrost 461,3%	213,0	1 005,4	Wzrost 472,0%
7.	Ryby i przetwory i inne (CN 0301 – CN 0308)	370,8	968,1	Wzrost 261,0%	320,5	899,4	Wzrost 281,0%
8.	Mleko, śmietana i inne (CN 0401 – CN 0404)	303,6	814,1	Wzrost 268,1%	194,2	523,0	Wzrost 269,3%
9.	Sery i twarogi	191,0	691,8	Wzrost 362,1%	132,9	462,2	Wzrost 347,8%
10.	Nasiona oleiste (CN 1204 – CN 1207)	63,5	336,3	Wzrost 529,6%	48,2	311,0	Wzrost 645,2%
11.	Owoce świeże (CN 0801 – CN 0810)	210,0	727,3	Wzrost 346,1%	127,9	206,0	Wzrost 161,0%
12.	Warzywa świeże (CN 0701 – CN 0709)	229,4	598,7	Wzrost 260,9%	196,6	410,0	Wzrost 208,5%
13.	Kwiaty i inne (CN 0601 – CN 0604)	64,6	140,7	Wzrost 217,8%	51,0	99,3	Wzrost 194,7%
14.	Oleje i tłuszcze roślinne (CN 1507 – CN 1515)	38,0	351,3	Wzrost 1003,7%	33,4	330,0	Wzrost 988,0%
15.	Cukier i melasa (CN 1701 – CN 1703)	184,3	360,2	Wzrost 195,4%	138,4	299,4	Wzrost 216,3%
16.	Wyroby cukiernicze (CN 1704, CN 1806)	626,2	1 297,2	Wzrost 207,1%	452,2	790,0	wzrost 174,7%
17.	Przetwory z owoców (CN 2006 – CN 2009)	527,2	746,2	Wzrost 141,5%	455,1	664,7	Wzrost 146,0%
18.	Przetwory z warzyw (CN 2001 – CN 2005)	332,0	359,8	wzrost 8,3%	232,4	189,5	spadek 18,5%
19.	Kawa, kakao, herbata i przyprawy (CN 0901 – CN 0910)	131,6	422,9	Wzrost 321,3%	79,1	355,1	Wzrost 448,9%
20.	Tytoń i wyroby (CN 2401 – CN 2403)	128,4	1 533,9	Wzrost 1194,6%	53,7	1 392,4	Wzrost 2 593,0%
21.	Alkohole i napoje alkoholowe (CN 2203 – CN 2208)	81,4	320,7	Wzrost 394,0%	29,1	234,5	Wzrost 805,8%
22.	Wody (CN 2201 – CN 2202)	72,0	239,5	Wzrost 332,6%	61,1	187,1	Wzrost 306,2%

Źródło: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi – Biuletyn – *Handel zagraniczny towarami rolno-spożywczymi*, za lata 2003 – 2013 r. oraz obliczenia własne [1, 2, 3]

Source: The Polish Ministry of Agriculture and Rural Development - *Foreign trade in agri-food products in 2003-2013* [1, 2, 3]

- duży wzrost eksportu kawy (kakao, herbaty i przypraw) – ok. 450%, głównie na rynek unijny,
- niezwykle duży wzrost eksportu tytoniu i wyrobów (ponad 1 000,0%), głównie na rynek unijny (wzrost ponad 2 500,0%),
- duży wzrost eksportu alkoholu i napojów alkoholowych (ok. 400,0%), zwłaszcza na rynek unijny (wzrost ponad 800,0%),
- duży wzrost eksportu wód (ponad 300,0%), w tym na rynek unijny.

Uogólniając można stwierdzić, że nadal jesteśmy eksporterem mięsa i przetworów (oraz ryb i przetworów), a ponadto mleka i jego przetworów. Wartość eksportu tych produktów wynosi prawie 6,5 mld EUR.

Jesteśmy także eksporterem owocowo-warzywnym (świeże owoce i warzywa oraz przetwory). Wartość tego eksportu (uwzględniając również kwiaty) wynosi ponad 3,0 mld EUR.

Liczącymi się pozycjami w naszym eksporcie rolno-żywnościowym są: cukry i wyroby cukiernicze (ponad 1,5 mld EUR), tytoń i wyroby tytoniowe (ponad 1,5 mld EUR) oraz przetwory zbożowe (ponad 1,0 mld EUR).

GŁÓWNE KIERUNKI EKSPORTU ROLNO-ŻYWNOŚCIOWEGO; WYBRANE KRAJE UNIJNE I POZAUNIJNE

Do największych odbiorców polskiego eksportu rolno-żywnościowego należy (dane z roku 2013) 8 państw unijnych i 2 kraje pozaunijne. Są to:

1. Niemcy – 4 711,6 mln EUR polskiego eksportu (23,0% całego polskiego eksportu rolno-żywnościowego).
2. Wielka Brytania – 1 545,0 mln EUR (7,5%),
3. Rosja – 1 257,8 mln EUR (6,1%),
4. Czechy – 1 240,2 mln EUR (6,1%),
5. Francja – 1 194,0 mln EUR (5,8%),
6. Włochy – 1 065,0 mln EUR (5,2%),
7. Holandia – 1 059,0 mln EUR (5,2%),
8. Słowacja – 716,1 mln EUR (3,5%),
9. Węgry – 540,3 mln EUR (2,6%),
10. Ukraina – 457,5 mln EUR (2,2%).²

Polski eksport do tych krajów wyniósł łącznie w 2013 roku 13 786,5 mln EUR, co stanowiło 67,5% wartości całego polskiego eksportu rolno-żywnościowego. Ze wszystkimi wymienionymi krajami, poza Holandią, odnotowaliśmy w tym roku dodatnie saldo handlowe (z Holandią wyniosło ono minus 112,0 mln EUR).

W związku z naturalnym kurczeniem się nisz handlowych dla polskiego eksportu rolno-żywnościowego, a ponadto z restrykcjami handlowymi ze strony rosyjskiej, polski eksport (np.: jabłek, mięsa) lokowany jest na dalszych rynkach pozaeuropejskich, w tym azjatyckich. Jest to eksport mniej opłacalny ze względu na większe koszty (np. transportowe) i niższe ceny zbytu. Wydaje się, że eksport na te rynki będzie miał trwały charakter w dającej przewidzieć się perspektywie czasu.

WNIOSKI

Przeprowadzona w artykule analiza pozwala na stwierdzenie:

1. Po dziesięciu latach od akcesji Polski do UE, polski eksport rolno-żywnościowy nadal wykazuje tendencję do wzrostu (wartości i wolumenów poszczególnych grup produktów) oraz rozwoju, o czym świadczy zmiana jego struktury. Jest to możliwe ze względu na duży potencjał produkcyjny polskiego rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego, względnie niskie ceny zbytu produktów rolno-żywnościowych, ale również ze względu na dobrą jakość polskiej żywności oraz dużą aktywność i sprawność podmiotów handlu zagranicznego. Uwarunkowania te pozwalają to na stałe zwiększanie eksportu na dotychczasowe rynki zbytu oraz na zdobywanie nowych rynków. W latach 2004-2013 polski eksport rolno-żywnościowy rósł najszybciej na rynku unijnym, zwłaszcza na rynkach nowych państw członkowskich (tabela 1).
2. Najważniejszymi partnerami handlowymi w zakresie handlu zagranicznego produktami rolno-żywnościowymi są państwa unijne (odbiorcy ponad 75,0% eksportu). Wyróżniają się tu Niemcy, które odbierają ponad 20,0%

polskiego eksportu rolno-żywnościowego. Eksport na rynki unijne jest bardzo opłacalny zarówno ze względu na atrakcyjne ceny zbytu, jak i niskie koszty eksportu – głównie transportowe.

3. Istotą wzrostu i rozwoju polskiego handlu zagranicznego produktami rolno-żywnościowymi jest jego dodatnie i stale rosnące (od 2003 roku) saldo handlowe. Stopa wzrostu tego salda w latach 2004 - 2013 wyniosła dla różnych grup państw kilkaset procent a dla większości ponad 500,0% (tabela 2). Świadczy to o dużej konkurencyjności i efektywności tego handlu. Import rolno-żywnościowy do Polski, jakkolwiek mniejszy od eksportu, dotyczy bardzo wielu surowców i półproduktów dla przemysłu rolno-spożywczego. Stanowi to o względnie dużej importochłonności polskiego eksportu, co z jednej strony - stymuluje jego wzrost, a z drugiej – konkuruje z krajową produkcją surowców żywnościowych, wymuszając w niektórych przypadkach jej kurczenie się. Znaczącym tego przykładem, wobec którego polska administracja rolna jest bezradna, jest import żywca i mięsa wieprzowego.
4. Jak wykazuje analiza na podstawie danych tabeli 3, stopy wzrostu eksportu (w latach 2004-2013) głównych grup towarowych, różnią się. Wzrost eksportu był kilkaset procentowy, a nawet wyniósł ponad 2 500,0% w przypadku tytoniu i wyrobów tytoniowych. Nadal jednak jesteśmy eksporterem mięsnym (w tym rybnym), mlecznym i owocowo-warzywnym. W analizowanym okresie wzrósł również istotnie eksport takich grup towarowych jak: cukry i wyroby cukiernicze, tytoń i wyroby, przetwory zbożowe.
5. Spośród dziesięciu największych odbiorców polskiego eksportu rolno-żywnościowego, osiem to państwa unijne, dwa to kraje WNP. Eksport na rynki tych państw/krajów stanowił w 2013 roku 67,5% całego polskiego eksportu rolno-żywnościowego.
6. Wnioski z analizy polskiego handlu rolno-żywnościowego, zwłaszcza eksportu i salda, są optymistyczne. Wydaje się jednak, że jeżeli w przyszłości wsparcie dochodowe rolnictwa (płatności bezpośrednie) ulegnie zmniejszeniu, to ulegnie obniżeniu konkurencyjność polskiego eksportu rolno-żywnościowego. Utrzymanie dochodów rolniczych na dotychczasowym poziomie wymagałoby zwiększenia cen zbytu produktów rolnych, a to byłoby jednoznaczne z obniżeniem konkurencyjności i opłacalności eksportu.

LITERATURA

- [1] GRUCHELSKI M., NIEMCZYK J. 2011. *Rozwój polskiego handlu zagranicznego żywnością na tle handlu unijnego*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Nr 2/2011.
- [2] GRUCHELSKI M., NIEMCZYK J. 2012. *Unijny handel zagraniczny żywnością w państwach członkowskich po rozszerzeniu UE w 2004 roku*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie. Nr 2/2012.
- [3] **Handel zagraniczny towarami rolno-żywnościowymi, za lata 2003-2013 r.**, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2013.

² Obliczono na podstawie danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi – *Handel zagraniczny towarami rolno-spożywczymi w 2013 roku* (wersja internetowa z lutego 2015 r.).

Dr inż. Małgorzata KOWALSKA
Katedra Chemii
Dr inż. Magdalena PAŹDZIOR
Katedra Wzornictwa, Technologii Obuwia i Odzieży
Wydział Materiałoznawstwa Technologii i Wzornictwa
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

ZASTOSOWANIE DIAGRAMU ISHIKAWY JAKO NARZĘDZIA DOSKONALENIA JAKOŚCI PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH®

Application of Ishikawa diagram as quality improvement tool of food products®

W artykule zaprezentowano możliwość zastosowania diagramu przyczynowo skutkowego Ishikawy do rozwiązywania problemów doskonalenia jakości podczas wytwarzania wyrobów spożywczych na przykładzie produkcji suszu jabłkowego. Zdefiniowano kategorie przyczyn oraz przyczyny główne i podprzyczyny dla konkretnego skutku, rozumianego jako wada wyrobu.

Wskazano na fakt, że doskonalenie jakości suszu w procesie jego produkcji powinno skupić się na usuwaniu czynników, które składają się na zidentyfikowane główne kategorie ich przyczyn.

In this work the possibility of use of causality Ishikawa diagram to solve problems of quality improvement during manufacturing of food products on the example of the production of dried apple was presented. The categories of causes and main reasons for the specific effect, recognized as a defect of the product were shown.

It was pointed that the improvement of the quality of dried apple production during its management should be focused on eliminating factors that make up the main categories identified their causes.

WPROWADZENIE

Skuteczne działania doskonalące w obszarze poprawy jakości produktów spożywczych możliwe są m.in. dzięki efektywnemu identyfikowaniu oraz rozwiązywaniu problemów w toku produkcji. Definiowanie problemów jest wstępnym etapem procesu ich rozwiązywania i zależy od celów, do których dąży decydent oraz wymaga na ogół zastosowania technik twórczego myślenia oznaczających rozbięcie i zmianę dotychczasowej struktury wiedzy dotyczącej danego zjawiska [9]. Na ogół problem z zakresu utrzymania pożądanego poziomu jakości produktów spożywczych można zdefiniować jako sytuację nawarstwienia się wielu zdarzeń, nie zawsze o jednoznacznym charakterze.

Do rozwiązania zidentyfikowanego problemu konieczne jest myślenie produktywne. W tym celu skuteczne okazuje się zastosowanie technik analitycznych, które pozwalają na rozłożenie danego problemu (skutku) na elementy składowe oraz uporządkowanie posiadanych informacji (lub pozyskania nowych) uwzględniając jego charakter, stopień złożoności, horyzont czasowy występowania, miejsce powstania w strukturze organizacji [11].

Definiowanie problemów zaburzających zaplanowaną jakość finalną produktów spożywczych jest podstawą zrozumienia wszystkich warunków generujących powstawanie problemu oraz sformułowania hipotezy odnoszącej się do przyczyn jego powstawania. W procesie rozwiązywania problemów, kadra kierownicza przedsiębiorstwa może wykorzystać szereg technik – narzędzi doskonalenia jakości [12].

Wykrywanie oraz usuwanie problemów jakościowych w toku produkcji, to główny aspekt kontroli jakości procesu produkcyjnego prowadzony w celu dostarczenia konsumentom wyrobów o preferowanych właściwościach [2]. Przy rozwiązywaniu problemów praktycznie jedynym właściwym podejściem jest myślenie systemowe ukierunkowane na podejmowanie decyzji w oparciu o fakty i dane charakteryzujące się naukowym i logicznym podejściem.

W niniejszym artykule zaproponowano zastosowanie jednego z narzędzi myślenia systemowego – diagramu Ishikawy w procesie doskonalenia jakości produktu spożywczego, tj. suszu owocowego z jabłek. Susz jabłkowy to cenny składnik tzw. żywności wygodnej, wytwarzanej w formie produktu gotowego jako chipsy owocowe oraz jako dodatek do innych produktów spożywczych, np.: jogurtów, płatków śniadaniowych, pieczywa czy batoników czekoladowych. Suszone jabłka cieszą się obecnie wzrastającą popularnością na rynku przetworów owocowych [6].

Celem artykułu jest identyfikacja przyczyn (ujawniającego się okazjonalnie zjawiska) zapiekania suszu z jabłek u jednego z polskich producentów tego produktu, z wykorzystaniem systemowego narzędzia zarządzania jakością – diagramu przyczynowo-skutkowego Ishikawy.

MATERIAŁ I METODY

Proces suszenia jest tradycyjną techniką przetwórstwa żywności [13]. Jakość suszonych produktów w zasadniczym stopniu zależy od warunków i parametrów procesu.

Zastosowanie optymalnych parametrów suszenia: sposobu dostarczenia ciepła, poziomu temperatury procesu, szybkości przepływu powietrza suszącego istotnie decyduje o zmianach strukturalnych otrzymanego produktu, tj. o jego barwie, aromacie i zawartości składników odżywczych. W procesie suszenia zachowane zostają wszelkie cenne dla zdrowia wartości, tj.: witaminy i minerały.

Na jakość produktu finalnego mają wpływ wszystkie procesy, operacje, czynności jakim poddawane są owoce w toku produkcji suszu. Dla konsumentów oprócz walorów smakowych równie istotne jest wrażenie wizualne, barwa i forma. Na kształtowanie się barwy przetworzonych produktów roślinnych mają wpływ występujące w nich związki polifenolowe [8].

Surowce owocowe przeznaczone do produkcji suszu podlegają operacjom wstępnym związanym z mechanicznym czyszczeniem i myciem owoców, sortowaniem ich według wielkości, obieraniem (tylko dla produktów bez skórki), wydrążaniem oraz krojeniem (stosowane zależnie od gatunku owocu i wymagań klientów). Przechowywanie obranych i pokrojonych jabłek w roztworze siarczynu sodu o stężeniu 1-3% lub rozworach SO_2 o stężeniu około 1% zapobiega ich brunatnieniu enzymatycznemu. W trakcie suszenia tylko nieznaczna ilość SO_2 ulega reakcji ze składnikami owoców, większość ulega ulotnieniu lub utlenieniu. Następnie jabłka przechodzą przez tunel suszarniczy, są sitowane i ewentualnie dodatkowo cięte na kaskę, mielone na pył lub płatkowane.

Aby zmniejszyć zapotrzebowanie na energię i obniżyć koszty produkcji wstępnej metody utrwalania owoców można zastosować odwadnianie osmotyczne. Otrzymywany produkt w efekcie tego procesu nie jest jednak stabilny, nie może być długo przechowywany i aby zapewnić pełne bezpieczeństwo produktu, tę technologię należy łączyć z suszeniem [10].

Podczas procesu suszenia, na jabłka działa wiele czynników, które wymagają bieżącej kontroli. Do parametrów, na które należy zwrócić szczególną uwagę należą temperatura suszenia, wilgotność suszenia, szybkość i kierunek przepływu powietrza oraz sposób dostarczenia ciepła.

W ostatnich latach obserwuje się tendencję do łączenia metody suszenia konwekcyjnego i mikrofalowego. Tkanka jabłka w czasie suszenia konwekcyjno – mikrofalowego jaśnieje w porównaniu do tkanki nie suszonej. Wraz ze wzrostem temperatury powietrza i mocy mikrofal jasność tkanki obniża się, o czym świadczy zmiana potencjału brązowienia. Susz otrzymany przy niższej mocy mikrofal wykazuje większe zmiany barwy w porównaniu z jabłkiem surowym [8].

Proces produkcji suszu, kończą operacje wstępnego sortowania oraz sortowania właściwego połączone np. z kontrolą jakości przy zastosowaniu detektora metali, a następnie konfekcjonowaniem w opakowania zależnie od wymagań odbiorców.

Jakość owoców przetworzonych w postaci suszu charakteryzują takie parametry jak: skład chemiczny, struktura, aktywność biologiczna, zawartość substancji odżywczych i witamin oraz wyróżniki sensoryczne: tekstura, barwa, zapach, wygląd trwałość i możliwość odtworzenia. Zachodzące podczas suszenia niepożądane zmiany można ograniczać poprzez optymalny dobór parametrów procesu oraz prawidłowe

wstępne przygotowanie surowca. Stosowanie odpowiednio dobranego sposobu obróbki zwiększa efektywność procesu oraz prowadzi do uzyskania założonego poziomu jakościowego produktu [1, 4].

Wymagania jakościowe dla suszonych owoców wyszczególnione są w normie PN-A-77608:1997. Produkty owocowe. Jabłka, gruszki, wiśnie suszone [7]. Dla każdej z trzech klas jakościowych produktów określono wymagania organoleptyczne, fizyczne, chemiczne i mikrobiologiczne. A. Lempka [5] podaje jako istotne poniższe wskaźniki jakościowe:

- dla jabłek obieranych wymagana barwa jasnokremowa lub kremowa, bez plam,
- dla jabłek nieobieranych w zależności od odmiany skórka barwy zielonej lub zielonoszarej, miąższ kremowy,
- konsystencja owoców elastyczna niełamiwa, miąższ nie zlepiający się przy ucisku, zapach i smak właściwy dla gatunku owoców suszonych, bez zapachów obcych,
- wilgotność dla suszu z jabłek i gruszek 17%.

Na stronach internetowych producentów suszu są na ogół również wyspecyfikowane parametry z zakresu charakterystyki fizykochemicznej tego produktu. Wymieniane kryteria jakościowe są zróżnicowane pod względem poziomów ilościowych dla poszczególnych parametrów, co wydaje się oczywistym w aspekcie statusu dobrowolnego stosowania normy [7]. Istotne jest jednak, ażeby producent suszu tak zaprojektował swój produkt, aby spełniał on oczekiwania konsumentów i nie szkodził ich zdrowiu.

Istotą przeprowadzonych badań było zidentyfikowanie czynników obniżających jakość produktu gotowego (suszu jabłkowego) jednego z polskich producentów. Firma zapewnia wysoką jakość produkcji poprzez ciągłe szkolenie pracowników oraz przestrzeganie przepisów systemu BRC, HACCP i GMP.

Skład surowcowy materiału badawczego stanowiły wysuszone jabłka i dwutlenek siarki (max 300 ppm). Wstępną ocenę procesu suszenia przeprowadzono organoleptycznie. Susz nie powinien wykazywać oznak łamliwości, a przy przesypywaniu powinien wydawać charakterystyczny szelest.

Jakość procesu produkcji suszu jabłkowego jest zależna od wielu aspektów wynikających z jakości surowca oraz doboru parametrów przetwórczych i zastosowanej technologii suszenia (konwekcyjna, mikrofalowo-konwekcyjna lub promiennikowo-konwekcyjna). Do analizy związków przyczynowo skutkowych stosowano diagram Ishikawy, który mimo że należy do tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, jest szczególnie pomocny w badaniu ewentualnych problemów w różnych przekrojach i o różnym stopniu szczegółowości (rys. 1.). Diagram ten ze względu na swoją budowę i kształt jest nazywany schematem jodełkowym lub schematem rybiej ości.

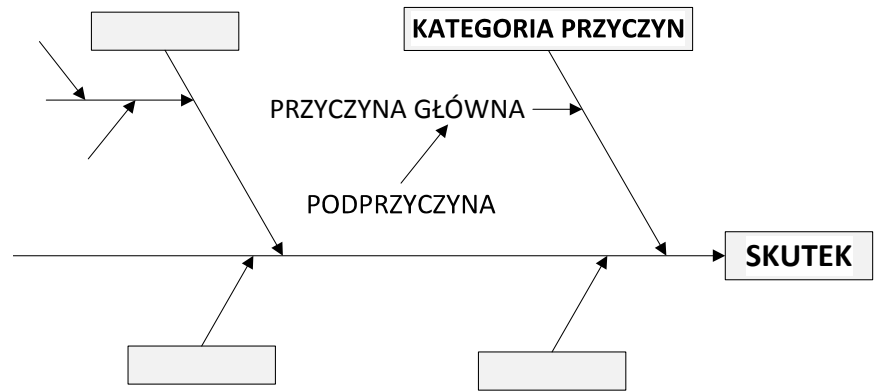
Przy opracowywaniu diagramu zastosowano tzw. podejście 5M, według którego najważniejsze grupy czynników są związane z: człowiekiem (ang. Man), maszyną (ang. Machine), metodą (ang. Method), materiałem (ang. Material) oraz środowiskiem i zarządzaniem (ang. Management). Bywa, że ten zestaw uzupełniany jest przez dodatkową kategorię

przyczyn głównych, tj. szóstą (6M) – pomiar (ang. Measurement) [3].

METODYKA BADAŃ

W trakcie wytwarzania suszu możliwe jest wystąpienie szeregu czynników zakłócających jakość tego procesu, a w konsekwencji ujawnienie się problemu – zjawiska, które ma wpływ na obniżenie jakości finalnej produktu. Na podstawie analizy najczęściej pojawiających się problemów występujących w procesie produkcji suszu jabłkowego u jednego z jego polskich producentów zidentyfikowano i uszeregowano czynniki wpływające na pojawiające się zjawisko zaskorupienia produktu, które znacząco obniża zaplanowaną jakość produktu.

Opracowanie diagramu Ishikawy realizowano w kolejnych etapach związanych z określeniem przyczyn głównych (ogólnych), a następnie ich uszczegółowienie poprzez określenie czynników drugorzędnych (przyczyn szczegółowych) oraz wytypowanie czynnika krytycznego, najsilniej oddziałującego na wynik obniżający jakość rozpatrywanego procesu. Przy wypełnianiu diagramu wykorzystano schemat „burzy mózgow”. W kilkuosobowej grupie, którą stanowili Pełnomocnik ds. Jakości, technolog, operator tunelu suszarniczego oraz przedstawiciel strategicznego odbiorcy suszu, losowo zgłaszano kolejne pomysły powodów występowania zjawiska zapiekania suszu. Spośród mnogości zapisów wyodrębniono te, które mają istotnie coś wspólnego z rozwiązywanym problemem. Budowę dia-



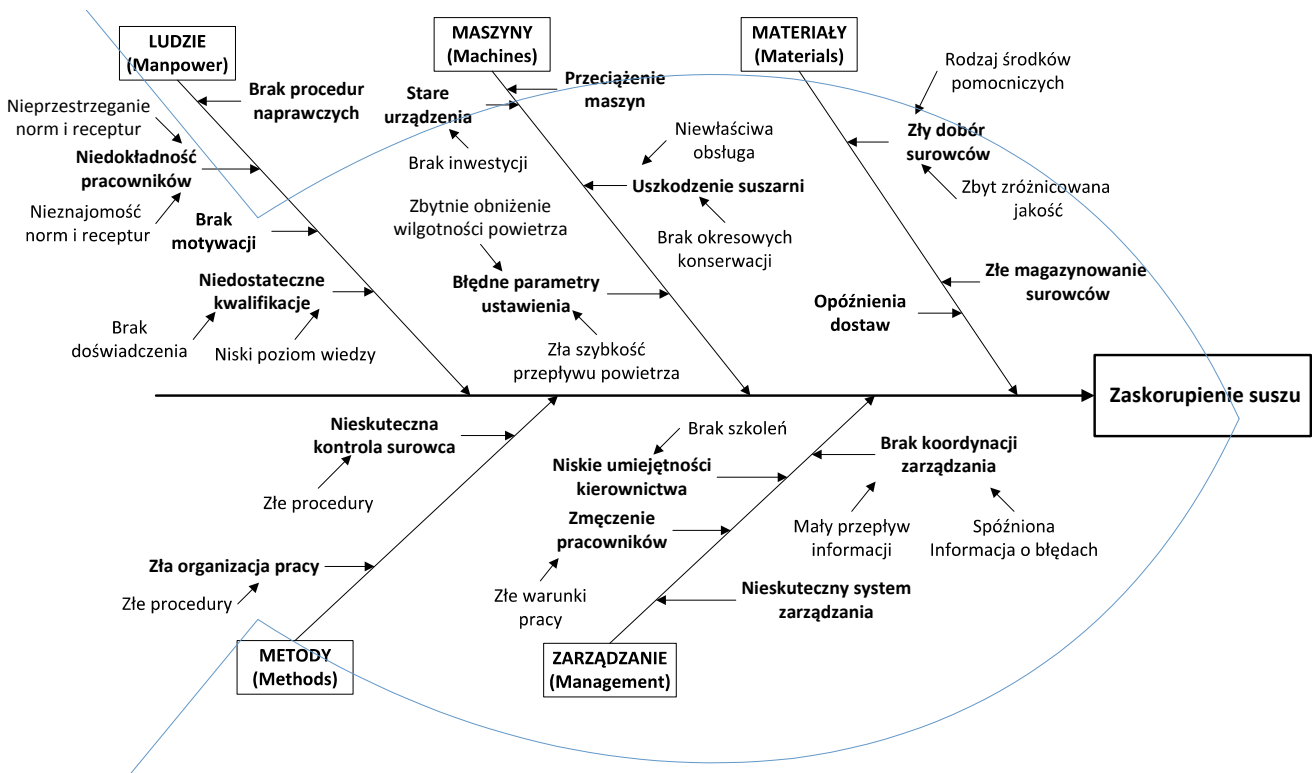
Rys. 1. Schemat diagramu Ishikawy.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [13]

Fig. 1. Ishikawa diagram.

Source: Own study based on [13]

gramu rozpoczęto od jasnego zdefiniowania aktualnego problemu dotyczącego jakości suszu, który stanowi na rys. 1. „głowę ryby”. Następnie określono istotne grupy czynników przyczyniających się do powstawania rozważanej wady produkcyjnej i zapisano je na osiach dochodzących do osi głównej diagramu. Kolejnym etapem było określenie czynników drugorzędnych, które stanowią rozwinięcie zidentyfikowanych grup czynników głównych. W zasadzie nie ma ograniczeń co do ich liczby. Jednak ze względu na przejrzystość diagramu wytypowano tylko te najistotniejsze, a dodatkowo wskazano czynniki trzeciorzędowe – podprzyczyny. Na rys. 2. zaprezentowano sporządzony diagram.



Rys. 2. Diagram przyczynowo skutkowy dla wady jakościowej suszu jabłkowego.

Źródło: Badania własne

Fig. 2. Cause and effect diagram for qualitative defect of dried apples.

Source: Own study

OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Wypełnienie diagramu Ishikawy doprowadziło do uszeregowania czynników wpływających na zjawisko zaskorupienia i zapiekania suszu jabłkowego, które okazjonalnie występowało w zakładzie. Wytypowane przyczyny główne i podprzyczyny wskazują kierunki pojęcia działań doskonalących jakość produkcji oraz ułatwiają rozwiązanie problemu począwszy od jego pojawienia się poprzez przyczyny.

Zaprezentowany diagram można analizować dwukierunkowo:

- od osi głównej (poziomej) w kierunku „ości” – uzyskując odpowiedzi na pytanie: dlaczego ujawnia się w toku produkcji omawiana wada produkcyjna suszu?,
- od poszczególnych podprzyczyn i przyczyn w kierunku osi głównej („grzbietu ryby”) – uzyskując odpowiedź na pytanie: jaki to przynosi skutek?

Kluczowymi parametrami właściwego procesu suszenia są temperatura suszenia, wilgotność suszenia, oraz szybkość przepływu powietrza. Oczywiście nie bez znaczenia jest wzajemny dobór tych parametrów w aspekcie zaprezentowanych kategorii głównych diagramu 5M. W efekcie wzajemnej analizy zidentyfikowanych przyczyn rozważanego skutku stwierdzono, że **obniżenie wilgotności powietrza przy jednoczesnym wzroście jego szybkości przepływu powoduje zapiekanie i zaskorupienie produktu**. Konsekwencją tych ustaleń była powtórna analiza doboru optymalnych parametrów suszenia oraz przeprowadzenie dodatkowego przeglądu technicznego ze szczególnym uwzględnieniem kontroli pracy elementów grzewczych (nagrzewnic) i recyrkulacji powietrza.

W wyniku analizy przyczynowo-skutkowej występującego losowo podczas produkcji błędu produkcyjnego oprócz wykrycia jego przyczyn bezpośrednich ujawniono również przyczyny pośrednie związane z błędami w zarządzaniu zakładem (Management). **Za szczególnie istotne uchybienie uznano błędy w przepływie informacji pomiędzy poszczególnymi komórkami organizacyjnymi, brak informacji zwrotnej oraz co najistotniejsze opóźnienia w dostarczeniu informacji o pojawiającym się problemie**. Postanowiono wprowadzić zmiany usprawniające w obszarze metod zarządzania (Methods) zwiększając częstotliwość okresowych przeglądów maszyn oraz wprowadzając konieczność przekazywania informacji o ewentualnych niezgodnościach w toku produkcji przez operatora tunelu (oprócz, jak dotychczas do bezpośredniego przełożonego) dodatkowo do Pełnomocnika ds. Jakości.

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionej w pracy analizy stwierdzono, że doskonalenie jakości produktów spożywczych jest odzwierciedleniem dążeń producentów do dostarczenia konsumentom wyrobów zdrowych, bezpiecznych oraz spełniających ich preferencje. Potwierdzono, że producenci mają do dyspozycji szereg narzędzi zarządzania jakością.

Diagram Ishikawy pozwala na systemowe ujęcie i uszeregowanie czynników powodujących określony skutek. Opracowanie diagramu oraz przeprowadzona analiza ujawniającego

się błędu produkcyjnego obniżającego jakość suszu jabłkowego pozwoliła na identyfikację jego bezpośrednich przyczyn oraz wskazała w organizacji miejsca doskonalenia. Ponadto potwierdziła zasadność stosowania tego rodzaju narzędzi w doskonaleniu jakości produktów spożywczych.

LITERATURA

- [1] **BAKIER S. 2002.** *Ocena wpływu obróbki wstępnej na efektywność suszenia jabłek*. Inżynieria Rolnicza, 9, 9-15.
- [2] **CHEN C.C., ZHANG Q. 2014.** *Applying quality function deployment techniques in lead production project selection and assignment*. Advanced Materials Research, 945, 2954-2959.
- [3] **HAMROL M., MANTURA W. 2008.** *Zarządzanie jakością z przykładami*. Warszawa, PWN.
- [4] **JANOWICZ M. 2002.** *Znaczenie wybranych operacji wstępnych w utrwalaniu żywności za pomocą suszenia*. Przemysł Spożywczy, 10 (56), 6-11.
- [5] **LEMPKA A. 1986.** *Towaroznawstwo produktów spożywczych*. Warszawa. PWE.
- [6] **MANIAK B., WÓJCIK W., DOBRZAŃSKI JR. B., RYBCZYŃSKI R. 2007.** *Powłoki chitozanowe w produkcji suszu jabłkowego. Właściwości Fizyczne Suszonych Owoców i Produktów Spożywczych*. Komitet Agrofizyki PAN, Lublin, Wyd. Naukowe FRNA, 15-33.
- [7] **PN-A-77608:1997.** *Produkty owocowe. Jabłka, gruszki, wiśnie suszone*.
- [8] **RZĄCA M., WITROWA-RAJCHERT D. 2007.** *Wpływ techniki suszenia na właściwości optyczne suszu jabłkowego*. Acta Agrophysica, 10 (2), 445-453.
- [9] **SZCZEPAŃSKA K. 1999.** *Techniki menedżerskie w TQM*. Warszawa, Wydawnictwa Normalizacyjne ALFA-WERO.
- [10] **SZPARAGA A., DYMKOWSKA-MALESA M., WESOŁOWSKI A. 2014.** *Odwadnianie osmotyczne w technologii utrwalania owoców i warzyw*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 97-101.
- [11] **TADIĆ D., MISITA M., MILANOVIC D.D., DJUKIC T., SENUSSI G. 2014.** *A novel approach to process improvement in small and medium manufacturing enterprises Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B*. Journal of Engineering Manufacture, 228 (5), 777-789.
- [12] **WALASEK T.A., KUCHARCZYK Z., MORAWSKA-WALASEK D., CZEWCZYK K. 2014.** *Quality management in e-courses*. International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning, 24 (1), 6-21.
- [13] **WU L., SANGUANSRI L., AUGUSTIN M.A. 2015.** *Processing treatments enhance the adsorption characteristics of epigallocatechin-3-gallate onto apple pomace*. Journal of Food Engineering, 150, 75-81.

Doc. dr Roman GORYSZEWSKI
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie
Dr Elżbieta KOTOWSKA
Politechnika Warszawska

U ŹRÓDEŁ TEORII I PRAKTYKI FINANSÓW PUBLICZNYCH

Część VI

PROBLEMATYKA FINANSÓW PUBLICZNYCH W UJĘCIU WYBRANYCH PRZEDSTAWICIELI XIX-WIECZNEJ NIEMIECKIEJ MYŚLI EKONOMICZNEJ®

Some historical roots of the theory and practice of the public finance

Part VI

The views of the selected representatives of German economic thought
of the 19th century on public finance®

Słowa kluczowe: protekcjonizm, interwencjonizm, etatyzm, prawo Wagnera, reformy socjalne Bismarcka.

Celem artykułu¹ jest przedstawienie dorobku w zakresie finansów publicznych XIX-wiecznej niemieckiej myśli ekonomicznej: tzw. ekonomii narodowej oraz starszej i młodszej szkoły historycznej. Nurty te, definiowane często w literaturze przedmiotu jako heterodoksyjne, były istotnie w dużej mierze przeciwstawne dominującej wówczas klasycznej ortodoksji ekonomicznej, wywodzącej się głównie z Wielkiej Brytanii. Klasyczna myśl ekonomiczna stosunkowo mało uwagi poświęcała zagadnieniom z zakresu finansów publicznych², w przekonaniu, że ich gestor – państwo nie powinno odgrywać w gospodarce rynkowej (ex definitione prywatnej) znaczącej aktywnej roli. Wprawdzie nie wszyscy klasycy i nie zawsze sprowadzali tę rolę wyłącznie do – jak uparcie utrzymują popularne podręczniki – funkcji „stróża nocnego”, to jednak dopiero wymienione kierunki ekonomii niemieckiej diametralnie odmieniły postrzeganie państwa i jego instytucji w odniesieniu do gospodarki. W ramach tych nurtów ekonomii, które nieprzypadkowo pojawiły się właśnie w zapóźnionych ekonomicznie krajach niemieckich, zaczęło państwo, jego instytucje, a siłą rzeczy także cały obszar administracyjno-gospodarczy, który stopniowo wyodrębnił się jako domena finansów publicznych, nie tylko doceniać, ale wręcz uznawać za decydujący czynnik rozwoju gospodarczego.

Key words: protectionism, interventionism, etatism, Wagner's law, Bismarck's social reforms.

The aim of the article is to describe the output of German economic thought of the 19th century, that is List's "national economics" and the both historical schools, to the field of the public finance. Those economic schools, very often defined as heterodox ones, were opposed against the classical economic orthodoxy, stemming mainly from Great Britain. The classical economic thought paid relatively little attention to the public finance, taking into account its belief that the state should not play a significant active role in the market economy (ex definitione private one). However, not all the classics and not always understood this role as the "night-watchman" activity (as popular manuals still maintain), but only the schools mentioned above radically changed the opinion on the real role of the state in economic development. And it was not an accident that it happened just in underdeveloped at that time German territories. Those territories needed an active state, its institutions and all that area which step by step became the public finance domain to promote their development. And exactly for that reason many German social thinkers started to appreciate the state as the crucial factor in the process of economic development.

1 Pierwszy artykuł z cyklu *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych*, ukazał się w: „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” nr 1/2011, s. 160-165, drugi w tymże periodyku – nr 2/2011, s. 141-148, trzeci w nr 2/2012, s. 146-150, czwarty w nr 1/2013, s. 145-149, piąty w nr 1/2014, s. 148-154 [5, 6].

2 Zob. szerzej na ten temat R. Goryszewski, E. Kotowska, *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część III: finanse publiczne w ujęciu wybranych ekonomistów klasycznych*, w: „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 2/2012, s. 146-150 [5].

WPROWADZENIE

Poprzedni artykuł z tego cyklu zawierał prezentację poglądów na problematykę finansów publicznych wybitnego reprezentanta kontynentalnej europejskiej myśli ekonomicznej z obszaru francuskojęzycznego – **Jeana Charlesa Leonarda Simonde de Sismondiego (1773-1842)**. Obecny przedstawia tę problematykę w ujęciu wybranych przedstawicieli XIX-wiecznej niemieckiej myśli ekonomicznej. Przyjęta sekwencja prezentacji wynika tu rzecz jasna przede wszystkim ze zwykłej chronologii wydarzeń w toku rozwoju nauki ekonomii i finansów. Warto jednak przynajmniej wskazać na potencjalną możliwość pewnego merytorycznego oddziaływania Sismondiego na późniejszą ekonomię niemiecką. Wprawdzie jak pisze Lewis Haney w swojej *History of Economic Thought*: „Nie ma dowodów na to, że niemiecka szkoła historyczna ma dług wobec Sismondiego, chociaż prawdopodobnym wydaje się, że był on dobrze znany liderem szkoły (...) i pewien mały wpływ wydaje się nieuniknionym” [cyt. za: 14, s. 42-43]. Wpływ ten jawi się zwłaszcza jako nieunikniony w odniesieniu do upatrywania zarówno przez Sismondiego, jak i przez późniejszą niemiecką ekonomię narodową oraz obie szkoły historyczne, właśnie w państwie głównego czynnika sprawczego rozwoju gospodarczego, a w szczególności dynamizacji nadrabiania zaległości rozwojowych przez kraje opóźnione.

„Dla tych ostatnich – jak stanowczo podkreśla wybitny znawca problematyki finansów publicznych Stanisław Owsiak – polityka wolnego handlu była zagrożeniem, stąd pojawiły się silne tendencje protekcyjnistyczne, które znalazły teoretyczną podbudowę. W Niemczech, odrzucających zasady ekonomii klasycznej, podkreślano rolę państwa, które powinno – między innymi – przez politykę protekcyjnistyczną – zapewnić krajowi warunki do akumulacji kapitału i osiągnięcia zysków [9, s. 43].

Wymienione tu Niemcy, a właściwie bardzo wówczas jeszcze rozdrobnione terytoria niemieckie, w sposób szczególny zapisały się w prezentowanym cyklu artykułów o dziejach finansów publicznych. W istocie to tam właśnie, na przestrzeni XIX stulecia, powstała i rozwinęła się ich nowoczesna teoria i zarazem praktyka, przygotowując odpowiedni grunt pod późniejszy XX-wieczny wręcz rozkwit tej dziedziny i jej wyraźną autonomię wśród nauk ekonomicznych. Trafiającą w sedno i niezwykle zwartą syntezę owych niemieckich dokonań w tym zakresie dał powoływany już S. Owsiak, pisząc: „**Niemcy uważa się za kraj, w którym stworzono system nauki o finansach; jego twórcami są: L. von Stein, A. Wagner i A. Schaffle. Inspiracją dla nich był system narodowej ekonomii politycznej Georga Friedricha Lista (1789 – 1846), w poglądach którego charakterystyczne było uznanie wytwórczego charakteru działalności państwa. Twórcy systemu nauki o finansach byli również ściśle powiązani ze szkołą historyczną, w tym z W. Roscherem, który także jest autorem dzieła poświęconego nauce finansów. Pogląd Lista o wytwórczym charakterze działalności państwa znajduje wyraz w teorii Steina, wedle którego działalność państwa nie tylko przyczynia się do odtworzenia funduszy publicznych, lecz także prowadzi do powstania nadwyżki, która powracając do gospodarki powoduje akumulację nowych kapitałów. Konieczność szerszej ingerencji państwa w mechanizm rynkowy sformułował nad wyraz jasno wybitny**

przedstawiciel nauki finansów publicznych, niemiecki ekonomista, Adolf Wagner, w czterotomowym dziele poświęconym nauce finansów” [9, s. 43].

Autorzy artykułu starali się podążać tropem wytyczonym w powyższej syntezie przez bezsprzeczny autorytet w dziedzinie finansów publicznych. **Dlatego też celem artykułu jest wybiórcze – z uwagi na ograniczenia objętościowe tekstu – przedstawienie dorobku wymienionych szkół XIX-wiecznej ekonomii niemieckiej i niektórych ich przedstawicieli w zakresie problematyki finansów publicznych w układzie chronologicznym: poczynając od tzw. szkoły narodowej, poprzez starszą szkołę historyczną do jej sukcesorki – młodszej szkoły historycznej. Prezentacja i analiza tych zagadnień nie ma w opinii autorów wyłącznie znaczenia historycznego. Przypomnienie tamtych istotnych dokonań, może być bowiem zarówno źródłem inspiracji dla dzisiejszych analityków, jak i pewną praktyczną wskazówką dla polityków gospodarczych zarządzających finansami publicznymi. Może być tak w przypadku krajów takich jak Polska, które nie tak dawno rozpoczęły pogoń za gospodarczą czołówką Unii Europejskiej i wciąż dzieli je od niej niemały dystans. Sytuacja ta wydaje się przypominać – w pewnym stopniu i oczywiście co do zasady, a nie w szczegółach – położenie opóźnionych w rozwoju gospodarczym XIX-wiecznych Niemiec, które z dużym zaangażowaniem państwa i właśnie finansów publicznych skutecznie pokonywały dystans rozwojowy do ówczesnej czołówki. Szczególnie dynamicznie rozwijały się zwłaszcza po zwycięskiej wojnie z Francją i po zjednoczeniu, wykorzystując wysoką kontrybucję; w przypadku Polski za *sui generis* odpowiednik owej kontrybucji można by uznać... pomoc unijną, której Polska jest beneficjentem. Pomoc ta jednak – jak wiadomo – wymaga udziału środków własnych, a te z kolei pochodzą w głównej mierze z finansów publicznych. I fakt ten niewątpliwie dodatkowo poważnie podnosi ich rolę i znaczenie dla współczesnych procesów rozwojowych w naszym kraju.**

NIEMIECKA SZKOŁA NARODOWA

Twórcą niemieckiej szkoły narodowej w ekonomii był **Georg Friedrich List (1789-1846)**. Szkoła ta powstała w pierwszej połowie XIX wieku, kiedy bardzo jeszcze poszatkowane Niemcy dzielili duży dystans rozwojowy nie tylko od wspomnianej Wielkiej Brytanii, ale także chociażby od scentralizowanej terytorialnie i politycznie Francji. Względne zacofanie gospodarcze Niemiec było dla Lista, który bardzo szeroko i skrupulatnie badał historię rozwoju wielu narodów (czym na trwałe „zaraził” obie szkoły historyczne), tylko kolejnym dowodem faktycznej nierównomierności tegoż rozwoju. Jednocześnie stanowiło też asumpt do wypracowania oryginalnej teorii stadiów rozwoju. F. List wyróżnił pięć tzw. głównych stadiów rozwoju (*Hauptentwicklungsgrade*): stan dzikości (*wilder Zustand*), stadium pasterstwa (*Hirtenstand*), stadium rolnictwa (*Agriculturstand*), stadium rolniczo-przemysłowe (*Agricultur-Manufakturstand*) i stadium rolniczo-przemysłowo-handlowe (*Agricultur-Manufaktur-Handelsstand*) [13, s. 200].

Każdy naród, dążąc do awansu (coraz wyższego stadium rozwoju), nie może w przekonaniu Lista trzymać się wyłącznie jednej, raz obranej strategii i polityki gospodarczej.

Przeciwnie, musi stosować jak najbardziej zróżnicowaną politykę gospodarczą, każdorazowo właśnie w zależności od stadium, które chce „opuścić” i osiągnięcia do którego aspiruje. Przykładowo, procesowi przejścia narodu ze stadium dzikości do pasterstwa i następnie rolnictwa, ma rzekomo bardzo sprzyjać polityka liberalna, wolnego handlu z narodami wyżej rozwiniętymi. Natomiast w przypadku narodu, który chce awansować ze stadium rolniczo-przemysłowego do najwyższego stadium rolniczo-przemysłowo-handlowego, polityka liberalna może wręcz okazać się zębna. A to dlatego, że narody, które już osiągnęły to najwyższe stadium (przede wszystkim ówczesna Anglia), dysponując potężnym przemysłem oraz uniwersalną i taną ofertą handlową, bezwzględnie wygrywają wszelką rywalizację gospodarczą z konkurentami z niższego stadium rozwojowego. Skoro tak, to trzymanie się zasad polityki liberalnej przez owych słabszych konkurentów, byłoby nieracjonalne i wręcz uniemożliwiające im skuteczne nadrobienie dystansu do państw produjących.

W tym stanie rzeczy, wnioskował List, liberalne koncepcje i zalecenia ekonomii klasycznej stawały się zupełnie nieadekwatne wobec problemu wydzwignięcia opóźnionego obszaru krajów niemieckich z ich względnego zacofania. Sytuacja wymagała zdecydowanego odejścia (przynajmniej, jak zakładał List przejściowo, na czas owego doganiania czołówki) od uniwersalistycznej, kosmopolitycznej ekonomii klasycznej na rzecz jej specyficznie narodowych systemów (główne dzieło Lista z 1841 roku nosiło nieprzypadkowo znamienne tytuł *Das nationale System der politischen Oekonomie – Narodowy system ekonomii politycznej*).

W zakresie praktycznych zaleceń system narodowej ekonomii politycznej Lista postulował dla Niemiec w tym stadium ich rozwoju odejście od liberalizmu na rzecz zdecydowanego protekcyjnizmu w polityce gospodarczej. Chodziło tu o protekcyjnizm rozumiany bardzo szeroko, a nie tylko jako taryfowo-celna ochrona przed konkurencją zagraniczną. Miał on bowiem obejmować bezpośrednie tworzenie przez państwo już nie tylko infrastruktury gospodarczej (to było dopuszczalne nawet w koncepcjach ojca liberalizmu ekonomicznego Adama Smitha³), ale również przedsiębiorstw przemysłowych, zwłaszcza w zakresie przemysłu ciężkiego, ważnego dla zapewnienia trwałych fundamentów wzrostu w długim okresie. Miał też na przykład dotyczyć jak najszerzego kształcenia w szkołach publicznych kadr dla tego przemysłu. Stanowiło to wówczas istotne *novum* (aczkolwiek ogólny postulat krzewienia oświaty wśród ludu pojawił się nieco wcześniej w programie pozytywnym J. C. L. Simonde de Sismondiego⁴), i co stanowi do dzisiaj chlubną i pożyteczną cechę systemu edukacji w Niemczech!

„Każdy naród – głosił List w *Narodowym systemie ekonomii politycznej* – który z powodu niepowodzeń znalazł się w tyle za innymi krajami, jeśli chodzi o przemysł, handel i żeglugę, mimo że posiada duchowe i materialne środki dla

ich rozwoju, musi przede wszystkim wzmocnić swe własne siły, aby zdolny był wkroczyć do wolnego współzawodnictwa z narodami bardziej rozwiniętymi” [cyt. za: 7, s. 291]. Owo „wzmocnienie własnych sił narodu” w sposób dla Lista absolutnie konieczny wymagało jak najsilniejszego i jak najwszechstronniejszego zaangażowania się państwa w dziedzinę gospodarki.

Listowska ekonomia narodowa miała zatem ewidentnie etatystyczny charakter. Nie ulega też wątpliwości, że zakładała *eo ipso* konieczność ogromnego rozrostu sfery finansów publicznych. Komentując poglądy Lista w tej kwestii autorka wnikliwego studium o etatyzmie gospodarczym Katarzyna Szarzec, w pełni ujawnia jego stanowisko: „Zdaniem Lista, uzasadnieniem wręcz obowiązku ingerencji państwa w gospodarkę są różnice w poziomie rozwoju gospodarczego między narodami i brak odpowiedniego potencjału produkcyjnego do przejścia na etap industrializacji. (...) **Według Lista, rynek zawodzi w rozpoczęciu procesu industrializacji. W jego ocenie tylko państwo ma odpowiednią wizję przyszłego rozwoju i dlatego (...) powinno ono (...) podjąć odpowiednie działania.** Mogą one nawet być niekorzystne dla jednostki, bo ograniczające jej wolność gospodarczą, ale korzystne (...) dla wzrostu bogactwa całego narodu. Głównymi celami państwa w gospodarce są więc – oprócz zapewnienia ładu instytucjonalno-prawnego i bezpieczeństwa – wspieranie rozwoju przemysłu. W przekonaniu Lista, państwo jest ważnym podmiotem inicjującym proces uprzemysłowienia gospodarki” [14, s. 51].

Wszystkie te działania państwa, z czego w pełni zdaje sobie sprawę F. Lista, wymagają stosownych środków finansowych, pochodzących albo z uprzednio zakumulowanych funduszy publicznych (głównie *via* podatki), albo też z kredytów, które państwo uzyskuje od obywateli i podmiotów gospodarczych (innymi słowy: z zaciąganego długu publicznego). Cytowana autorka i w tym przypadku precyzyjnie odślania tok myślenia samego F. Lista: „(...) państwo powinno wspierać przemysł różnymi sposobami, np. udzielając pożyczek bez oprocentowania dla specjalnych przedsięwzięć, zasilając kapitałowo z funduszy publicznych lub zaciąganego długu publicznego powstanie nowych przedsiębiorstw. Oprócz wspierania kapitału rzeczowego ważne są też działania państwa na rzecz rozwoju kapitału intelektualnego. (...) Wśród zachęt do inwestycji długoterminowych wymienia: ochronę praw własności, ograniczanie niepewności gospodarowania, prawo patentowe. Podobnie jak Smith, podkreśla znaczenie inwestycji tworzących infrastrukturę transportową (kolej, kanały, drogi) i system obronny państwa, które są rezultatem oszczędności wielu generacji. **Tworzą one potencjał produkcyjny i bogactwo kolejnych pokoleń. Z tego powodu warto je finansować z zaciąganego przez państwo długu publicznego, który jest – jak pisze – ‘najwspanialszym wytworem współczesnej administracji’ i ‘błogosławieństwem’ dla ludzi. Lecz jeśli dług ten jest przeznaczony na bezużyteczną konsumpcję lub jego obsługa spada głównie na barki klasy pracującej, a nie bogatych, to staje się on ‘przekleństwem’** [14, s. 52;].

F. Lista uznaje się za prekursora teorii potencjału produkcyjnego (sił wytwórczych) narodu. Według niego potencjał produkcyjny narodu nie opiera się wyłącznie na zasobach materialnych (wliczając w to zasoby pracy). Niezwykle ważne są także wypracowane w toku dziejów danego narodu

3 Zob. szerzej na ten temat R. Goryszewski, E. Kotowska, *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część III: finanse publiczne w ujęciu wybranych ekonomistów klasycznych*. „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 2/2012, s. 146-150 [5].

4 Zwraca na to uwagę wybitny badacz dorobku Sismondiego Wiesław Piątkowski, pisząc: „Opowiada się (...) Sismondi za rozwijaniem oświaty ludowej sądząc, że na tej drodze można przeciwdziałać degradacji umysłowej robotnika” (W. Piątkowski, *J. C. L. Simonde de Sismondi. Teoria ekonomiczna*, PWN, Warszawa 1978, s. 187) [10].

rozwiązania instytucjonalno-prawne, kultywowane wierzenia religijne, obyczaje i zwyczaje, osiągnięcia naukowe i techniczne (odkrycia i wynalazki). Są to zatem najszerzej rozumiane przejawy i wartości cywilizacyjne i kulturowe.

Rozwijając swoją teorię potencjału produkcyjnego, List przydaje mu nieporównanie większego znaczenia dla zapewnienia długotrwałej gospodarczej pomyślności danego narodu od bieżącego stanu bogactwa, jakim ten naród może się cieszyć. W tej kwestii stanowczo oznajmia: „Źródła bogactwa są czymś całkowicie odmiennym od bogactwa jako takiego. Człowiek może posiadać bogactwo (...) jeśli jednak nie posiada mocy produkowania przedmiotów większej wartości niż te, które spożywa, będzie stawał się biedniejszy (...). **Moc produkowania bogactwa jest przeto nieskończenie bardziej ważna niż bogactwo samo w sobie (...). Dotyczy to jeszcze bardziej całych narodów niż poszczególnych jednostek**” [cyt. za: 7, s. 291].

Lista koncepcja potencjału produkcyjnego nosi znamiona wyraźnej krytyki stanowiska Adama Smitha, a przynajmniej tego jak sam List interpretował to stanowisko. List twierdził bowiem, że należy odróżniać samo bogactwo od jego przyczyn, co miało jakoby ująć uwadze Smitha. A przecież już sam pełny tytuł⁵ Smithowskiego *opus magnum* wydawał się wskazywać, że i Smith zdawał sobie sprawę z tej ważnej dystynkcji: **Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów**. W obszernym i wielowątkowym dziele Smitha możemy odnaleźć pewne sformułowania świadczące o tym, że Smithowi bynajmniej nieobce było zrozumienie znaczenia dla procesu tworzenia bogactwa wielu czynników, które wymieniał później F. List. I niejako wyprzedzając Lista, bardzo trafnie zwracał on uwagę na ową immanentną człowiekowi „moc produkowania przedmiotów większej wartości niż te, które spożywa”. Moc tę określał Smith opisowo jako „pożyteczne umiejętności nabyte przez mieszkańców kraju lub członków społeczeństwa. By nabyć takie kwalifikacje człowiek musi przez czas kształcenia, nauki lub terminowania otrzymywać środki utrzymania, co zawsze jest rzeczywistym wydatkiem, który jest kapitałem trwałym i jakby zawartym w danym człowieku. Te umiejętności są częścią jego majątku, a jednocześnie częścią majątku tego społeczeństwa, do którego człowiek ten należy. Można uważać, że zwiększona biegłość robotnika jest podobna do maszyny czy narzędzia ułatwiającego i skracającego pracę, która choć wymaga pewnego wydatku, to jednak oddaje go z nadwyżką” [12, t. 1, s. 348].

STARSZA SZKOŁA HISTORYCZNA

Szkoła ta rozwijała się w krajach niemieckich począwszy od lat czterdziestych XIX stulecia. Jej *differentia specifica* była zdecydowana dominacja analiz metodologicznych nad merytorycznymi i to do tego stopnia, że – jak zauważa Mieczysław Nasiłowski – „zwolennicy ekonomii neoklasyckiej głosili pogląd, że szkoła historyczna nie wniosła do rozwoju teoretycznej myśli ekonomicznej, gdyż abstrakcyjna teoria nigdy nie była przedmiotem jej zainteresowania” [8, s. 77].

Jej ojcowie założyciele: **Wilhelm Georg Friedrich Roscher (1817-1894)**, **Bruno Hildebrand (1812-1878)** oraz

Karl Gustav Adolf Knies (1821-1898) występowali kolejno z coraz bardziej radykalnymi postulatami rewizji metod ekonomii klasycznej. Wilhelm Roscher nie odrzucał jeszcze całkowicie abstrakcyjnych i dedukcyjnych metod szkoły klasycznej, a nawet pod pewnymi warunkami dopuszczał istnienie proklamowanych przez nią praw ekonomicznych. „Gdyby prawa ekonomii publicznej – przyznawał – były na przód dostatecznie zbadane i uznane, to w każdym szczególnym przypadku dokładna statystyka głównych faktów byłaby dostateczną do złagodzenia wszelkich sporów w przedmiocie polityki ekonomicznej” [cyt. za: 13, s. 203]. Bruno Hildebrand, z kolei, wystąpił ze znacznie surowszą krytyką klasyków ekonomii, zarzucając im wręcz zarozumiałość w głoszeniu praw uniwersalnych, które w konfrontacji z konkretną rzeczywistością historyczną (czasu i miejsca) niczego w gruncie rzeczy nie wyjaśniają. Jego zdaniem w rzeczywistości tej można jedynie ustalić statystyczne korelacje zjawisk gospodarczych, ale w żadnym razie nie powiązania kauzalne (przyczynowo-skutkowe) na modłę ekonomii klasycznej. Karl Knies wreszcie, posunął się jeszcze dalej w negowaniu metod stosowanych przez szkołę klasyczną oraz możliwości formułowania uniwersalnych i ponadczasowych praw ekonomicznych. Odrzucał nie tylko tak pojmowane prawa, ale również owe prawidłowości (korelacje) statystyczne, które aprobował B. Hildebrand.

Krytyka metod klasycznej ortodoksji ekonomicznej, ceną już sama w sobie jako pożyteczne sprowadzanie analiz ekonomicznych ze świata abstrakcji na ziemię, miała i ten skutek, że ukazała w odmiennym (tym razem zdecydowanie pozytywnym) kontekście rolę państwa w gospodarce. Starsza szkoła historyczna niewątpliwie w dużym zakresie przyjęła za swoje część zasadniczych poglądów F. Lista, w tym właśnie ten o kluczowej wręcz roli państwa, a zatem i finansów publicznych, w procesie rozwoju gospodarczego, zwłaszcza w sytuacji obszarów i krajów usiłujących wyjść z zacofania. Zaakceptowała także jego stanowcze przekonanie o specyficznie narodowym charakterze nauki ekonomii.

Nie ulega wątpliwości, że ta generalna inkorporacja poglądów etatystycznych przez starszą szkołę historyczną, uformowała drogę późniejszemu wszechstronnemu rozwojowi zarówno nauki, jak i praktyki finansów publicznych. Czynnikiem dodatkowo sprzyjającym pierwszym istotnym krokom na tej drodze, uczynionym jeszcze przez szkołę starszą, była niewątpliwa wrażliwość społeczna jej nestora – W. Roschera. Szczególnym przykładem tej wrażliwości, a jednocześnie ponadczasowo trafnej diagnozy społeczno-ekonomicznej, jaką postawił w swoich *Grundlagen der Nationaloekonomie (Zasadach ekonomii narodowej)* z roku 1854, jest jego następujące stwierdzenie: „Można (...) uważać prawidłowe współistnienie wielkiej, średniej i małej fortuny za warunek konieczny rozkwitu ekonomicznego narodów⁶. (...) **Jeśli nierówność społeczna powiększa się przez absolutny upadek klas niższych, nie może już być mowy o dobrobycie publicznym**” [cyt. za: 10, s. 294].

Doceniając przedmiotowy dorobek szkoły starszej, należy jednak podkreślić, że w pełni wyodrębniony, samodzielny

⁵ Powszechnie przyjęta skrócona wersja tytułu dzieła A. Smitha – *Bogactwo narodów* istotnie mogła skłaniać Lista do takiej nazbyt pochopnej krytyki.

⁶ Według najnowszych prognoz w roku 2016 narody naszego globu będą skrajnie odległe od spełnienia tego warunku W. Roschera. Wtedy to bowiem zaledwie 1% najbogatszych mieszkańców Ziemi ma posiadać aż połowę całego majątku wytworzonego na świecie, podczas gdy druga połowa przypadnie na 99% pozostałych jego obywateli!!!

już byt teorii i praktyki finansów publicznych, stał się faktem wraz z drugim etapem kierunku historycznego ekonomii niemieckiej – tzw. młodszą szkołą historyczną.

MŁODSZA SZKOŁA HISTORYCZNA

Powstała w latach 1870 młodsza szkoła historyczna kontynuowała rozpoczęte przez swoją poprzedniczkę metodologiczne zmagania z nurtem klasycznym. Czyniła to nawet z rosnącym zaangażowaniem i radykalizmem. To właśnie w toku rozwoju tej szkoły, w latach 1880, została zapoczątkowana szczególnie ostra polemika metodologiczna z jedną z rodzących się wówczas szkół kierunku subiektywno-marginalistycznego (szeroko rozumiany sukcesor dawnego kierunku klasycznego w ekonomii), a mianowicie szkołą psychologiczną (austriacką). Polemika ta przeszła do dziejów myśli ekonomicznej pod nazwą *Methodenstreit*, czyli sporu o metodę. Głównymi polemistami byli: **Gustav von Schmoller (1838-1917)**, założyciel młodszej szkoły historycznej i **Carl Menger (1840-1921)**, założyciel szkoły austriackiej.

G. Schmoller, zgodnie z radykalnym podejściem historycznym, oponował przeciwko budowaniu abstrakcyjnej teorii ekonomii. C. Menger, dokładnie odwrotnie – był zdecydowanym zwolennikiem podejścia abstrakcyjno-teoretycznego. Obserwatorzy sporu i późniejsi jego badacze na ogół podkreślali, że żaden ze spierających się nie udowodnił wyłączności czy też wyższości swoich racji. Dalszy rozwój ekonomii tzw. głównego nurtu (*mainstream economics*) aż po dzień dzisiejszy dowodziłby, że rację miał bezsprzecznie Menger – współczesne ortodoksyjne teorie ekonomiczne są z pewnością jeszcze bardziej abstrakcyjne niż teorie dziewiętnastowieczne. Całkowicie odmiennie kształtowała się natomiast heterodoksyjna myśl ekonomiczna, rozwijająca się poza głównym nurtem. Myśl ta, właśnie poczynając od niemieckiego kierunku historycznego, poprzez amerykański instytucjonalizm Thorsteina Veblena, wyewoluowała ku współczesnemu tzw. neo-instytucjonalizmowi (J. K. Galbraith, G. Myrdal, C. E. Ayres i in.). Warto zauważyć, że szczególnie w przypadku **Thorsteina Bunde Veblena (1857-1929)** owa łączność ideowa i metodologiczna z młodszą szkołą historyczną jest wyraźna, zwłaszcza z samym G. Schmollerem. W swojej recenzji wielkiego dzieła Schmollera *Grundriss der allgemeinen Volkswirtschaftslehre (Zarys ogólnej nauki gospodarczej)* z lat 1900-1904, Veblen z uznaniem pisał: „Praca profesora Schmollera różni się od prac starszej linii ekonomii historycznej rozmachem i charakterem opracowania teorii ekonomicznej w nie mniejszym stopniu niż dalekosiężnymi celami, które stawia on przed nauką. Do tego ostatniego stadium rozwoju nauki można odnieść nazwę ‘historyczna ekonomia polityczna’ tylko przy bardzo szerokim pojmowaniu tego terminu” [14, s. 264-265].

Nie ulega wątpliwości fakt ogólnie przychylnego przyjęcia przez Veblena programu metodologicznego ojca młodszej szkoły historycznej. Veblen przejął od Schmollera i w swoisty sposób zaadaptował jego historyczno-genetyczną metodę badania rozwoju społeczno-gospodarczego. Rozwój ten zdaniem Veblena miał następować na drodze ewolucyjnej, poprzez procesy dostosowawcze szeroko rozumianych instytucji ekonomicznych.

Wymienione szkoły ekonomii heterodoksyjnej i ich główni przedstawiciele niezmiennie dokładali starań, aby ich

koncepcje osadzone były w największym możliwym stopniu w konkretnych realiach kulturowych, społecznych, etnicznych, instytucjonalno-prawnych itp. [3].⁷

Z kolei – co na pozór wydaje się niezwykle zaskakujące – praktyka gospodarcza kraju takiego jak Niemcy, w którym na bardzo długo zapanowała ekonomia wyrastająca z nurtu historycznego (a więc całkowicie spoza *mainstreamu!*), odnosiła i nadal odnosi sukcesy, których szczerze zazdrości mu reszta świata, zwłaszcza te obszary, gdzie w żadnym stopniu nie był obecny kierunek historyczny. Te intrygujące – przyznajmy – zawilości rozwojowe spróbował wyjaśnić wnikliwy historyk ekonomii Ryszard Bartkowiak. Jego wywód jest na tyle przekonujący, że zasługuje na przytoczenie niemal *in extenso*: „Szkoła historyczna całkowicie zdominowała nauczanie i praktykowanie ekonomii w Niemczech. To spowodowało, że **Niemcy nie brały udziału w tworzeniu ekonomii tzw. głównego nurtu, tj. klasyczno-neoklasycznej. Sytuacja ta utrzymuje się do dziś. A mimo to kraj ten rozwijał się gospodarczo bardzo dynamicznie. Z powyższego faktu można wyciągnąć różnorodne wnioski. Po pierwsze, teoria ekonomii nie ma szczególnie silnego wpływu na gospodarkę. Po drugie, **nie istnieje teoria uniwersalna, której wskazania byłyby właściwe w każdych warunkach, co by potwierdzało poprawność podejścia historycznego.** (...) Po trzecie wreszcie, **protekcjonizm gospodarczy może być skuteczniejszą polityką niż *laissez-faire*, co potwierdza przykład Niemiec**” [2, s. 82]. Dodajmy: nie tylko przykład Niemiec, ale w nie mniejszym stopniu kolejne przykłady czołowych potęg gospodarczych jak Stany Zjednoczone czy Japonia. Państwa te przecież przez długi okres, na bardzo dużą skalę i – co najważniejsze – z pełnym sukcesem stosowały protekcjonizm gospodarczy, zarzucając go zresztą często innym (hipokryzja miała i ma się dobrze!).**

Wracając do poglądów założyciela młodszej szkoły historycznej – G. Schmollera, warto dostrzec łączącą go z protoplastą całego kierunku historycznego – W. Roscherem, podobną wrażliwość społeczną. Kazała ona Schmollerowi znacznie szerzej od neoklasyków ujmować zakres przedmiotowy teorii ekonomicznej. „**Aktualna teoria ekonomiczna – diagnozował z aprobatą – doszła do koncepcji historycznej i etycznej państwa i społeczeństwa (...) stała się znowu wielką nauką polityczną i moralną, która bada produkcję dóbr, ale także ich podział, zjawiska wymiany, lecz także instytucje ekonomiczne; która na nowo uczyniła ośrodkiem nauki człowieka – a nie dobra i kapitał**” [cyt. za: 10, s. 255]. Swoje pretensje do ekonomii klasycznej zgłaszał Schmoller nie tylko na gruncie metodologicznym. Przeciwnie, zarzucał tej ekonomii i ukształtowanej w zgodzie z jej pryncypiami wolnokonkurencyjnej gospodarce kapitalistycznej szereg praktycznych wad i ułomności. Wśród nich przede wszystkim: skrajnie nierówny podział dóbr, wybitnie chrematystyczne motywy działania, pogłębianie się konfliktów klasowych, zanik warstw średnich⁸. Krytykując dominujące w ówczesnej gospodarce chrematystyczne motywy

⁷ Zob. szerzej na ten temat R. Goryszewski, *Potrzeba ekonomii normatywnej i sztuki ekonomii w ujęciu wybranych przedstawicieli kierunku instytucjonalnego*, „Studia Ekonomiczne”, Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, 1-2 (XL – XLI) 2004, Warszawa, s. 119-138.

⁸ Tak daleko posunięty krytycyzm G. Schmollera wobec ówczesnego kapitalizmu stał się powodem zaliczenia go, obok innych profesorów uniwersytetów niemieckich tworzących młodszą szkołę historyczną, do grupy głosicieli tzw. socjalizmu z katedry (*Kathedersozialismus*).

działania, nawiązał Schmoller do bardzo starego, dokonanego jeszcze przez Arystotelesa, fundamentalnego rozróżnienia na *oikonomos* i *chrematistike*. Pierwsza to „sztuka gospodarstwa domowego” (*oikos* = dom, *nomos* = prawo, reguła, zasada), druga – „sztuka gromadzenia pieniędzy” (od *chremata* = u Arystotelesa majątek pieniężny). Stagiryta całkowicie aprobował ekonomikę, która skupia się na zaspokajaniu potrzeb materialnych człowieka, mających swoje naturalne granice. Potępiał zaś chrematystykę, która takich naturalnych granic nie posiada. W *Polityce*, Arystoteles profetycznie napominał: „Wszyscy bowiem, którzy robią interesy pieniężne, dążą do pomnożenia pieniędzy w nieskończoność” [1, s. 37].

G. Schmoller czerpał z dorobku Arystotelesa nie tylko w swojej krytyce wad gospodarki zastanej. Odwołał się do niego także w przypadku postulowanej przez siebie reformy społecznej, nawiązując do starej Arystotelesowskiej zasady tzw. sprawiedliwości dystrybucyjnej⁹. „Lecz co to jest **reforma społeczna?** – zapytywał retorycznie – Co ma do zrobienia? Jej cel ogólny jest jasny. **Polega na przywróceniu porozumienia między klasami społecznymi, (...) na zbliżeniu do zasady sprawiedliwości dystrybucyjnej**, na ustaleniu prawodawstwa społecznego faworyzującego postęp, gwarantującego podźwignięcie materialne i moralne klas niższych i średnich. (...) **Chodzi o ustalenie bardziej normalnych proporcji między dochodem próżnującego właściciela i dochodem robotnika (...)**” [cyt. za: 10, s. 257].

Młodsza szkoła historyczna, jeszcze silniej niż starsza, zaznaczyła swoją pryncypialną opozycję wobec liberalizmu szkoły klasycznej, stając zdecydowanie na gruncie etatyizmu i opowiadając się wyraźnie za szerokim programem interwencjonizmu państwowego. Niektórych z jej reprezentantów można nawet uznać za wręcz XIX-wiecznych prekursorów znacznie późniejszego XX-wiecznego, keynesowskiego już, interwencjonizmu państwowego.

Dotyczy to w dużej mierze samego fundatora szkoły – G. Schmollera, który rozwinął szeroki program interwencji państwa na rynku pracy oraz w zakresie polityki fiskalnej (postulat progresji podatkowej). „**Zadanie realizacji programu społecznego** – informuje historyk myśli ekonomicznej Wiesław Piątkowski – **Schmoller przypisuje państwu (...). Pisząc o interwencjonizmie państwowym (...) wskazuje na konieczność ubezpieczenia robotników od wypadków, chorób i na starość**. Żąda ustawodawstwa fabrycznego, które byłoby oparte na zasadach humanizmu (...). **Schmoller opowiada się za progresywnym opodatkowaniem dochodów, mniemając, że można w ten sposób zapobiegać zbytnej koncentracji bogactw**. (...) uważał, iż do poszerzenia sfery średniej własności może się przyczynić progresywne opodatkowanie spadków” [10, s. 258-260].

Schmoller nie ograniczał się do formułowania i zgłaszania postulatów reform społecznych tylko w swoim imieniu. W roku 1872 założył wraz z innymi wybitnymi reprezentantami młodszej szkoły historycznej słynny *Verein fuer*

Sozialpolitik (Związek Polityki Socjalnej), który postawił sobie za cel opracowanie zasad polityki gospodarczej i reform społecznych, dotyczących warunków pracy, ubezpieczeń, świadczeń emerytalnych itp.¹⁰ Cel ten został osiągnięty i – co najważniejsze – nie tylko jako zestaw owych zasad na piśmie. Doczekał się bowiem w dużym stopniu praktycznej realizacji w postaci głośnych reform społecznych Ottona von Bismarcka. Wprowadzono wówczas kolejno: ubezpieczenie na wypadek choroby (1883 r.), odszkodowanie za wypadki przy pracy (1884 r.) oraz ubezpieczenie na wypadek inwalidztwa i starości (1885 r.). Nie ulega wątpliwości, że choć praktyczne wykonanie tych przełomowych i jakże społecznie oczekiwanych reform stało się udziałem rządu „żelaznego kancle-rza”, to jednak młodsza szkoła historyczna była tu źródłem inspiracji i co najmniej współtwórcą ich koncepcji.

Przedstawicielem młodszej szkoły historycznej, który w nie mniejszym stopniu niż jej założyciel G. Schmoller rozwinął program społecznego, ekonomicznego i przede wszystkim fiskalnego interwencjonizmu państwowego był **Adolph Heinrich Gotthilf Wagner (1835-1917)**. Jest on autorem głośnego „prawa nieustannego wzrostu zakresu działalności publicznej, czyli państwa w procesie cywilizacyjnego rozwoju społecznego” [11, s. 17]; według innego sformułowania: po prostu prawa wzrastających wydatków publicznych, określonego od nazwiska autora właśnie prawem Wagnera.

Analizując bogaty materiał historyczny – jak przystało na reprezentanta młodszej szkoły historycznej – Wagner doszedł do wniosku, że wraz z rozwojem społeczno-gospodarczym państwo i jego instytucje wymagają coraz większych dochodów, aby pokryć rosnące potrzeby wydatkowe. Dzieje się tak dlatego, że wraz z postępem cywilizacyjnym i kulturowym ludzkości rosną wprawdzie zarówno potrzeby indywidualne jak i zbiorowe (publiczne), ale te drugie mają rosnąć szybciej. „**Wzrost potrzeb zbiorowych ma – zdaniem Wagnera – charakter intensywny i ekstensywny. Intensywny wzrost potrzeb zbiorowych wynika z rozwoju cywilizacyjnego, na skutek czego państwo musi w coraz szerszym zakresie wykonywać (...) zadania wobec społeczeństwa**. Z kolei wzrost ekstensywny jest rezultatem presji społeczeństwa na podejmowanie przez państwo nowych funkcji i obowiązków wobec zbiorowości” [9, s. 44].

W przypadku wielu współczesnych państw, statystyki dotyczące relacji deficytu budżetowego i długu publicznego do PKB oraz ogólny istotny wzrost roli i znaczenia finansów publicznych w procesie rozwoju nowoczesnych gospodarek, potwierdzają fakt obowiązywania prawa Wagnera również w czasach obecnych. Nie zmienia tego – co do zasady – okoliczność coraz częstszego *outsourcingowania* wielu zadań poza sektor publiczny, ponieważ ich realizacja jest nadal opłacana, a przynajmniej współfinansowana, z finansów publicznych. Poza tym pula zadań, którymi obarczane są dzisiejsze państwa i ich agendy rozszerza się sukcesywnie wraz z rosnącym stopniem złożoności większości dziedzin współczesnego życia gospodarczego i społecznego. Jeśli zatem przyjąć owo „narastanie złożoności” za powszechnie obowiązującą prawidłowość ewolucji w każdej sferze ludzkiej aktywności, to raczej nie należy się spodziewać realnego podważenia działania prawa Wagnera, przynajmniej w dającej się przewidzieć przyszłości.

⁹ Arystoteles rozróżniał dwa główne rodzaje sprawiedliwości: dystrybucyjną (rozdzielczą; z łac. *distributivus* = dotyczący podziału) i komutacyjną (wymenną; z łac. *commutare* = wymieniać, zmieniać). Pierwsza odnosiła się do podziału dóbr między członków danej społeczności i opierała się na zachowaniu właściwych proporcji tego podziału. Stąd jej tak istotne znaczenie dla programu reform społecznych Schmollera. Druga – dotyczyła zobowiązań jednostek, jakie powstają np. w ramach transakcji wymiany dóbr i usług.

¹⁰ W literaturze przedmiotu uważa się, że działania te stały się jedną z inspiracji znacznie późniejszej koncepcji państwa opiekuńczego.

PODSUMOWANIE

Dorobek narodowej szkoły niemieckiej oraz dwu scharakteryzowanych wyżej szkół historycznych, jest w literaturze ekonomicznej na ogół niedoceniany i równie powszechnie krytykowany jest mało rozbudowana część *stricte* teoretyczna tego dorobku. Krytyka ta jednak zdaje się nie uwzględniać podstawowych założeń metodycznych tych szkół. Założenia te bowiem zawierały programową rezygnację przedstawicieli kierunku historycznego właśnie z abstrakcyjno-teoretycznych analiz ekonomicznych. Krytyka ta zatem nie spełnia kryterium tzw. krytyki immanentnej, to znaczy uwzględniającej konstytutywne dla krytykowanego systemu pryncypia metodyczne.

Nawet jednak, gdyby przyjąć, że krytycy szkół historycznych nie popełniają wskazanego błędu, i zgodzić się z nimi, że istotnie w aspekcie czysto teoretycznym dorobek tych szkół nie wygląda imponująco, to nadal pozostają do odnotowania ich niezwykle ważne społeczno-reformatorskie zasługi. Bo oto dzięki tzw. protekcjonizmowi wychowawczemu Friedricha Lista opóźnione gospodarczo społeczeństwa zyskały teoretyczny i praktyczny oręż w swoich zmaganiach z zacofaniem. Dzięki starannie opracowanej koncepcji reform społecznych, której autorami byli zwłaszcza wpływowi wówczas politycznie przedstawiciele młodszej szkoły historycznej, kanclerz Bismarck zyskał ogromne wsparcie dla przeforsowania szeregu ustaw, niezbędnych do wprowadzenia reform. „**Ten kompleks ustaw – ocenia kompetentnie Sylwester Zawadzki – przekraczał niewątpliwie wszystko, co w dziedzinie ustawodawstwa socjalnego dokonano nie tylko w Niemczech, ale i w innych krajach kapitalistycznych (łącznie z Anglią). Wprowadzał nowy, nie znany dotychczas typ zabezpieczenia przed ryzykiem poprzez instytucję ubezpieczeń społecznych, nadając im jednocześnie przymusowy charakter. (...) Pod wpływem niemieckiego systemu przymusowe ubezpieczenia społeczne zostają wprowadzone w wielu innych krajach (...). Tak więc kroki podjęte przez państwo niemieckie za rządów Bismarcka stały się punktem wyjścia dla dalszej ewolucji ustawodawstwa socjalnego, a system ubezpieczeń społecznych stał się jednym z kanonów koncepcji *welfare state*” [16, s. 122-123].**

Niewątpliwie ludzkość jako całość może się czuć beneficjentem doktryny, a przede wszystkim praktyki *welfare state*, aczkolwiek w ostatnich dekadach doszło niestety w tym zakresie do poważnych nadużyć i błędów w polityce gospodarczej wielu krajów. Przyczyniły się one w niemałym stopniu (jednak obok dominującej tu przyczyny sprawczej, jaką stanowiła kryzysogenna z natury tzw. *finansjalizacja* gospodarki światowej¹¹) [4, 15] do obecnie złej sytuacji finansów publicznych w dużej grupie państw (nadmierne deficyty budżetowe i długi publiczne). Ale winę za to ponoszą już współcześni praktycy gospodarczy, a nie opisywani w artykule myśliciele z przeszłości.

LITERATURA

- [1] **ARYSTOTELES 2004.** Polityka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [2] **BARTKOWIAK R. 2008.** Historia myśli ekonomicznej, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [3] **GORYSZEWSKI R. 2004.** *Potrzeba ekonomii normatywnej i sztuki ekonomii w ujęciu wybranych przedstawicieli kierunku instytucjonalnego*, „Studia Ekonomiczne”, Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, 1-2 (XL – XLI), Warszawa.
- [4] **GORYSZEWSKI R. 2010.** Przedsiębiorstwa w pułapce finansjalizacji, czyli o fatalnych skutkach dominacji spekulantów nad przedsiębiorcami (niepokoje historyka myśli ekonomicznej), w: *Polskie przedsiębiorstwa na rynku europejskim*, red. naukowa L. Jasiński, S. Sudoł, Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk i Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Warszawa, s. 134-153.
- [5] **GORYSZEWSKI R., KOTOWSKA E. 2012.** *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część III: finanse publiczne w ujęciu wybranych ekonomistów klasycznych*. „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 2, 146-150.
- [6] **GORYSZEWSKI R., KOTOWSKA E. 2014.** *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część V. Problematyka finansów publicznych w teorii ekonomicznej Jeana Charlesa Leonarda Simonde de Sismondiego*. „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 1, s. 148-154.
- [7] **HUBERMAN L. 1963.** *Z czego żyje ludzkość*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [8] **NASIŁOWSKI M. 2003.** *Zarys historii myśli ekonomicznej (od XVIII do końca XX wieku)*, Wydawnictwo Key Text, Warszawa.
- [9] **OWSIK S. 2004.** *Finanse publiczne. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [10] **PIĄTKOWSKI W. 1978.** *J. C. L. Simonde de Sismondi. Teoria ekonomiczna*, PWN, Warszawa.
- [11] **PODLASIK Z. 2009.** *Ekonomiczna analiza państwa*, Wyższa Szkoła Studiów Międzynarodowych, Łódź.
- [12] **SMITH A. 1954.** *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów*, t. 1, PWN, Warszawa.
- [13] **STANKIEWICZ W. 1998.** *Historia myśli ekonomicznej*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [14] **SZARZEC K. 2013.** *Państwo w gospodarce. Studium teoretyczne – od Adama Smitha do współczesności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [15] **VEBLEN T. 1919.** *The Place of Science In Modern Civilisation and Other Essays*, B. W. Huebsch, New York.
- [16] **ZAWADZKI S. 1970.** *Państwo dobrobytu. Doktryna i praktyka*, PWN, Warszawa.

11 Szerzej na temat negatywnych skutków zjawiska „finansjalizacji” zob. R. Goryszewski, *Przedsiębiorstwa w pułapce finansjalizacji, czyli o fatalnych skutkach dominacji spekulantów nad przedsiębiorcami (niepokoje historyka myśli ekonomicznej)*, w: *Polskie przedsiębiorstwa na rynku europejskim*, red. naukowa L. Jasiński, S. Sudoł, Instytut Nauk Ekonomicznych PAN i Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Warszawa 2010, s. 134-153.

Dr inż. Wojciech ŻEBROWSKI
Politechnika Warszawska
Mgr Artur PIĄTKOWSKI
Uniwersytet Warszawski

SKLEPY WIELKOPOWIERZCHNIOWE JAKO INTEGRALNE OGNIWO ŁAŃCUCHA DOSTAW®

Large retail establishment as an integral part of the supply chain system®

Słowa kluczowe: sklepy wielkopowierzchniowe, zarządzanie łańcuchem dostaw, model referencyjny łańcucha dostaw, podejście pchane, podejście ciągnięte.

Celem artykułu jest omówienie roli i miejsca sklepów wielkopowierzchniowych w koncepcji zarządzania łańcuchem dostaw. Autorzy omówili podstawowe systemy wspomagające współpracę przedsiębiorstw zastosowane w sklepach wielkopowierzchniowych oraz najpopularniejsze modele zarządzania łańcuchem dostaw. W ostatniej części przeanalizowali wpływ transportu i magazynowania na funkcjonowanie sklepów wielkopowierzchniowych.

Key words: large retail establishment, Supply Chain Management, Supply Chain Operations Reference, push approach, pull approach.

The purpose of this article is to analyze the role and the place of large retail establishment in supply chain management. The authors discussed business supporting systems which are used in large retail establishment. In the next part they presented the most popular models of supply chain management. In the last part of the article the authors analyzed the influence of transport and storage on the large retail establishment.

WSTĘP

Przedsiębiorstwo handlowe to podmiot gospodarujący, który zakupione wcześniej towary sprzedaje swoim odbiorcom (klientom), dążąc do osiągnięcia jak największych korzyści ekonomicznych (zysku) [3 s. 11]. Przedsiębiorstwa handlowe funkcjonują na różnych szczeblach (np. hurt, dettal) oraz w różnych branżach (np. branża żywnościowa). Obecnie obserwuje się trend konsolidacji handlu i tworzenia dużych firm handlowych. Charakterystyczne dla przedsiębiorstw handlowych jest pozyskiwanie dóbr materialnych i niematerialnych, które są oferowane jednostkom trzecim (klientom), bez istotnej zmiany ich stanów. Jednym z rodzajów przedsiębiorstw handlowych są sklepy wielkopowierzchniowe.

CHARAKTERYSTYKA SKLEPÓW WIELKOPOWIERZCHNIOWYCH

Cechą wyróżniającą sklepy wielkopowierzchniowe od innych rodzajów sklepów jest sieciowy charakter oraz zastosowanie systemów wspomagających współpracę przedsiębiorstw [8 s. 62]. Przełożeniem pojęcia sieci do realiów organizacyjnych jest organizacja sieciowa, zwana również meta-organizacją. Według P. Hensla w skład meta-organizacji wchodzi kilkanaście odrębnych przedsiębiorstw, ściśle ze sobą współpracujących. Istotną cechą meta-organizacji jest koordynowanie działania przedsiębiorstw za pomocą wspólnego systemu informatycznego. Podmioty zaangażowane we współpracę są samodzielnymi podmiotami w sensie własnościowym i prawnym, a jednocześnie są na tyle uzależnione od siebie, że można je analizować z perspektywy organizacji jako całości [4 s. 137]. Sklepy wielkopowierzchniowe to przykład uwikłania organizacji w sieć zależności i interakcji,

charakterystycznych dla meta-organizacji. Są one przeciwieństwem organizacji osobnych, które działają w sposób niezależny. Organizacja uwikłana daje możliwość osiągnięcia korzyści dzięki trwałemu partnerstwu, zaufanym relacjom między podmiotami w sieci oraz bazowaniu na bliskich i strukturalnych relacjach międzyorganizacyjnych [9 s. 151]. Do osiągnięcia powyższych korzyści sklepy wielkopowierzchniowe wykorzystują systemy wspomagające współpracę przedsiębiorstw (tabela 1.).

Różnorodny asortyment oferowany przez sklepy wielkopowierzchniowe, często przekraczający 40 tysięcy produktów, wymusza realizację wszystkich procedur związanych z obsługą zamówień i realizacją dostaw przez centralę sieci handlowej. Połączenie kilku z przedstawionych powyżej systemów wspomagania funkcjonowania przedsiębiorstwa, umożliwia administrowanie zapasami wyrobów przeznaczonych do sprzedaży w poszczególnych halach sklepów wielkopowierzchniowych. Wszystkie hale sprzedażowe są wyposażone w jeden zintegrowany system informatyczny [8 s. 434].

Uwikłanie sklepów wielkopowierzchniowych w sieci oraz wykorzystanie z informatyzowanych systemów wspomagania spowodowało eksplozję globalnego handlu detalicznego [7 s. 545]. Firmy oferują niespotykany wachlarz asortymentów, w porównaniu z tradycyjnymi sklepami detalicznymi, przy jednocześnie konkurencyjnych cenach. Sukces opiera się na logistyce, wykorzystującej najnowsze techniki informacyjne oraz na efekcie synergii wynikającym z uwikłania organizacji w międzynarodową sieć zależności. Pozwala to wypracować globalnym detalistom przewagę nad lokalnymi przedsiębiorcami, dzięki zastosowaniu najnowszych technik informatyczno-informacyjnych, rozbudowanej infrastruktury oraz kwalifikacjom tysięcy osób, sterujących potokami dóbr.

Tabela 1. Systemy wspomagające współpracę przedsiębiorstw zastosowane w sklepach wielkopowierzchniowych
Table 1. Business supporting systems which are used in large retail establishment

Nazwa systemu	Opis
Zarządzanie relacjami z klientami – Customer Relationship Management (CRM)	<ul style="list-style-type: none"> * obejmuje interakcje przedsiębiorstwa z aktualnymi i przyszłymi klientami, * kształtuje lojalność i zapobiega odejściu klientów, * bazuje na wsparciu informatycznym oraz na działalności osób, które aktywnie pozyskują nowych klientów. * dąży do efektywnej współpracy z dostawcami, aby deklaracje składane klientom były realizowane.
Zarządzanie zapasami przez sprzedającego – Vendor Managed Inventory (VMI)	<ul style="list-style-type: none"> * wymaga zaangażowania się dostawcy w proces niedopuszczenia do powstawania braków na półkach sklepowych. * klasyczny model składania zamówień na produkty zastępuje śledzeniem poziomu zapasów i w odpowiednim momencie reagowaniem dostawą na niebezpieczeństwo braku produktu. * wymaga porozumienia pomiędzy dostawcami.
Program ciągłego uzupełniania zapasów – Continuous Replenishment Program (CRP)	<ul style="list-style-type: none"> * sygnał uruchamiający procedurę dostawy nadawany z punktów sprzedaży * wymaga wyposażenia informatycznego. * wdrażany do sterowania przepływami pomiędzy regionalnymi centrami dystrybucji i sieciami handlowymi.
Efektywna obsługa klienta - Efficient Consumer Response (ECR)	<ul style="list-style-type: none"> * poszukuje rozwiązań prowadzących do zaspokojenia potrzeb klientów i stymuluje zwiększenie popytu. * łączy działalności marketingową, produkcyjną i dostawczą.
Współdziałanie w planowaniu, prognozowaniu i uzupełnianiu zapasów – Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)	<ul style="list-style-type: none"> * poszerza zakres wspólnego działania między dwoma (lub więcej) podmiotami w opracowaniu planów strategicznych i promocyjnych oraz współpracy. * działania promocyjne oraz współpraca w tworzeniu prognoz uzupełniania zapasów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8 s. 43-60]

KONCEPCJA ZARZĄDZANIA ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Koncepcja zarządzania łańcuchem dostaw jest względnie nowa – powstała na początku lat 90. W pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych teoretycy i praktycy zarządzania zaczęli przykładać coraz większą wagę do koordynacji różnych funkcji biznesowych nie tylko wewnątrz organizacji, ale również między organizacjami. Ten trend dał początek filozofii SCM (Supply Chain Management).

Sklep wielkopowierzchniowy może być jednym z ogniw łańcucha dostaw (rysunek 1.).

Rysunek 1. pokazuje, że sklepy wielkopowierzchniowe są istotnymi ogniwami łańcuchów dostaw. Łańcuchy mogą różnić się stopniem skomplikowania (liczbą posiadanych ogniw). Bez względu na stopień skomplikowania łańcucha, sklepy wielkopowierzchniowe pełnią w nim bardzo ważną funkcję, ponieważ łączą dostawców i klientów (spajają podaż dostawców i popyt klientów). Niezwykle istotne jest aby traktować sklepy wielkopowierzchniowe jak ogniwo podstawowe, a nie pomocnicze (operatorzy logistyczni, inwestorzy, firmy badające rynek).

Najważniejszymi zaletami traktowania sklepów wielkopowierzchniowych jako kluczowego ogniw łańcucha dostaw są [2 s. 104]:

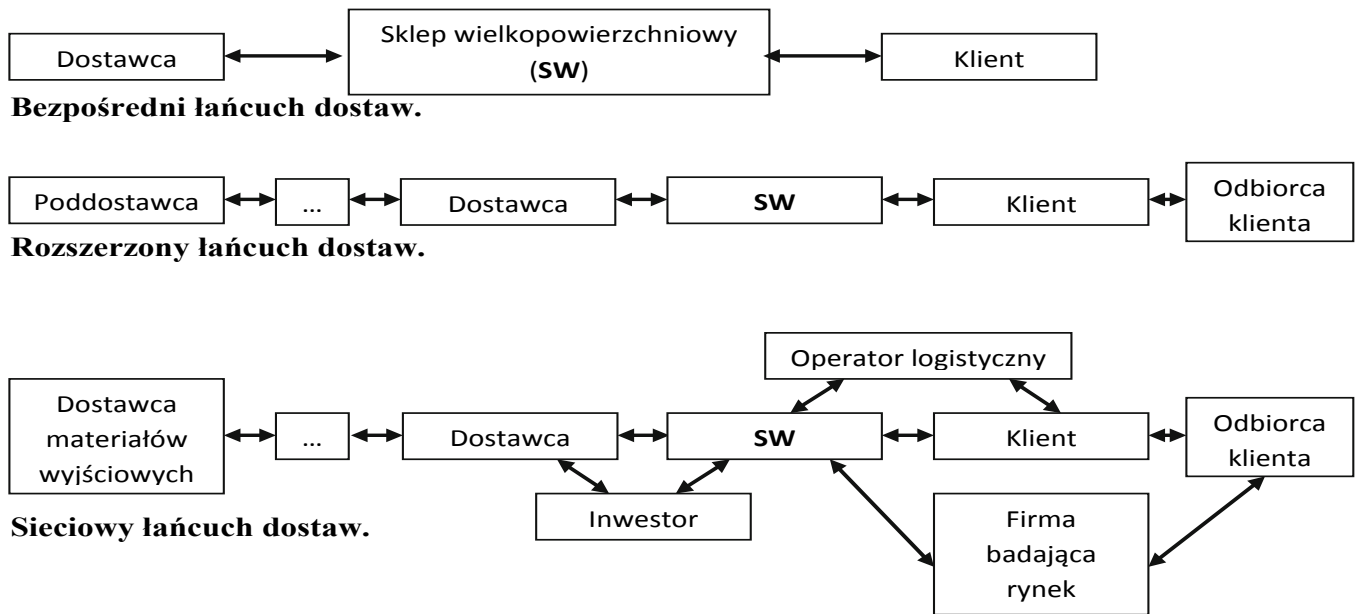
- Powstanie zbiorczego obrazu popytu na produkty i ich komponenty pozyskiwane w ramach łańcucha dostaw.
- Zintegrowanie planowanej sprzedaży z istniejącymi ograniczeniami (materiały, czas, cykle produkcyjne).
- Zwiększenie satysfakcji klientów z otrzymywanych produktów.

- Poprawa elastyczności łańcucha dostaw w burzliwym otoczeniu rynkowym.
- Poprawa rentowności łańcucha dostaw oraz wzrost sprzedaży.
- Skrócenie czasu procesów zachodzących w łańcuchu dostaw oraz minimalizacja kosztów w jego obrębie.

Istnieje różnica pomiędzy tradycyjnym pojmowaniem logistyki a nowoczesną koncepcją zarządzania łańcuchem dostaw. Logistyka skupia się najczęściej na zarządzaniu zapasami, zaopatrzeniu i dystrybucji. Zarządzanie łańcuchem dostaw jest pojęciem szerszym. Według Michaela Hugosa obejmuje całość czynności logistycznych oraz marketing, finanse, opracowywanie nowych produktów i obsługę klienta [6 s. 16]. W celu efektywnego zarządzania łańcuchem dostaw konieczne jest stosowanie podejścia systemowego a więc zrozumienie współzależności jakie zachodzą wewnątrz firmy oraz pomiędzy firmami tworzącymi ogniwa łańcucha dostaw. W myśl podejścia systemowego nowoczesne zarządzanie łańcuchem dostaw powinno kłaść szczególny nacisk na sklepy wielkopowierzchniowe, które są ogniwem bezpośrednio styczonym z klientem. Często sukces całego łańcucha dostaw jest w bardzo dużej mierze zależny od efektywnego funkcjonowania sklepów wielkopowierzchniowych.

Donald F. Wood uważa, że podstawowymi czynnikami wpływającymi na efektywną implementację modelu SCM są [10 s. 122-133]:

- **Siła klienta** – jest coraz większa, ze względu na lepszy dostęp klienta do informacji oraz częstą zmianę jego preferencji i potrzeb. Istotne jest aby ogniwa łańcucha, które mają bezpośrednią styczność z klientem (np. sklepy wielkopowierzchniowe) były wspierane przez pozostałych



Rys. 1. Sklep wielkopowierzchniowy jako ogniwo łańcucha dostaw.

Fig. 1. Large retail establishment as a part of the supply chain system.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [10 s. 120]

członków łańcucha dostaw, np. poprzez wymianę know-how oraz innowacje techniczno-technologiczne i marketingowe.

- **Orientacja długoterminowa** – umożliwia wkroczenie w związki partnerskie pomiędzy jego uczestnikami, co przejawia się spójnością celów, wymianą zasobów (głównie informacji) oraz wspólnym podejmowaniem decyzji o charakterze strategicznym.
- **Postęp technologiczny** – pojawienie się oprogramowania oraz rozpowszechnienie Internetu, umożliwia przeniesienie zarządzania łańcuchem na nowy, globalny poziom, a więc udostępnienie wszystkim uczestnikom łańcucha wglądu do informacji dotyczących np. poziomu zapasów, wysokości popytu, czy zdolności produkcyjnych. Skomputeryzowanie łańcucha dostaw optymalizuje realizację funkcji planowania i kontroli.
- **Sprawność komunikacji międzyorganizacyjnej** – zależy od jakości technologii w łańcuchu dostaw. Organizacje wchodzące w jego skład mogą bez problemu dzielić się ogromnymi ilościami danych w czasie rzeczywistym. Informacje z punktów sprzedaży detalicznej można przekazywać bezpośrednio dostawcom, którzy dostosują swoje linie produkcyjne do potrzeb i natychmiast przekazują wiedzę swoim poddostawcom).
- **Sterowanie zapasami** – osiągnięcie płynniejszego i lepiej kontrolowanego przepływu zapasów (zmniejszanie ilości kosztownych nadwyżek w magazynach).
- **Współpraca międzyorganizacyjna** – polega na formalnych i nieformalnych relacjach pomiędzy producentami, a ich dostawcami, poddostawcami i klientami, nawiązywaniu i zacieśnianiu relacji w celu poprawy wyników działania oraz osiągania wspólnych korzyści.
- **Ogniwa pomocnicze w łańcuchu dostaw** – usprawnienie koordynacji pomiędzy poszczególnymi ogniwami łańcucha (np. usługodawcy finansowego, usługodawcy logistycznego, czy firmy badającej rynek). W nowo-

czesnych łańcuchach dostaw stosowany jest outsourcing logistyki, polegający na powierzaniu zewnętrznym, wyspecjalizowanym usługodawcom procesów logistycznych w łańcuchu, np. magazynowania.

Należy pamiętać, że pomiędzy przedstawionymi czynnikami istnieją silne współzależności np. postęp technologiczny może przyczynić się do poprawy komunikacji pomiędzy organizacjami, natomiast na poprawę współpracy międzyorganizacyjnej wpływa orientacja długoterminowa. Chcąc otrzymać efektywny łańcuch dostaw nie należy koncentrować się na jednym aspekcie np. implementacji najnowocześniejszych rozwiązań technologicznych, ale stopniowo rozwijać wszystkie czynniki, które wpływają na efektywną implementację modelu SCM.

Istnieje wiele modeli SCM opracowanych przez specjalistów zarządzania i logistyki. Najpopularniejsze z nich, powszechnie wykorzystywane w praktyce przez światowe korporacje w praktyce, zostały zaprezentowane w poniższej tabeli.

Tabela 2. Najpopularniejsze modele SCM

Table 2. The most popular SCM models

Autorzy modelu	Nazwa modelu
Rada Profesjonalistów ds. Zarządzania Łańcuchem Dostaw	Model SCOR (Supply Chain Operations Reference).
Globalne Forum ds. Łańcuchów Dostaw	Model GSCF (Global Supply Chain Forum).
Amerykańskie Centrum ds. Produktywności i Jakości.	Model PCF (Process Classification Framework).

Źródło: Murphy P.R., Wood F.D. 2011 [10]

Wszystkie powyższe modele SCM uwzględniają sklepy wielkopowierzchniowe jako ogniwo łańcucha dostaw. Najpopularniejszy w praktyce biznesowej jest model SCOR, stworzony przez Radę Profesjonalistów ds. Zarządzania Łańcuchem Dostaw. Identyfikuje on procesy biznesowe w sposób umożliwiający organizacjom ich wdrożenie, ocenę i kontrolę. Model SCOR wyróżnia pięć podstawowych procesów składających się na zarządzanie łańcuchem dostaw a więc: planowanie, zaopatrzenie, produkcja, dostarczenie oraz obsługa zwrotów. Pozostałe dwa modele (GSCF oraz PCF) to rozbudowane o kolejne elementy wersje modelu SCOR.

Modele SCOR, GSCF oraz PCF mogą również służyć do benchmarkingu i oceny działań logistycznych. Benchmarking jest jednym z podstawowych pojęć zarządzania jakością i polega na ciągłym procesie porównywania standardów funkcjonowania danej organizacji z najbliższym konkurentem lub liderem branży [11 s. 64]. Benchmarkingowi na przykład może zostać poddana efektywność funkcjonowania określonych ogniw łańcucha. Modele SCOR, GSCF i PCF pozwalają na zdefiniowanie wybranych standardów logistycznych oraz ich kontrolę, porównanie i ocenę w stosunku do lidera branżowego lub bezpośredniego konkurenta.

TRANSPORT I MAGAZYNOWANIE W SKLEPACH WIELKOPOWIERZCHNIOWYCH

Transport w sklepach wielkopowierzchniowych

Kluczowymi aspektami poprawnego funkcjonowania każdego sklepu wielkopowierzchniowego w strukturze łańcucha dostaw jest transport i magazynowanie. Transport według Donalda F. Wooda to fizyczny, rzeczywisty ruch ludzi i towarów pomiędzy dwoma punktami [10 s. 311]. Z kolei Stanisław Krawczyk definiuje transport jako ściśle określony ciąg czynności, w wyniku których towar przemieszcza się od nadawcy do odbiorcy, co odbywa się w systemie transportowym. Według Krawczyka na system transportowy składają się środki transportu, infrastruktura transportowa oraz system zarządzania ruchem środków transportowych [8 s. 273].

Gałęzie transportu wykorzystywane w dostawie towarów do sklepów wielkopowierzchniowych to: transport lotniczy, samochodowy, przesyłowy, kolejowy oraz wodny (morski i śródlądowy).

Atrakcyjność danej gałęzi transportu zależy od jej następujących atrybutów [10 s. 311]:

- Kosztów (cena przewoźnika za transport towaru).
- Prędkości (czas w jakim towar zostanie dostarczony do finalnego odbiorcy).
- Elastyczności (ciągłość transportu oraz możliwość dotarcia do finalnego odbiorcy).
- Uniwersalności transportu (przejawia się liczbą odmiennych produktów, jakie mogą być przewożone).
- Ładowności (maksymalna ilość produktów jaka może być przewieziona naraz).

Każda z form transportu w łańcuchu dostaw ma swoje silne i słabe strony, przedstawione w tabeli 3. Ilość znaków „+” w poszczególnych komórkach tabeli symbolizuje natężenie danego atrybutu. Na przykład, „+++++” przy prędkości

transportu lotniczego oznacza, że jest on najszybszym rodzajem transportu.

Tabela 3. Silne i słabe strony form transportu wykorzystywanych przez sklepy wielkopowierzchniowe
Table 3. Advantages and drawbacks of form of transport which can be used by large retail establishment

	Koszt transportu	Prędkość transportu	Elastyczność transportu	Uniwersalność transportu	Ładowność transportu
Transport lotniczy	+++++	+++++	++	++	++
Transport samochodowy	++++	++++	+++++	+++	+
Transport kolejowy	+++	+++	++++	++++	+++
Transport wodny (śródlądowy i morski)	++	+	+++	+++++	++++

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [10 s. 313-322]

W nowoczesnych łańcuchach dostaw sklepy wielkopowierzchniowe wykorzystują wiele form transportu. Rozwinięciem idei łączenia różnych gałęzi transportu jest transport intermodalny, w którym do przewiezienia towaru używa się pojemnika lub innego urządzenia transportowego. Przenoszony jest on z jednego środka transportu danej gałęzi transportu na inny środek transportu innej gałęzi bez rozładowania i naruszania jego zawartości.

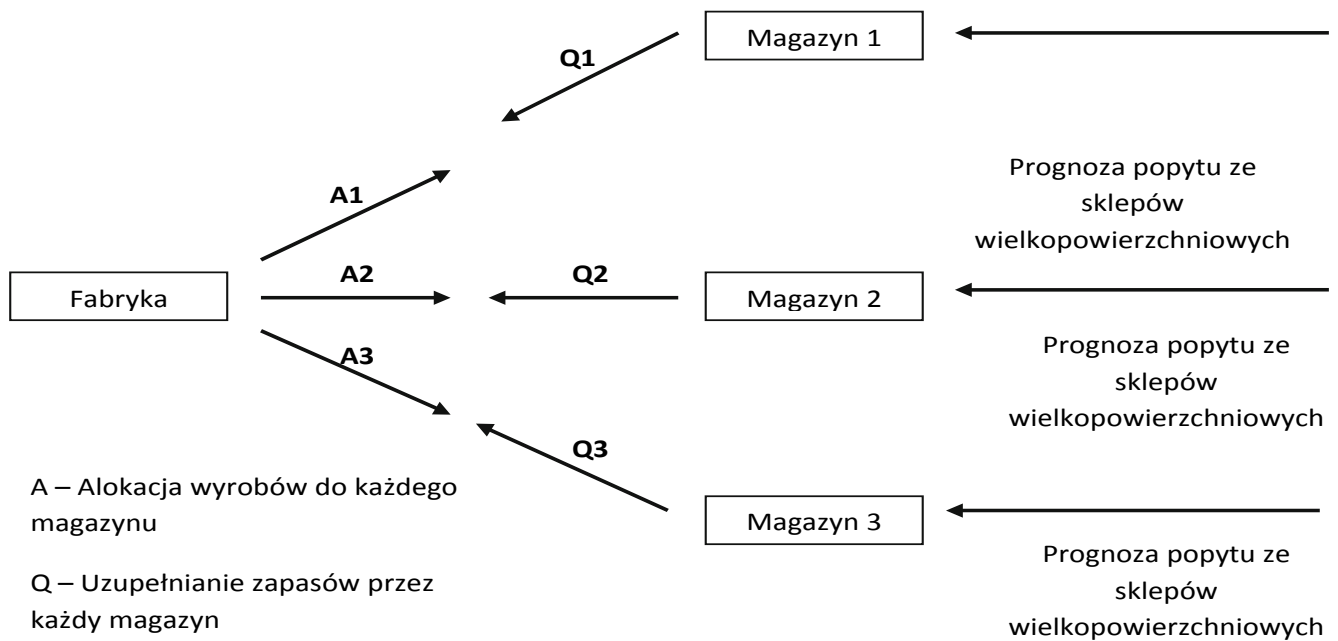
Przykład transportu intermodalnego to transport drogowo-szynowy (piggyback) wykorzystujący kontenery lub naczepy ciężarowe na wagonie-platformie, dzięki czemu uzyskuje się niskie koszty przewozu kolejowego oraz elastyczność transportu samochodowego [10 s. 322].

Magazynowanie w sklepach wielkopowierzchniowych

Drugim aspektem prawidłowego funkcjonowania sklepów wielkopowierzchniowych w łańcuchu dostaw jest magazynowanie, określane jako transport z prędkością zera kilometrów na godzinę [10 s. 258]. Magazynowanie jest spowodowane dążeniem do zniwelowania różnic pomiędzy popytem a podażą. Elżbieta Gołębska określa magazyn jako jednostkę funkcjonalno-organizacyjną, która służy do przechowywania dóbr w określonej przestrzeni budowli magazynowej [5 s. 117]. Jest on wyposażony w odpowiednią technologię i urządzenia umożliwiające efektywne zarządzanie zapasami, ponieważ konsumpcja produktów nie zachodzi bezpośrednio po ich wytworzeniu. Magazynowanie wyrównuje różnice w tempie i wielkości przepływu towarów. Pozostałe funkcje magazynowania to akumulowanie, rozdzielanie, budowanie asortymentu według rodzaju dóbr oraz budowanie asortymentu według segmentów rynkowych.

Polityka zarządzania zapasami w łańcuchu dostaw sprowadza się do wyboru podejścia ciągnionego (pull approach) lub podejścia pchanego (push approach) [5 s. 117], zaprezentowanych na rysunku 2.

Podejście pchane (push approach) polega na dostawach do każdego magazynu na podstawie prognoz pochodzących



Rys. 2. Podejście ciągnięte i podejście pchane w zarządzaniu zasobami łańcucha dostaw.

Fig. 2. Pull and push approach in supply chain management.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1 s. 333]

ze sklepów wielkopowierzchniowych. Podejściu push odpowiadają litery A1, A2 i A3 na rysunku 2. Podejście ciągnięte (pull approach) polega na uzupełnianiu zapasów o wielkości bazujące na specyficznych zamówieniach każdego magazynu. Na rysunku 2. zostało ono zobrazowane za pomocą liter Q1, Q2 oraz Q3.

Według Elżbiety Gołembskiej metoda pull jest najbardziej popularna w ostatnim ogniwie łańcucha logistycznego (głównie w sklepach wielkopowierzchniowych) i w większości dotyczy sprzętu gospodarstwa domowego oraz produktów żywnościowych. Dzięki niej można utrzymywać minimalny poziom zapasów. Metoda push jest wykorzystywana w przypadku istnienia dużych dostaw [5 s. 108].

PODSUMOWANIE

Nowoczesne podejście do zarządzania łańcuchem dostaw traktuje sklepy wielkopowierzchniowe jako integralne ogniwo łańcucha. Dzieje się tak, ponieważ sklepy wielkopowierzchniowe mają bezpośredni kontakt z finalnymi klientami. Taka orientacja pozwala zintegrować planowaną sprzedaż z istniejącymi ograniczeniami (materiałów, czasu, cykli produkcyjnych), zwiększyć satysfakcję klientów z otrzymywanych produktów, poprawić elastyczność łańcucha w burzliwym otoczeniu rynkowym, zwiększyć sprzedaż oraz zminimalizować koszty w obrębie łańcucha.

Traktowanie sklepów wielkopowierzchniowych jako integralnego ogniwa łańcucha dostaw jest również praktykowane w najpopularniejszych modelach SCM, takich jak: SCOR (Supply Chain Operations Reference), GSCF (Global Supply Chain Forum) oraz PCF (Process Classification Framework).

Za traktowaniem sklepów wielkopowierzchniowych jako istotnego ogniwa łańcucha dostaw przemawia również fakt,

że są one w dużej mierze odpowiedzialne za wybór form transportu w obrębie łańcucha dostaw oraz wybór podejścia w zarządzaniu zasobami.

LITERATURA

- [1] BALLOU R. 2004. *Business Logistics Supply Chain Management*. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- [2] BENDKOWSKI J., KRAMARZ M., KRAMARZ W. 2010. *Metody i techniki ilościowe w logistyce stosowanej. Wybrane zagadnienia*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- [3] CHWAŁEK J., CIECHOMSKI W., SZULCE H. 2008. *Ekonomika Handlu. Część 1*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- [4] GLINKA B., HENSEL P. 2006. *Projektowanie organizacji*. Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- [5] GOŁEMBSKA E. 2009. *Logistyka w gospodarce światowej*. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- [6] HUGOS M. 2011. *Zarządzanie łańcuchem dostaw*. Wydawnictwo Helion, Gliwice.
- [7] KOŹMIŃSKI A.K. 2000/2010. *Zarządzanie międzynarodowe*. W: Koźmiński A.K. *Zarządzanie. Teoria i Praktyka*. PWN, Warszawa.
- [8] KRAWCZYK S. 2011. *Logistyka, Teoria i Praktyka Tom 1*. Difin, Warszawa.
- [9] MAZUR K. P., PAWŁOWSKI M., PIĄTKOWSKI A. 2013. *Franczyza jako forma uwikłania organizacji w sieć*. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, Warszawa, nr 1, 150-155.
- [10] MURPHY P. R., WOOD F. D. 2011. *Nowoczesna Logistyka*. Wydawnictwo Helion, Gliwice.
- [11] SUPERNAT J. 2005. *Zarządzanie*. Wydawnictwo Kolonia Limited, Wrocław.

Dr hab. prof. nadzw. Mirosław KARPIUK
 Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
 Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

OCHRONA KONSUMENTÓW JAKO STANDARD BEZPIECZEŃSTWA OBROTU GOSPODARCZEGO®

Consumer protection as a standard within the security of business trading®

Słowa kluczowe: konsument, konkurencja, bezpieczeństwo obrotu gospodarczego.

Problematyka podjęta w artykule dotyczy bezpieczeństwa obrotu gospodarczego oraz publicznoprawnych działań dotyczących sfery ochrony konsumentów, w jego ramach. Konsument, jako słabszy podmiot występujący na rynku musi być wyposażony w stosowne środki, które pozwolą mu na swobodne podejmowanie decyzji rynkowych (w granicach określonych prawem i własnym statusem materialnym), nie będąc zmuszonym do przyjmowania niekorzystnych warunków narzuconych przez przedsiębiorcę.

Key words: consumer, competition, security of business trading.

The issue discussed in the article concerns the security of business trading, within which there is a need to take regulatory action in the sphere of consumer protection. The consumer, as the weaker subject of the market, must be equipped with appropriate measures that will enable them to make free market decisions (within the limits of the law and their own material status), and at the same time not being forced to accept unfavorable conditions imposed by the trader.

WSTĘP

Jednym z podmiotów, który występuje w obrocie gospodarczym jest konsument. Jest to co do zasady „słabsza”, „nieprofesjonalna” strona stosunków gospodarczych, w związku z czym podmioty publiczne muszą mu zapewnić stosowną (wymaganą prawem) ochronę, przede wszystkim w kontaktach z przedsiębiorcą [3, s. 234]¹. Ochrona ta kształtuje status konsumenta, jako podmiotu gry rynkowej, którego pozycja i potrzeby powinny być brane pod uwagę przy podejmowaniu przez przedsiębiorcę decyzji ekonomicznych dotyczących sfery podaży i popytu.

Bezpieczeństwo obrotu gospodarczego jest istotnym czynnikiem zapewniającym stabilność gospodarczą, niezwykle pożądaną z punktu widzenia bezpieczeństwa ekonomicznego. Zapewnienie bezpieczeństwa obrotu gospodarczego stanowi wyznacznik polityki ekonomicznej państwa, leży to nie tylko w interesie państwa, czy konsumentów, ale także i przedsiębiorców. Relacje występujące na linii konsument – przedsiębiorca muszą być nie tylko czytelne, czy stabilne, ale również respektowane oraz wymagalne. Z punktu widzenia bezpieczeństwa obrotu gospodarczego konieczne jest

ukształtowanie na odpowiednim poziomie ochrony konsumentów. Ochrona ta ma przede wszystkim charakter publicznoprawny i stanowi zadanie (jak i wyzwanie) dla administracji publicznej różnego szczebla.

Celem artykułu jest wskazanie wybranych elementów ochrony konsumentów traktowanej jako standard ustroju ekonomicznego i bezpieczeństwa obrotu gospodarczego.

ZAKAZ PRAKTYK NARUSZAJĄCYCH INTERESY KONSUMENTÓW

Według przepisów cywilnoprawnych konsumentem jest osoba fizyczna dokonująca czynności prawnej niezwiązanej bezpośrednio z jej działalnością gospodarczą lub zawodową². Osoba fizyczna, aby stała się konsumentem powinna nawiązać relacje prawne z podmiotem, który prowadzi działalność gospodarczą. Odnosnie pojęcia konsumenta nie chodzi o cechę własną osoby fizycznej, a analizę stosunku o charakterze zobowiązaniowym. O tym, czy dany podmiot jest konsumentem, czy też nie, decyduje to, z kim wchodzi w relacje oraz jaki charakter mają te relacje³.

¹ Należy podkreślić, że dla efektywnej ochrony prawnej konsumenta wymagane jest stosowanie narzędzi zarządzania publicznego, A. Kunert-Diallo, *Ochrona konsumenta na rynku usług lotniczych w strukturze administracji publicznej*, (w:) E. Jasiuk, G.P. Maj (red.), *Wyzwania i dylematy związane z funkcjonowaniem administracji publicznej*, Radom 2012, s. 328. Ochrona interesów i praw konsumentów jest na tyle istotna, że ustawodawca powołał w tym celu wyspecjalizowany podmiot – Inspekcję Handlową, która w związku z wykonywaniem powierzonych w tym zakresie zadań korzysta z atrybutu władztwa publicznego, M. Karpiuk, *Inspekcja Handlowa jako wyspecjalizowany organ kontroli, powołany do ochrony interesów i praw konsumentów oraz interesów gospodarczych państwa*, „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” 2013, Nr 2, s. 143. Zadania z zakresu ochrony interesów i praw konsumentów w województwie wykonuje wojewoda przy pomocy wojewódzkiego inspektora Inspekcji Handlowej, M. Karpiuk, *Zadania i kompetencje zespolonej administracji rządowej w sferze bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej. Aspekty materialne i formalne*, Warszawa 2013, s. 294.

² Art. 22¹ Ustawy z dnia 22 kwietnia 1964 r. Kodeks cywilny (t.j. Dz.U. z 2014 r., poz. 121 ze zm.), dalej jako k.c. Patrz także K. Gajda-Roszczyńska, *Sprawy o ochronę indywidualnych interesów konsumentów w postępowaniu cywilnym*, Warszawa 2012, s. 89.

³ Postanowienie Sądu Apelacyjnego w Szczecinie z dnia 28 sierpnia 2012 r., I ACz 399/12, LEX Nr 1216402. Ustawodawca w art. 22¹ k.c. nie wyznacza cech osobowych podmiotu uważanego za konsumenta, takich jak wymagany zakres wiedzy i doświadczenia w obrocie, stopień rozsądku, czy krytycyzmu wobec otrzymywanych informacji handlowych. Określenie powyższych cech następuje w toku stosowania przepisów o ochronie konsumentów. Co do zasady przyjmowany jest wzorzec konsumenta rozważnego, świadomego i krytycznego, który jest w stanie prawidłowo rozumieć kierowane do niego informacje. Nie ma podstaw do przyznania konsumentowi tak uprzywilejowanej pozycji, w ramach której byłby zwolniony z obowiązku przejawiania jakiegokolwiek staranności przy dokonywaniu oceny treści umowy, którą zamierza zawrzeć, Wyrok SN z dnia 13 czerwca 2012 r., II CSK 515/11, LEX Nr 1231312.

Godzenie w zbiorowe interesy konsumentów oznaczać będzie uszczerbek interesów konsumentów, członków danej grupy (określonego kręgu podmiotów), wyodrębnionych spośród ogółu konsumentów za pomocą wspólnego dla nich kryterium, poprzez stosowaną przez przedsiębiorcę praktykę, która obejmuje zarówno działania jak i zaniechania oraz może polegać na ich naruszeniu bądź zagrożeniu⁴.

Ustawodawca zakazuje stosowania praktyk, które naruszają zbiorowe interesy konsumentów, a więc godzące w nie bezprawne działania przedsiębiorcy, a w szczególności: 1) stosowanie postanowień wzorców umów, które zostały wpisane do rejestru postanowień wzorców umowy uznanych za niedozwolone⁵; 2) naruszanie obowiązku udzielania konsumentom rzetelnej, prawdziwej i pełnej informacji; 3) nieuczciwe praktyki rynkowe⁶ lub czyny nieuczciwej konkurencji. Nie stanowi zbiorowego interesu konsumentów suma indywidualnych interesów konsumentów⁷. Przepis ten definiuje, przez zawartą w nim egzemplifikację, podstawowe praktyki, które objęte są zakazem [8, s. 642].

Działania bezprawne, do których odnosi się art. 24 u.o.k.k., to zachowanie sprzeczne z nakazem lub zakazem zawartym w ustawie, umowie międzynarodowej mającej bezpośrednie zastosowanie w stosunkach wewnętrznych, rozporządzeniu oraz z zasadami współżycia społecznego. Bezprawność stanowi taką cechę działania, która polega na jego sprzeczności z normami prawa lub zasadami współżycia społecznego, bez względu na winę, a nawet świadomość sprawcy. Norma wynikająca z art. 24 u.o.k.k. nie ma w związku z tym samodzielnego znaczenia prawnego, lecz powinna być interpretowana oraz stosowana w określonym kontekście

normatywnym, pozwalającym na dokonanie oceny działań przedsiębiorcy w aspekcie ich zgodności z prawem⁸. Odpowiedzialność z tytułu naruszenia obowiązków, które wynikają z u.o.k.k. jest odpowiedzialnością o charakterze obiektywnym w tym sensie, że stwierdzenie zawinionego charakteru naruszenia nie jest konieczną przesłanką stwierdzenia naruszenia jej przepisów. Analiza przeprowadzona w przedmiocie winy przedsiębiorcy jest w związku z tym zbędna z punktu widzenia możliwości zastosowania przepisów prawa materialnego, takich jak zakaz praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów. Element subiektywny mający postać umyślności lub nieumyślności naruszenia przepisów ustawowych, określane mianem „winy” jest okolicznością braną pod uwagę przy ustalaniu wysokości kary⁹.

Zastosowanie środków ochrony interesów konsumentów jest możliwe jedynie w przypadku zaistnienia naruszenia interesu prawnego, powiązanego z określoną normą prawną, będącą źródłem uprawnień dla konsumentów. Samo przekonanie konsumentów, że doszło do naruszenia ich zbiorowego interesu, bez wykazania odpowiedniej podstawy prawnej, nie skutkuje uruchomieniem ochrony prawnej, nawet jeżeli można taki interes faktyczny racjonalnie uzasadnić [7, s. 599].

Umieszczenie klauzul w rejestrze postanowień wzorców umowy uznanych za niedozwolone ma ten skutek, że także inni przedsiębiorcy nie mogą się nimi posługiwać (rozszerzona prawomocność wyroków sądu ochrony konkurencji i konsumentów). Treść art. 24 u.o.k.k. za naruszenie zbiorowych interesów konsumentów (co skutkuje nałożeniem wysokiej kary pieniężnej) uznaje stosowanie przez przedsiębiorców w relacjach z konsumentami postanowień wzorców umów wpisanych do rejestru. Należy podkreślić, że prawomocność rozszerzona powinna być rozumiana jako skuteczność wpisanej do rejestru klauzuli niedozwolonej, nie tylko wobec podmiotu, co do którego został wydany stosowny wyrok, lecz również do wszystkich przedsiębiorców stosujących wzorce umowne w obrocie konsumenckim¹⁰. Postępowanie w sprawie kontroli klauzul używanych we wzorcach

4 Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 2 czerwca 2010 r., VI ACa 1323/09, LEX Nr 606332.

5 Prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów na podstawie prawomocnych wyroków uwzględniających powództwo o uznanie postanowień wzorca umowy za niedozwolone, prowadzi rejestr postanowień wzorców umowy uznanych za niedozwolone, który ma charakter jawny, art. 479⁴⁵ k.p.c. Wzór rejestru zawiera załącznik do Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 19 lipca 2000 r. w sprawie wzoru rejestru postanowień wzorców umowy uznanych za niedozwolone (Dz.U. Nr 62, poz. 723 ze zm.). W przedmiocie rejestru patrz także K. Samulska, *Katalog niedozwolonych klauzul dotyczących sprzedaży konsumenckiej*, (w:) R. Sowiński (red.), *Instrumenty ochrony konsumenta*, Gorzów Wielkopolski 2010, s. 59. Wpisowi podlegają same postanowienia wzorca umowy uznane za niedozwolone, a podstawę wpisu stanowi sentencja wyroku, M. Rejda, *Postępowanie w sprawach o uznanie postanowień wzorca umowy za niedozwolone. Komentarz*, Warszawa 2009, s. 190. Powaga rzeczy osądzonej wyroku uznającego postanowienie wzorca umowy za niedozwolone wyłącza, od chwili wpisania tego postanowienia do rejestru, ponowne wytoczenie powództwa w tym przedmiocie, także przez osobę nie biorącą udziału w sprawie, w której wydano wyrok, Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 4 lipca 2013 r., VI ACa 1497/12, LEX Nr 1362973. Celem postępowania w sprawie abstrakcyjnej kontroli klauzul używanych we wzorcach umownych jest wyeliminowanie określonych postanowień wzorców, a nie postanowień umów. Stosowanie określonych sformułowań lub unormowań nie oznacza zatem, że jest wyłączone w ogóle w obrocie cywilnym. Niedozwolone jest wyłącznie posługiwanie się nimi we wzorcach umów, a legalność ich stosowania w konkretnej umowie może być badana w trybie kontroli incydentalnej, uwzględniając przy tym postanowienia całej umowy, m.in. dotyczące rozkładu praw i obowiązków stron, ryzyka, jakie ponoszą, Wyrok SN z dnia 23 października 2013 r., IV CSK 142/13, LEX Nr 1385868.

6 Praktyką naruszającą zbiorowe interesy konsumentów będzie w szczególności nieuczciwa praktyka rynkowa, przy której należy wykazać, że godzi ona w zbiorowe interesy konsumentów, Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 5 lutego 2013 r., VI ACa 1021/12, LEX Nr 1299015.

7 Art. 24 Ustawy z dnia 16 lutego 2007 r. o ochronie konkurencji i konsumentów (Dz.U. Nr 50, poz. 331 ze zm.), dalej jako u.o.k.k.

8 Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 6 grudnia 2012 r., VI ACa 861/12, LEX Nr 1324817. Patrz także D. Miąsik, *Publicznoprawna ochrona interesów konsumentów w Polsce – zalety i wady dotychczasowej praktyki (na przykładzie decyzji Prezesa UOKiK z 2010 roku)*, (w:) R. Stefanicki (red.), *Potencjalne i rzeczywiste standardy ochrony prawnej konsumenta*, Wrocław 2011, s. 123-127.

9 Wyrok SN z dnia 21 kwietnia 2011 r., III SK 45/10, LEX Nr 901645.

10 Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 24 października 2013 r., I ACa 535/13, LEX Nr 1394306. Praktyką naruszającą zbiorowe interesy konsumentów, na którą wskazuje art. 24 ust. 2 pkt 1 u.o.k.k. jest dalsze stosowanie przez przedsiębiorcę postanowienia o identycznej treści z postanowieniem wpisanym do rejestru postanowień wzorców umowy uznanych za niedozwolone w wyniku postępowania z udziałem tego samego przedsiębiorcy, któremu zarzuca się naruszenie zakazu wynikającego z art. 24 ust. 1 u.o.k.k., Wyrok SN z dnia 12 kwietnia 2011 r., III SK 44/10, OSNP 2012, Nr 9-10, poz. 132. Zastosowanie art. 24 ust. 1 i 2 pkt 1 u.o.k.k. wyczerpuje ustalenie, że wzorzec, jakim posługuje się przedsiębiorca, zawiera niedozwolone postanowienia. Przepis ten nie odnosi się do konkretnych umów zawartych z klientami. Nie jest zatem istotna liczba konsumentów, których interesy zostały naruszone, jak również czy którykolwiek z nich poniósł szkodę. Będzie chodziło tutaj o działania przedsiębiorcy, które jest adresowane do nieograniczonego kręgu konsumentów, jak i określonych grup. Interesem, który jest chroniony, jest interes prawny konsumenta, rozumiany jako określone potrzeby konsumenta zasługujące w ocenie ustawodawcy na szczególną ochronę. Przedmiotem powyżej wskazanej ochrony nie będzie interes ekonomiczny konsumenta, Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 24 września 2010 r., VI ACa 117/10, LEX Nr 684113.

umownych dotyczy samego wzorca, nie odszkodowania, czy też innego rodzaju odpowiedzialności, a w swej istocie służy ochronie grupy konsumentów [9, s. 296].

Konsument chroniony jest również przed niedozwolonymi postanowieniami umownymi, nie tylko przed postanowieniami wzorców umów uznanych za niedozwolone. Jest to ochrona szersza, zawierająca w swoim zakresie także tego rodzaju wzorce umów. Ochrona konsumenta przed niedozwolonymi postanowieniami realizowana jest poprzez: cywilnoprawną ochronę indywidualną; cywilnoprawną ochronę generalną wykonywaną poprzez kontrolę abstrakcyjną wzorca umownego; ochronę z wykorzystaniem środków administracyjnych; ochronę z wykorzystaniem środków karnych [6, s. 200].

Przedsiębiorcy mają prawo do kształtowania zachowań konsumentów, w związku z czym mogą wpływać na podejmowane przez nich decyzje odnośnie wyboru konkretnych towarów i usług. Działania w tym zakresie w stosunku do konsumentów są praktykami rynkowymi, które mogą być uczciwe, jak i nieuczciwe [2, s. 47]. W świetle art. 76 Konstytucji RP władze publiczne zobowiązane są do ochrony konsumentów, użytkowników i najemców przed działaniami zagrażającymi ich zdrowiu, prywatności i bezpieczeństwu, a także przed nieuczciwymi praktykami rynkowymi. Organy, które będą realizowały obowiązki wynikające z art. 76 Konstytucji RP, muszą mieć również na uwadze uprawnienia i interesy stron, z którymi beneficjenci będą zawierali umowy [1, s. 240].

Ustawodawca zakazuje stosowania nieuczciwych praktyk rynkowych. Praktyka rynkowa stosowana przez przedsiębiorców wobec konsumentów jest nieuczciwa, gdy jest sprzeczna z dobrymi obyczajami oraz w istotny sposób zniekształca lub może zniekształcić zachowanie rynkowe przeciętnego konsumenta przed zawarciem umowy dotyczącej produktu, w trakcie jej zawierania, bądź po jej zawarciu. Za taką uznaje się m.in. praktykę rynkową wprowadzającą w błąd oraz stosowanie sprzecznego z prawem kodeksu dobrych praktyk, jeżeli działania te spełniają wyżej wskazane przesłanki. Za nieuczciwą nieuczciwą praktykę rynkową uznaje się również prowadzenie działalności w formie systemu konsorcyjnego lub organizowanie grupy z udziałem konsumentów w celu finansowania zakupu w systemie konsorcyjnym¹¹.

W świetle art. 5 ust. 1 u.p.n.p.r. praktykę rynkową uznaje się za działanie wprowadzające w błąd, jeżeli w jakikolwiek sposób powoduje ona lub może powodować podjęcie przez przeciętnego konsumenta decyzji dotyczącej umowy, której inaczej by nie podjął. Ustawodawca nie określa kazuistycznie sposobów, które powodują lub mogą powodować błędną decyzję konsumenta co do umowy (zawarcia, zerwania, czy zmiany). Jako nieuczciwą praktykę postrzega się nie tylko działania powodujące podjęcie przez konsumenta błędnej decyzji, ale również działania mogące skutkować podjęciem takiej decyzji. Nie jest istotne, czy taka umowa została zawarta, zerwana, czy zmodyfikowana. Punktem odniesienia jest przeciętny konsument, a nie jakaś reprezentatywna

grupa konsumentów, która mogłaby podjąć tego rodzaju decyzję. Przepis ten odnosi się do działań powodujących u konsumenta błędne przeświadczenie co do umowy.

Praktykę rynkową uznaje się za zaniechanie wprowadzające w błąd, na gruncie art. 6 ust. 1 u.p.n.p.r., jeśli pomija istotne informacje potrzebne przeciętnemu konsumentowi do podjęcia decyzji dotyczącej umowy, w związku z czym powoduje lub może powodować podjęcie przez niego decyzji dotyczącej umowy, której inaczej by nie podjął¹². Nieuczciwa praktyka rynkowa, jako zaniechanie wprowadzające w błąd, odnosi się do zatajenia informacji, którą stosujący taką praktykę posiada (zna), a pomija dla osiągnięcia celu, jakim jest podjęcie przez konsumenta błędnej decyzji odnośnie umowy.

Praktykę rynkową ustawodawca uznaje za agresywną, jeśli przez niedopuszczalny nacisk w znaczny sposób ogranicza ona lub może ograniczyć swobodę wyboru przeciętnego konsumenta lub jego zachowanie względem produktu i tym samym powoduje lub może powodować podjęcie przez niego decyzji dotyczącej umowy, której inaczej by nie podjął (art. 8 ust. 1 u.p.n.p.r.). Nieuczciwa, agresywna praktyka rynkowa nie musi ograniczać wyboru przeciętnego konsumenta lub jego zachowania względem produktu, wystarczy żeby istniało uzasadnione prawdopodobieństwo takiego ograniczenia.

Według art. 12 u.p.n.p.r., w przypadku dokonania nieuczciwej praktyki rynkowej konsument, którego interes został zagrożony lub naruszony, może żądać¹³: 1) zaniechania tej praktyki; 2) usunięcia skutków tej praktyki; 3) złożenia jednokrotnego lub wielokrotnego oświadczenia odpowiedniej treści i w odpowiedniej formie; 4) naprawienia wyrządzonej szkody na zasadach ogólnych, w szczególności żądania unieważnienia umowy z obowiązkiem wzajemnego zwrotu świadczeń, jak również zwrotu przez przedsiębiorcę kosztów związanych z nabyciem produktu; 5) zasądzenia odpowiedniej sumy pieniężnej na określony cel społeczny, związany ze wspieraniem kultury polskiej, ochroną dziedzictwa narodowego lub ochroną konsumentów.

Z określonymi roszczeniami mogą również wystąpić: 1) Rzecznik Praw Obywatelskich; 2) Rzecznik Ubezpieczonych; 3) krajowa lub regionalna organizacja, której celem statutowym jest ochrona interesów konsumentów; 4) powiatowy (miejski) rzecznik konsumentów¹⁴. Ustawodawca w art. 12 ust. 1 u.p.n.p.r. wskazuje czego może domagać się konsument w przypadku dokonania nieuczciwej praktyki,

11 Art. 4 Ustawy z dnia 23 sierpnia 2007 r. o przeciwdziałaniu nieuczciwym praktykom rynkowym (Dz.U. Nr 171, poz. 1206), dalej jako u.p.n.p.r. Nieuczciwa praktyka rynkowa będzie również miała miejsce, gdy dany czyn jest zgodny z prawem, ale jest sprzeczny z dobrymi obyczajami, A. Michalak, *Przeciwdziałanie nieuczciwym praktykom rynkowym. Komentarz*, Warszawa 2008, s. 71.

12 Ustawodawca w przypadku wprowadzenia w błąd, jako nieuczciwej praktyki rynkowej, określa dwie formy takiej nieuczciwej praktyki, jest to działanie (czynne wprowadzenie w błąd) oraz zaniechanie (bierne wprowadzenie w błąd), D. Wacinkiewicz, *Normatywna deskrypcja nieuczciwych praktyk rynkowych (wprowadzenie w problematykę)*, (w:) R. Sowiński (red.), *Instrumenty ochrony konsumenta*, Gorzów Wielkopolski 2010, s. 43.

13 Wystąpienie przez konsumenta z roszczeniami w przypadku nieuczciwej praktyki rynkowej wymaga wykazania naruszenia, bądź zagrożenia interesu prawnego konsumenta. W związku z powyższym *actio popularis* to indywidualna skarga wniesiona przez samego konsumenta, którego interes ekonomiczny został zagrożony lub naruszony przez nieuczciwą praktykę rynkową, M. Sieradzka, *Ustawa o przeciwdziałaniu nieuczciwym praktykom rynkowym. Komentarz*, Warszawa 2008, s. 238.

14 Samodzielne uprawnienie rzecznika konsumentów do występowania z roszczeniami w ramach uprawnienia wynikającego z art. 12 ust. 2 pkt 4 u.p.n.p.r., nie zwalnia go od odpowiedzialności z tytułu kosztów postępowania względem strony pozwanej, która wygrała sprawę, Postanowienie SN z dnia 17 kwietnia 2013 r., V CZ 124/12, LEX Nr 1341727.

będzie on jednak posiadał legitymację czynną, gdy jego interes został zagrożony lub naruszony. Nie jest zatem konieczne z punktu widzenia żądania konsumenta wykazanie naruszenia własnego interesu, gdyż wystarczy zaistnienie przesłanki takiego zagrożenia. Inne podmioty niż konsument (wyżej wymienione) mogą występować z roszczeniami: 1) zaniechania nieuczciwej praktyki rynkowej; 2) złożenia jednokrotnego lub wielokrotnego oświadczenia odpowiedniej treści i w odpowiedniej formie; 3) zasądzenia odpowiedniej sumy pieniężnej na określony cel społeczny, który jest związany ze wspieraniem polskiej kultury, ochroną dziedzictwa narodowego lub ochroną konsumentów. Katalog tych roszczeń jest węższy, niż w przypadku katalogu ustanowionego dla roszczeń, których może domagać się konsument.

OCHRONA KONSUMENTÓW PRZY ZAWIERTANIU UMÓW POZA LOKALEM PRZEDSIĘBIORSTWA I UMÓW NA ODLEGŁOŚĆ

Przedsiębiorca, który proponuje konsumentowi zawarcie umowy poza lokalem przedsiębiorstwa, zobowiązany jest do okazania przed zawarciem umowy dokumentu potwierdzającego prowadzenie działalności gospodarczej oraz dokumentu tożsamości. W przypadku zawierania umów w imieniu przedsiębiorcy zawierający umowę okazuje ponadto dokument potwierdzający swoje umocowanie¹⁵. Ustawodawca w celu ochrony konsumenta związanej z zawarciem umowy poza lokalem przedsiębiorstwa (w tym w mieszkaniu konsumenta) wprowadza stosowne rozwiązania, w ramach których zobowiązuje przedsiębiorcę do okazania w.w. dokumentów jeszcze przed zawarciem umowy. W tym przypadku nie jest konieczne wezwanie konsumenta do okazania przez przedsiębiorcę dokumentów określonych w tym przepisie, to na przedsiębiorcę został nałożony taki obowiązek, któremu ma uczynić zadość, nie wskazując jak ma to przebiegać.

Okazanie dokumentów legalizujących działanie podmiotu profesjonalnego ma charakter prewencyjny, co ułatwia jego identyfikację, utrudnioną z uwagi na miejsce zawarcia umowy. Uchybienia w tym zakresie nie powodują wadliwości umowy, która powodowałaby wyjęcie jej spod ochronnego reżimu u.o.p.k., jak również spod odpowiedzialności odszkodowawczej [4, s. 29-30].

Jak stanowi art. 3 ust. 1 u.o.p.k. podmiot zawierający z konsumentem umowę poza lokalem przedsiębiorstwa, powinien przed jej zawarciem poinformować konsumenta na piśmie o prawie odstąpienia od umowy w terminie dziesięciu dni od jej zawarcia oraz wręczyć wzór oświadczenia o odstąpieniu, z oznaczeniem swojego imienia i nazwiska (nazwy) oraz adresem zamieszkania (siedziby), zobowiązany jest również wręczyć konsumentowi pisemne potwierdzenie zawarcia umowy, z datą i rodzajem, a także przedmiotem świadczenia i ceną. Ochrona konsumenta na gruncie tego przepisu rozciąga się m.in. na zakres informacyjny, odnośnie możliwości odstąpienia od umowy bez negatywnych, prawnych konsekwencji.

Według art. 2 u.o.p.k. konsument, który zawarł umowę poza lokalem przedsiębiorstwa, może od niej odstąpić bez podania przyczyn, składając stosowne oświadczenie na piśmie, w terminie dziesięciu dni od zawarcia umowy¹⁶. Do zachowania tego terminu wystarczy wysłanie oświadczenia przed jego upływem. Nie jest dopuszczalne zastrzeżenie umowne, że konsumentowi wolno odstąpić od umowy za zapłatą oznaczonej sumy (odstępne). W przypadku odstąpienia od umowy, umowa jest uważana za niezawartą, a konsument zwolniony z wszelkich zobowiązań. To, co strony świadczyły, ulega zwrotowi w stanie niezmienionym, chyba że zmiana była konieczna w granicach zwykłego zarządu. Zwrot powinien nastąpić niezwłocznie, jednak nie później niż w terminie czternastu dni. W przypadku, gdy konsument dokonał jakichkolwiek przedpłat, należą się od nich odsetki ustawowe od daty dokonania przedpłaty. Ustawodawca w art. 2 u.o.p.k. gwarantuje konsumentowi, który zawarł umowę poza lokalem przedsiębiorstwa, prawną możliwość odstąpienia od umowy, zwalniającą tegoż konsumenta z wszelkich zobowiązań płynących z umowy, od której odstąpił. W przypadku spełnienia warunków przewidzianych w tym przepisie oraz w razie odstąpienia od umowy, przyjmuje się, że nie została ona zawarta. Ochrona konsumenta następuje w przypadku, gdy łącznie zachodzą następujące przesłanki: 1) złożył on oświadczenie o odstąpieniu od umowy na piśmie; 2) złożył oświadczenie o odstąpieniu od umowy w terminie dziesięciu dni od zawarcia umowy.

W świetle art. 6 u.o.p.k. umowy zawierane z konsumentem bez jednoczesnej obecności obu stron, przy wykorzystaniu środków porozumiewania się na odległość, w szczególności drukowanego lub elektronicznego formularza zamówienia niezadresowanego lub zaadresowanego, listu seryjnego w postaci drukowanej lub elektronicznej, reklamy prasowej z wydrukowanym formularzem zamówienia, jak również reklamy w formie elektronicznej, katalogu, telefonu, telefaksu, radia, telewizji, automatycznego urządzenia wywołującego, wizjofonu, wideotekstu, poczty elektronicznej lub innych środków komunikacji elektronicznej, stanowią umowy na odległość, jeśli kontrahentem konsumenta jest przedsiębiorca, który w taki sposób zorganizował swoją działalność¹⁷. Ustawowe warunki zakwalifikowania danej umowy jako „umowy zawieranej na odległość”, to: 1) zawarcie umowy bez jednoczesnej obecności obu stron; 2) zawarcie umowy przy wykorzystaniu stosownych środków, za pośrednictwem których dochodzi do porozumiewania się na odległość; 3) kontrahent konsumenta to przedsiębiorca, który w taki sposób zorganizował swoją działalność. Wszystkie trzy powyższe przesłanki muszą zaistnieć łącznie, aby można było mówić o umowie zawartej na odległość. Odnośnie środków porozumiewania się na odległość, art. 6 ust. 1 u.o.p.k. nie zawiera ich zamkniętego katalogu, a wskazuje przykładowe, najczęściej występujące w obrocie konsumenckim.

Ustawodawca w art. 7 u.o.p.k. przyznaje konsumentowi możliwość odstąpienia od umowy zawartej na odległość, zwalniając go z wszelkich zobowiązań, jeżeli zrobi to w ciągu

15 Art. 1 ust. 1 Ustawy z dnia 2 marca 2000 r. o ochronie niektórych praw konsumentów oraz o odpowiedzialności za szkodę wyrządzoną przez produkt niebezpieczny (t.j. Dz.U. z 2012 r., poz. 1225), dalej jako u.o.p.k.

16 Prawo odstąpienia od umowy bez podania żadnych przyczyn jest najważniejszą gwarancją dla konsumenta, P. Pałka, *Pojęcie konsumenta i jego prawa w obrocie cywilnoprawnym*, Gdynia 2011, s. 45.

17 Patrz także A. Monarcha-Matlak, *Obowiązki administracji w komunikacji elektronicznej*, Warszawa 2008, s. 130.

dziesięć dni, liczonych od dnia wydania rzeczy i gdy umowa dotyczy świadczenia usługi, od dnia jej zawarcia¹⁸.

Zawarcie umowy sprzedaży na odległość oznacza dla przedsiębiorcy szereg obowiązków informacyjnych (zdecydowanie więcej, niż przy umowie tradycyjnej), przy czym informacje określone w art. 9 u.o.p.k. powinny być jednoznacznie sformułowane, w sposób zrozumiały i łatwy do odczytania [5, s. 41].

WYKROCZENIA PRZECIWKO INTERESOM KONSUMENTÓW

Wykroczeniem przeciwko interesom konsumentów jest nabycie w celu odprzedaży z zyskiem biletu wstępu na imprezy artystyczne, rozrywkowe lub sportowe, bądź sprzedaż takich biletów z zyskiem. Usiłowanie oraz podżeganie i pomocnictwo odnośnie powyższego są również karalne¹⁹. Z punktu widzenia wykroczenia, jakim jest nabycie w celu odprzedaży z zyskiem biletu wstępu, nie jest konieczna jego odsprzedaż, wystarczy jego nabycie w konkretnym celu – odsprzedaży z zyskiem. Przy sprzedaży biletów z zyskiem, traktowanej jako wykroczenie przeciwko interesom konsumentów, nie jest konieczne, by przy nabyciu takiego biletu nabywający kupił go w celu odsprzedaży z zyskiem. Wystarczy by cel taki pojawił się później, już po zakupie biletu. Konieczna jest w tym przypadku sprzedaż, w ramach której sprzedający uzyska stosowny profit.

W świetle art. 134 k.w. kto przy sprzedaży towaru, bądź świadczeniu usług oszukuje nabywcę co do ilości, wagi, miary, gatunku, rodzaju lub ceny (jeżeli nabywca poniósł, bądź mógł ponieść szkodę nieprzekraczającą 100 złotych), podlega karze aresztu, ograniczenia wolności lub grzywny. Tej samej karze podlega, kto przy nabyciu produktów rolnych lub hodowlanych oszukuje dostawcę co do ilości, wagi, miary, gatunku lub ceny – o ile dostawca poniósł lub mógł ponieść szkodę nieprzekraczającą 100 złotych. Usiłowanie wykroczeń określonych powyżej, jak również podżeganie i pomocnictwo są karalne. W przedmiotowym przypadku mamy do czynienia z oszustwem, czyli podjętym w celu osiągnięcia korzyści majątkowej doprowadzeniem innej osoby do niekorzystnego rozporządzenia mieniem za pośrednictwem wprowadzenia w błąd albo wyzyskania błędu lub niezdolności do należytego pojmowania przedsiębranego działania²⁰.

18 Samo zawarcie umowy kupna-sprzedaży w ramach portalu aukcyjnego „Allegro” następuje przez uruchomienie opcji „Kup teraz”, bądź z upływem ustalonego terminu licytacji, przy jednoczesnym zaoferowaniu najwyższej ceny. To właśnie z tym momentem w rzeczywistości dochodzi do formalnego zawarcia umowy, czego konsekwencją jest obowiązek uiszczenia przez nabywcę ceny zakupu na wskazane przez sprzedającego konto bankowe. W związku z powyższym data dokonania sprzedaży różni się od daty zarejestrowania wpłaty ceny na koncie sprzedającego, Wyrok WSA z dnia 4 marca 2009 r., I SA/Op 239/08, LEX Nr 489898.

19 Art. 133 Ustawy z dnia 20 maja 1971 r. Kodeks wykroczeń (t.j. Dz.U. z 2013 r., poz. 482 ze zm.), dalej jako k.w. Na gruncie tego przepisu występuje karalność spekulacji, jeżeli przedmiotem wykroczenia są bilety wstępu na imprezy artystyczne, rozrywkowe lub sportowe. Zachowanie takie wypełnia ustawowe znamiona wykroczenia na gruncie art. 133 k.w. bez względu na wartość takich biletów, czy wysokość zysku, M. Bojarski, (w:) M. Bojarski, W. Radecki, *Kodeks wykroczeń. Komentarz*, Warszawa 2013, s. 818.

20 Wyrok SN z dnia 17 lipca 1980 r., Rw 237/80, OSNKW 1980, Nr 10-11, poz. 84.

Ukrywanie przed nabywcą towaru przeznaczonego do sprzedaży lub umyślnie bez uzasadnionej przyczyny odmawianie jego sprzedaży przez zajmującego się sprzedażą towarów w przedsiębiorstwie handlu detalicznego lub w przedsiębiorstwie gastronomicznym, stanowi w myśl art. 135 k.w. wykroczenie z katalogu wykroczeń przeciwko interesom konsumentów²¹. Wykroczenie wskazane w art. 135 k.w. może popełnić każda osoba, która zajmuje się sprzedażą towarów w przedsiębiorstwie handlu detalicznego lub przedsiębiorstwie gastronomicznym, nie ma przy tym znaczenia, czy jest to właściciel przedsiębiorstwa, osoba pełniąca w nim funkcję kierowniczą, pracownik, czy osoba, która wykonuje pracę w formie „grzeźnościowej”, na podstawie umocowania udzielonego przez właściciela lub kierownika przedsiębiorstwa. Nie ma także znaczenia w tym przypadku forma własności przedsiębiorstwa oraz jego status prawny (spółka, spółdzielnia itp.)²².

Wykroczenie z art. 136 k.w. popełnia ten, kto z towarów przeznaczonych do sprzedaży umyślnie usuwa utrwalone na nich oznaczenie określające ich cenę, termin przydatności do spożycia, bądź datę produkcji, jakość lub ilość nominalną, gatunek lub pochodzenie (usiłowanie tego wykroczenia oraz podżeganie do niego i pomocnictwo są karalne) jak również ten, kto przeznaczając do sprzedaży towary z usuniętym trwałym oznaczeniem ich ceny, terminu przydatności do spożycia lub daty produkcji, jakości, gatunku lub pochodzenia albo towary niewłaściwie oznaczone. Karalne jest usuwanie oznaczenia, a więc pozbycie się go lub czynienie niemożliwym do odczytania, czy też usiłowanie, podżeganie oraz pomocnictwo, jak również przeznaczanie do sprzedaży towarów z usuniętym trwałym oznaczeniem.

Na gruncie art. 137 k.w. wykroczeniem przeciwko interesom konsumentów jest naruszanie przepisów o obowiązku uwidaczniania cen lub ilości nominalnej w przedsiębiorstwie handlowym lub usługowym, jak również brak faktur albo innych dowodów dostawy lub przyjęcia na towary przechowywane w punkcie sprzedaży detalicznej lub zakładzie gastronomicznym. W tym drugim przypadku wykroczenie popełnia kierownik punktu sprzedaży detalicznej lub zakładu gastronomicznego. Z kolei na gruncie art. 138 k.w. karze podlega ten, kto zajmując się zawodowo świadczeniem usług, żąda oraz pobiera za świadczenie zapłatę wyższą od obowiązującej²³ albo umyślnie bez uzasadnionej przyczyny odmawia świadczenia, do którego jest zobowiązany.

Wykroczenie z rozdziału XV k.w., według art. 138a k.w., popełnia zawierający umowę poza lokalem przedsiębiorstwa, który nie okazuje konsumentowi dokumentu potwierdzającego wykonywanie działalności gospodarczej oraz

21 Przedmiotem ochrony wynikającej z art. 135 k.w. jest interes konsumentów w postaci dostępu do wszelkich towarów i usług legalnie oraz publicznie oferowanych. Chronione jest również prawidłowe funkcjonowanie obrotu towarowego, oparte na zasadach równości wszystkich podmiotów biorących w nim udział, A. Michalska-Warias, (w:) T. Bojarski (red.), *Kodeks wykroczeń. Komentarz*, Warszawa 2013, s. 483-484.

22 Uchwała SN z dnia 17 marca 2005 r., I KZP 3/05, OSNKW 2005, Nr 3, poz. 26. Kierownik lub sprzedawca przedsiębiorstwa handlu detalicznego, który ukrywa przed nabywcą towar przeznaczony do sprzedaży, bądź umyślnie, bez uzasadnionej przyczyny odmawia sprzedaży takiego towaru, odpowiada za wykroczenie określone w art. 135 k.w., Uchwała SN z dnia 30 maja 1980 r., VI KZP 6/80, OSNKW 1980, Nr 7, poz. 58.

23 Na gruncie art. 138 k.w. pokrzywdzony musi mieć świadomość ceny usługi, W. Kotowski, *Kodeks wykroczeń. Komentarz*, Warszawa 2007, s. 568.

dokumentu tożsamości, a także osoba, która zawierając umowę w cudzym imieniu poza lokalem przedsiębiorstwa, nie okazuje ponadto dokumentu potwierdzającego swoje umocowanie. Obowiązkiem zawierającego umowę jest okazanie stosownych dokumentów, nie ma przy tym znaczenia, czy konsument takich dokumentów żąda, brak ich okazania powoduje wykroczenie z art. 138a k.w.

PODSUMOWANIE

Adresatem działań przedsiębiorcy mających miejsce na rynku jest zasadniczo konsument. Jego pozycja w stosunku do dysponującego często większym instrumentarium (w tym finansowym) jest podporządkowana, zatem musi on być odpowiednio chroniony. Ochronę tę ma zapewnić państwo. Ingerencja państwa w sferę gospodarczą ma być wyważona, aby nie niszczyć inicjatywy ekonomicznej. Konsument ma być chroniony, jednak przedsiębiorca ma się czuć na tyle swobodnie, by móc i chcieć poprzez własne działania kształtować sferę gospodarczą. Oba interesy (konsumenta oraz przedsiębiorcy) są istotne i muszą być w odpowiednim stopniu gwarantowane.

Do standardów bezpieczeństwa obrotu gospodarczego należy zaliczyć ochronę konsumentów (m.in. obok ochrony konkurencji). Ochrona ta ma w zdecydowanym zakresie wymiar publicznoprawny, zatem to na organy władzy publicznej został nałożony obowiązek uporządkowania przestrzeni gospodarczej w ten sposób, aby pozycja konsumenta (i innych przedsiębiorców w ramach ochrony konkurencji) nie była marginalizowana, by był on pełnoprawnym uczestnikiem obrotu gospodarczego, a jego stanowisko było brane pod uwagę.

LITERATURA

- [1] **BULAJEWSKI S., DĄBROWSKI M. 2006.** Wolności i prawa ekonomiczne, socjalne i kulturalne, [w:] M. Chmaj (red.), Wolności i prawa człowieka w Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa.
- [2] **KACZMAREK L. 2010.** Przejawy występujących w Polsce nieuczciwych praktyk rynkowych, [w:] R. Sowiński (red.), Instrumenty ochrony konsumenta, Gorzów Wielkopolski.
- [3] **KARPIUK M. 2014.** Miejsce samorządu w przestrzeni bezpieczeństwa narodowego, Warszawa.
- [4] **ŁĘTOWSKA E. 2011.** Ochrona niektórych praw konsumentów. Komentarz, Warszawa.
- [5] **ROKITA K. 2009.** Prawa konsumenta, Warszawa.
- [6] **SKORY M. 2005.** Klauzule abuzywne w polskim prawie ochrony konsumenta, Kraków.
- [7] **SIERADZKA M. 2008.** [w:] K. Kohutek, M. Sieradzka, Ustawa o ochronie konkurencji i konsumentów. Komentarz, Warszawa.
- [8] **STEFANICKI R. 2014.** Związki między prawem konkurencji a ochroną konsumentów, [w:] System Prawa Prywatnego, t. 15, M. Kępiński (red.), Prawo konkurencji, Warszawa.
- [9] **ZIELIŃSKA M. 2013.** Niedozwolone klauzule umowne w umowach ubezpieczenia, [w:] M. Królikowska-Olczak, B. Pachuca-Smulska (red.), Ochrona konsumenta w prawie polskim i Unii Europejskiej, Warszawa.

Mgr Katarzyna KOŁOMAŃSKA
Stowarzyszenie Jakości w Sztukach Wizualnych, Warszawa

OCENA JAKOŚCI WIZUALNEJ W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM®

The visual quality evaluation in food industry®

Słowa kluczowe: zarządzanie jakością, jakość wizualna, bezpieczeństwo żywności, innowacja.

Problem oceny jakości wizualnej w przemyśle spożywczym jest tematem nowym i dotyczy szeroko pojętej jakości żywności, jej opakowania, dystrybucji oraz utylizacji. Żywność i informacja na jej temat to także jedno z najtrudniejszych zagadnień etycznych zarządzania jakością, marketingu i reklamy, mody, świadomości, itd. Wiedza na temat jakości wizualnej umożliwia wielopozomowy wgląd w jakość oferowanych produktów i usług z perspektywy daleko wykraczającej poza jakość konsumencką. Zdrowy, harmonijny wzrost człowieka i maksymalne wykorzystanie jego potencjału biofizycznego możliwe są przy zachowaniu indywidualnie zoptymalizowanej diety opartej na pełnowartościowej, organicznej żywności nieprzetworzonej, a także przy wykorzystaniu metod produkcji przyjaznych naturze. Przy obecnej polityce zarządzania w przemyśle spożywczym, założenia te wydają się niemożliwe do realizacji. Coraz więcej ludzi poszukuje jednak żywności o jakości, która jest praktycznie niedostępna w supermarketach, a nawet w granicach metropolii. Aby wyjść naprzeciw wysokim wymaganiom jakościowym wobec żywności, konieczna jest zmiana sposobu myślenia na pro jakościowe i wykorzystanie wiedzy na temat zintegrowanych systemów zarządzania jakością.

*„Zbliżając się do prawdy,
oddalamy się od rzeczywistości”*

Stanisław Jerzy Lec

WSTĘP

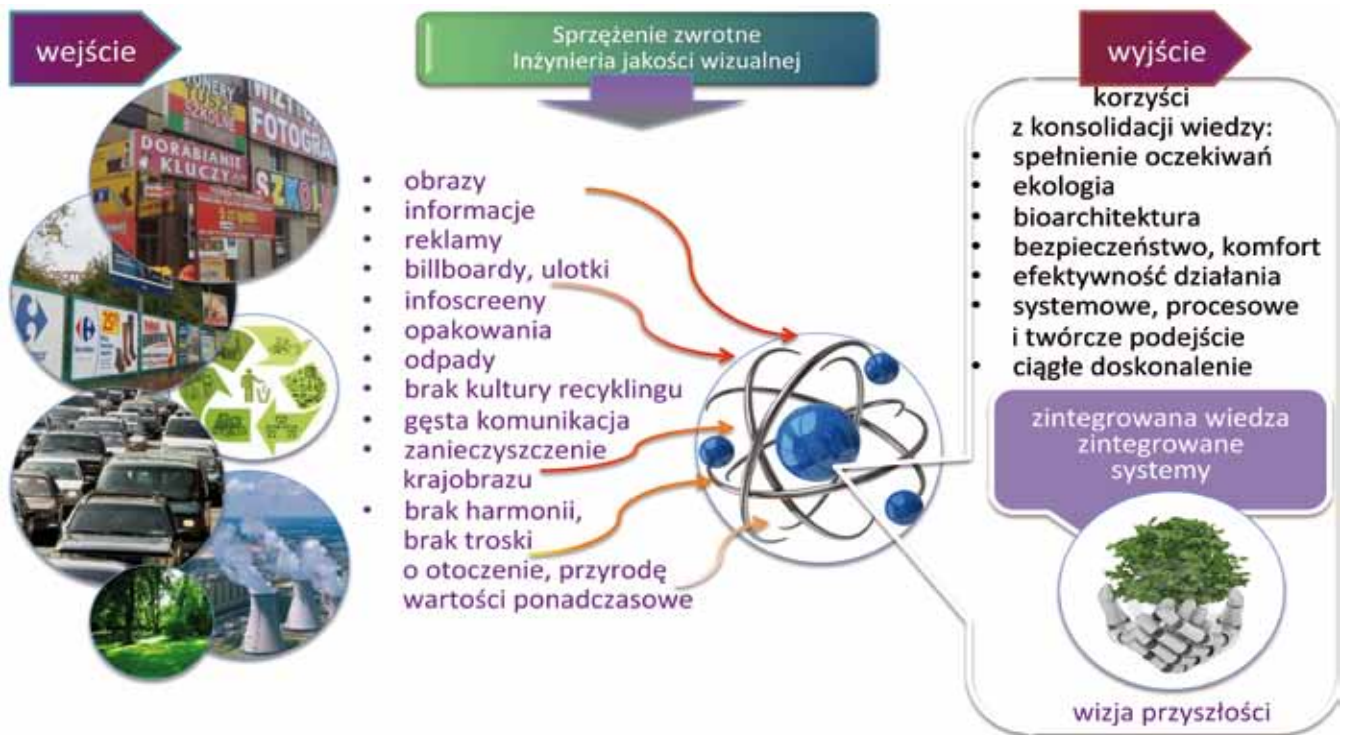
Komunikacja wizualna jest podstawą rozwoju wszelkiej działalności człowieka i polega na zastępowaniu słów obrazami, ponieważ są bardziej pojemne w treść i przekaz, łatwiejsze do zrozumienia, a nawet przyswajane podświadomie. W języku polskim istnieje powiedzenie „jeść oczami” i „pożerać wzrokiem”, które w słowniku ma aż 98 synonimów. Budowane w ten sposób niektóre wyobrażenia o świecie stają się z czasem dogmatami i jako potężne narzędzie sterowania umysłem człowieka wpływają nieustannie na podejmowanie decyzji, kształtując różne wizje jakości życia. Przykładem wykorzystania potęgi wizualności otoczenia do podnoszenia wyników sprzedaży, jest proces globalnej transformacji cywilizacji w kierunku konsumpcjonizmu, m.in. dzięki wykorzystaniu programowania neurolingwistycznego. Przemysły związane z produkcją żywności stanowią doskonałe odwzorowanie problemów doskonałości etyki sprzedaży, a jednocześnie szerokie pole innowacji przełomowej. Jakość wizualna jako narzędzie kontroli pro-

Key words: quality management, visual quality, food safety, innovation.

The visual quality evaluation in food industry is a new subject concerning broadly understood food quality, its packaging, distribution and recycling. The food and information about it, is also one of the most difficult ethical issues in the quality management, marketing and advertising, fashion, self awareness, etc. The knowledge of the visual quality leads to multilevel insight into the quality of products and services from a far beyond perspective than consumer's quality. A healthy human, a harmonious growth and a maximum use of its biophysical potential are possible while maintaining individually optimized diet based on the unprocessed foods from an organic whole-food and through the natural production methods. In the present food industry management policy, these objectives seem impossible to achieve. However, more and more people look for the quality, which is practically unavailable in supermarkets, and even within metropolitan areas. To meet the high quality food requirements, it is necessary to change the common way of thinking into pro quality, and to use the knowledge of integrated quality management systems.

cesów w gastronomii wychodzi znacznie poza obszar komunikowania informacji wizualnej i analizy ekonomicznej, przyczyniając się do pełniejszego oraz głębszego zrozumienia strategicznych mechanizmów sterujących uwarunkowaniami trwałego rozwoju jakości życia poprzez otoczenie wizualne. Jako macierz komunikacji wymaga ono optymalizacji za pomocą narzędzi oceny i poprawy poziomu jakości. Na rysunku 1 zilustrowano wizję eksploatacji jakości przestrzeni wizualnej, nakreślając procesy związane m.in. z działalnością informacyjną, reklamową, edukacyjną, rozrywkową i inną, które walczą o nasz czas i uwagę.

Proces eksploatacji jakości w otoczeniu wizualnym człowieka trwa nieustannie. Na wejściu znajduje się aktualna sytuacja (zanieczyszczony krajobraz, śmietnik audiowizualny, przeładowanie narzędziami wizualnymi, obrazami i informacjami negatywnie wpływającymi na umysł człowieka, brak dbałości o przyrodę i otoczenie, niska świadomość jakości życia, zdrowia, potencjału człowieka, itd.). Potrzebne jest sprzężenie zwrotne w postaci inżynierii jakości wizualnej, aby przekształcić obecną sytuację i na wyjściu uzyskać zintegrowaną wiedzę oraz korzyści z jej konsolidacji. Wizja przyszłości, w której technologia pozostaje w harmonii z naturalnym prawem, innymi słowy cywilizacja jest „biologicznie



Rys. 1. Wizja eksploatacji jakości w otoczeniu wizualnym człowieka.
Fig. 1. The vision of quality exploitation in human visual environment.

Źródło: Opracowanie własne

szczęśliwa”, jest kluczowym zagadnieniem dla poprawy ogólnej jakości życia. Kultura odżywiania to podstawowy element, od którego zależy zdrowie i potencjał rozwoju przyszłych pokoleń ludzi, dlatego istotne jest, aby włączyć pojęcie jakości wizualnej do problematyki zarządzania jakością żywności.

Celem artykułu jest przedstawienie problematyki zarządzania oceną jakości wizualnej w przemyśle spożywczym jako tematu nowego i dotyczącego szeroko pojętej jakości żywności, jej opakowania, dystrybucji oraz utylizacji.

POJĘCIE JAKOŚCI WIZUALNEJ

Jakość powstaje w umyśle człowieka, a na jej pojęcie składa się cały schemat indywidualnego obrazowania świata, który znajduje odbicie w wielu sposobach definiowania oraz doskonalenia różnych, znanych aspektów jakości życia. Jakość wizualna w naturalny sposób łączy je w sobie, ponieważ dotyczy wielowymiarowej oceny informacji zawartej w obrazie, pod względem zgodności z naturalnym wzorcem jakości życia w przyrodzie. Na rysunku 2 przedstawiono pojęcie jakości wizualnej i jego zakres.



Rys. 2. Synergiczna definicja jakości wizualnej.
Fig. 2. Synergistic definition of the visual quality.

Źródło: Opracowanie własne

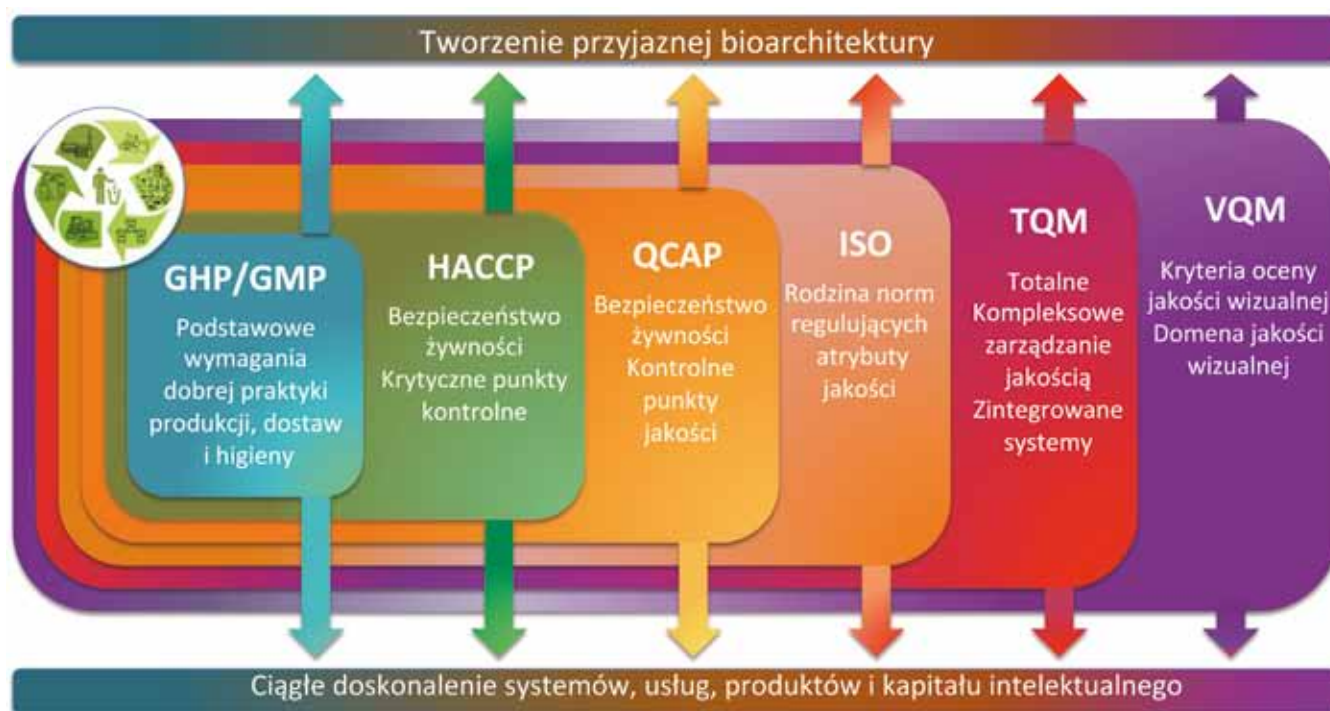
Synergiczna definicja jakości wizualnej jest połączoną sumą potencjałów znanych aspektów jakości. Wizualność otoczenia jako środowisko życia człowieka stanowi nieskończone pole interdyscyplinarnych badań jakości, można zatem mówić o domenie jakości wizualnej. Podstawą każdego sprawnego systemu zarządzania jest komunikacja jako wizualna dystrybucja informacji. Całościowe i systemowe podejście do oceny poziomu jakości w otoczeniu wizualnym człowieka pozwala na uzyskanie skonsolidowanej wiedzy na temat jakości życia. Dzięki temu można opracować rozwiązania łączące dziedzictwo przeszłości z potrzebami daleko wybiegającymi w przyszłość. Niedaleka przyszłość jakości życia leży w zwinnym i efektywnym sterowaniu materią z poziomu bioarchitektury (jako infrastruktury sfery wizualnej) (Kołomańska 2014, [1]). W obliczu aktualnych wyzwań, człowiek XXI wieku do prawidłowego i trwałego wzrostu potrzebuje organicznego otoczenia, pełnowartościowej żywności oraz materiałów bioharmonijnie rezonujących ze zdrową komórką.

SYSTEMY ZAPEWNIENIA JAKOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOCI

Zarządzanie jakością żywności jest obecnie nieodzownym elementem, na którym przemysł spożywczy opiera swoje działania. Podstawowym instrumentem w dążeniu do wysokiej jakości żywności jest system HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) uznany powszechnie za najbardziej skuteczny sposób zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności (Werpachowski, Żmijewska 2014, [12]). Skuteczność wdrożenia i funkcjonowania systemu HACCP uwarunkowana jest właściwym zaprojektowaniem samego przedsięwzięcia, z uwzględnieniem szeroko rozumianych

zasad zarządzania jakością w każdym obszarze działania przedsiębiorstwa (Toruński 2012, [8]). Systemy zapewnienia jakości są szczególnie ważne w dziedzinie produkcji opakowań do żywności, artykułów medycznych, leków i suplementów diety, kosmetyków oraz materiałów niebezpiecznych dla życia lub zdrowia. Muszą one spełniać ściśle określone wymagania normalizacyjne. Nie zapewniono wśród nich dążenia do całkowitego bezpieczeństwa żywności w sposób wyczerpujący aktualne potrzeby rozwojowe człowieka. Brak również dyspozycji o ochronie przed szkodliwym działaniem na zdrowie i środowisko człowieka żywności przetworzonej i opakowań z tworzyw sztucznych oraz skutecznej egzekucji odpowiedzialności za opisy oraz re-kłamy produktów niezgodnej z prawdą. W wybranych obszarach można zauważyć naturalne tendencje w rozwiązywaniu problemów jakości, które polegają na etapowym wdrażaniu instrumentów zarządzania jakością, poczynwszy od podstawowych wymagań i dobrej praktyki, aż po domenę jakości wizualnej. Zilustrowano to na rysunku 3.

Integracja, optymalizacja, standaryzacja, unifikacja i harmonizacja stanowią kierunki instrumentalizacji zapewnienia jakości. Powyższy zestaw regulacji obejmuje m.in. „Wielką Piątkę”: Total Quality Management (TQM), Normy ISO, Quality Assurance Control Point (QCAP), Hazard Analysis Control Critical Points (HACCP), Good Hygienic Practice/ Good Manufacturing Practice (GHP/GMP). QACP jest szerszym systemem. Obejmuje on całość zagadnień dotyczących zapewnienia jakości produktów, z wypukleniem cech jakości handlowej, marketingowej i organoleptycznej. Pozostałe normy dotyczą dobrych praktyk produkcyjnych i dotyczących higieny. Totalny zakres obszaru zarządzania jakością wizualną (Visual Quality Management – VQM) wynika z pojęcia domeny jakości wizualnej. Ważne wydaje się



Rys. 3. Wybrane instrumenty zapewnienia jakości.

Fig. 3. The selected instruments of quality assurance.

Źródło: K. Kołomańska, *Opakowanie jako element sterowania poziomem jakości wizualnej*, Opakowanie nr 12/2014, Wyd. Sigma NOT, Warszawa 2014, s. 60, [2]

wykorzystanie synergicznej definicji jakości wizualnej, która scala istniejące aspekty znanych pojęć jakości. Uwzględnienie kryterium jakości wizualnej jako instrumentu zapewnienia jakości mogłoby korzystnie wpłynąć na proces ugruntowania harmonizacji z naturą jako wymogu realnego spełnienia specjalnych oczekiwań jakościowych w praktyce (Kołomańska, Werpachowski 2014, [4]). Cel zarządzania jakością wizualną to poprawa poziomu jakości w otoczeniu wizualnym. Polega na holistycznej identyfikacji statusu ustalonych procesów oraz problemów w celu jak najszybszej reakcji na nie i optymalizacji działań podejmowanych na rzecz poprawy jakości. Jakie działania należy podjąć, aby osiągnąć cel? Jeśli cel został osiągnięty, jak utrzymać obecny status? W odpowiedzi na te pytania uwzględnić trzeba wymagania i oczekiwania rozwojowe człowieka, wobec poziomu jakości wizualnej produktów, usług oraz systemów działania.

WYMAGANIA I OCZEKIWANIA WOBEC POZIOMU JAKOŚCI WIZUALNEJ ŻYWNOŚCI

Produkcja żywności wysokiej klasy i o gwarantowanej jakości wynika z umiejętności przewidywania potrzeb oraz wymagań odbiorców, a także znajomości techniki i technologii, oraz dobrej praktyki w organizacji pracy. W przemyśle bardzo ważna jest faza od projektu, poprzez konstrukcję do zaplanowania procesu produkcyjnego. Procesy produkcji uznaje się za opanowane i niewiele się w tym obszarze zmienia, koncentrując się na oprawie marketingowej, procesach logistyki i dystrybucji gotowych wyrobów (Kołomańska, Wolak 2012, [5]). W momencie poprawy koniunktury gospodarczej i zasobności indywidualnych obywateli, konsumenci w przyszłości na pewno będą przywiązywać większą wagę do jakości zdrowotnej produkty, a nie tylko do ceny (Werpachowski, Żbikowska 2013, [11]).

Problemy jakości przemysłu spożywczego to temat głośny i kontrowersyjny, obrazowany częściowo przez działalność UOKiK oraz stwierdzenie „towar niezgodny z umową”. Paradoksalnie, w obecnych czasach atrakcyjny wizualnie owoc lub warzywo sugerować może rakotwórczą hybrydę genetyczną, wyjałowioną z pierwotnych wartości odżywczych, zanim jeszcze trafi na warsztat „food style”, czyli do stylisty żywności. Zbyt intensywna barwa mięsa lub ryb to także oznaka, że karmiono je sztucznie barwnikiem, lub co gorsza charakteryzowano pośmiertnie. Na „pierwszy rzut oka” przeciętny konsument nie widzi różnicy między produktem naturalnym a uprawą i hodowlą modyfikowaną genetycznie, ale czuje ją w smaku. Jego świadomość zakupowa wzrasta wraz z falą informacji podawanych do wiadomości publicznej, dotyczących działań przemysłu spożywczego na szkodę zdrowia. Powszechnie wiadomo, że żywność przetworzona nie zawsze nadaje się do spożycia, z uwagi na wysoką zawartość substancji szkodliwych dla zdrowia, co jest przyczyną przewlekłych chorób cywilizacyjnych XXI wieku. Opakowania, choć piękne, kolorowe, trwałe oraz niezawodne logistycznie, nie wszystkie nadają się do przechowywania żywności w sensie ich neutralności biochemicznej. Są natomiast wygodne i wyrefinowane plastycznie, choć tworzywa te przy utylizacji stanowią słabo biodegradowalną masę, czyli wielowarstwową substancję toksyczną powlekającą żywność, a później składowaną latami na wysypiskach śmieci. Do grupy związków

chemicznych szczególnie trwałych w środowisku należą zanieczyszczenia ujęte w Konwencji Sztokholmskiej (TZO, POP, persistent organic pollutions). Cechuje je bardzo duża odporność na rozkład w wyniku działań fizycznych (Obiedziński, Korzycka 2005, [7]). Skala przestępczości gospodarczej w przemyśle spożywczym nakreśla smutny obraz rzeczywistości pozbawionej ludzkiej twarzy i odpowiedzialności oraz zabójczej dla naturalnego wzorca jakości życia w przyrodzie. Uzależnienie ludzkości od chemii spożywczej jest obecnie zjawiskiem tak powszechnym, że wiele osób nie jest w stanie całkowicie przejść detoksu oczyszczającego organizmu z toksyn, ani zrezygnować z popularnych trucizn typu kofeina, gluten, czy cukier. Sama świadomość na temat jakości żywienia jest niewystarczająca, aby móc zmienić podejście do problematyki żywienia na pro jakościowe.

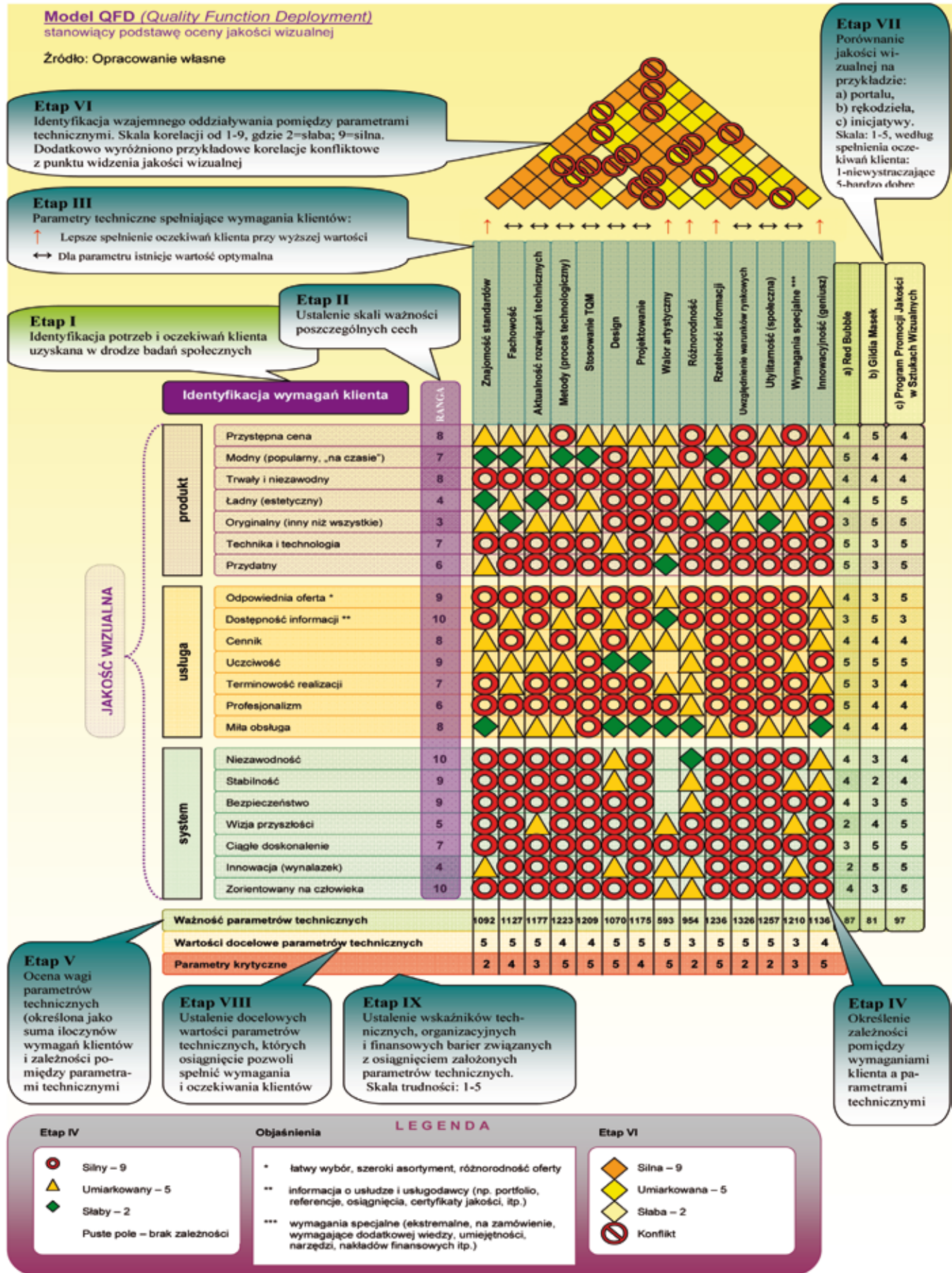
Jakość rozumiana jest jako ogół cech i właściwości wyrobu, które decydują o jego zdolności do zaspokajania stwierdzonych i przewidywanych potrzeb. Jakość wizualna wprowadza element pozytywnego zaskoczenia oraz rozszerza pojęcie jakości na trudne do zdefiniowania obszary doznań człowieka. Klienci oczekują, że wyroby pod względem konstrukcji i technologii powinny charakteryzować się higienicznością (zagwarantowaną odpowiednim poziomem technicznym maszyn i urządzeń a także osprzętu). Oferta dla klienta powinna uwzględniać warunki rynkowe poprzez odpowiedni marketing, wysoki poziom obsługi klienta oraz szeroką, atrakcyjną, spójną ofertę ilościową i asortymentową (Kołomańska, Wolak 2012, [5]). Według badań, społeczeństwo kupuje najczęściej wyroby wygodne, tanie i eleganckie. W przypadku żywności wpływ na zakup ma także klimat, pora roku, nawyki żywieniowe oraz marketing spożywczy.

Jedną z metod wykorzystanych do badania poziomu i oceny jakości wizualnej jest Dom Jakości - Quality Function Deployment (QFD). Umożliwia poznanie aktualnych potrzeb jakościowych konsumentów (w odniesieniu do systemów, usług i produktów), oraz przełożenie ich na język organizacji (parametry techniczne i technologiczne, ekonomiczno-finansowe, harmonizacyjne, estetyczne, marketingowe, itd.). Model oceny potrzeb i oczekiwań na podstawie metody QFD przedstawiono na rysunku 4.

Dom jakości składa się z dziewięciu etapów, w których dokonuje się kompleksowej analizy i oceny poziomu jakości wizualnej uwzględniając także potrzeby oraz oczekiwania wybiegające w przyszłość. Uzasadniona wydaje się konieczność zintegrowania kierunków działań pro jakościowych w spójny system zarządzania jakością, aby umożliwić dopasowanie funkcji jakości i osiąganie maksymalnych wyników w jak najkrótszym czasie i po jak najniższych kosztach (Werpachowski 2011, [10]).

ZINTEGROWANE PODEJŚCIE DO ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ WIZUALNĄ

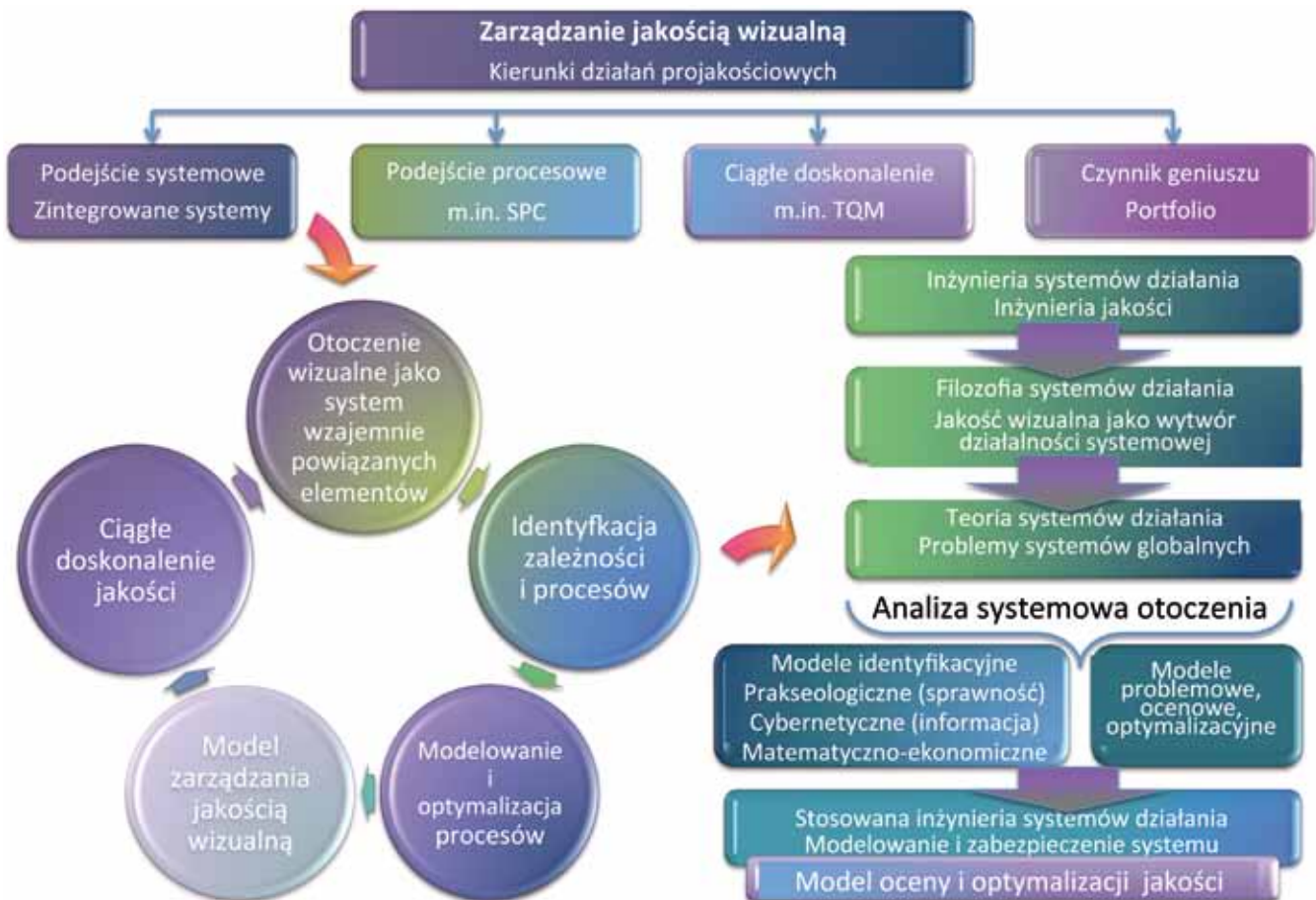
Głównym celem systemów zarządzania jest poprawa jakości wyrobów oraz usług. Działania przedstawione na rysunku 5 uzasadniają podejście systemowe jako zmianę sposobu myślenia o otoczeniu wizualnym, w celu osiągnięcia pozytywnych rezultatów w każdej dziedzinie doskonalenia jakości, w tym działań na rzecz poprawy kultury odżywiania i produkcji żywności. Istotną staje się totalna integracja wiedzy oraz instrumentów zapewnienia jakości.



Rys. 4. Model Domu Jakości jako podstawa oceny potrzeb i oczekiwań klientów.

Fig. 4. The House of Quality model as a basic evaluation of clients' needs and requirements.

Źródło: K. Kołomańska, D. Wolak, *Poziom jakości wizualnej w otoczeniu człowieka*, *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa*, Wyd. Instytutu ORGMASZ nr 6 (749), Warszawa 2012, s. 78, [6].



Rys. 5. Wybrane instrumenty zapewnienia jakości.
Fig. 5. The selected instruments of quality assurance.

Źródło: K. Kołomańska, *Synektyczny wymiar domeny jakości wizualnej*, *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa* nr 11(778), Wyd. Instytutu ORGMASZ, Warszawa 2014, s. 34, [3]

Podejście systemowe pozwala dostrzec w otoczeniu wizualnym system wzajemnie powiązanych elementów, co umożliwia modelowanie i optymalizację procesów odpowiedzialnych za bioharmonijne doskonalenie jakości. U podstaw oceny jakości wizualnej leży inżynieria systemów działania. Inżynieria jakości dostarcza metod i narzędzi, aby badać jakość wizualną jako wytwór działalności systemowej. Teoria systemów działania zajmuje się problemami systemów globalnych, a takim jest domena jakości wizualnej. Analiza systemowa otoczenia wizualnego pozwala na opracowanie modeli identyfikacyjnych, prakseologicznych, cybernetycznych, matematyczno-ekonomicznych, a także problemowych, ocenowych i optymalizacyjnych. Pomaga w realistycznym widzeniu procesów w szerszym kontekście, problemów je blokujących i wynikających z tego błędów. Istotne staje się uwzględnienie także czynnika geniuszu, jako najwyższego wzorca jakości w swojej klasie. Kryteria, miary i wskaźniki oceny jakości wizualnej związane z przemysłem spożywczym dotyczą bardzo szerokiego spektrum zagadnień związanych z zawartością bioenergetyczną żywności i jej opakowań. W tym celu konieczne jest opracowanie nowatorskich narzędzi oceny oraz poprawy jakości wizualnej na miarę wymagań i oczekiwań konsumentów. Mogłyby one wesprzeć zmiany pro jakościowe zapoczątkowane w ustawie o bezpieczeństwie żywności i żywienia, jak również w gospodarce odpadami [9]. Wykracza to poza dotychczasowe ramy badawczo-naukowe.

NARZĘDZIA ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ WIZUALNĄ

Narzędzia w ramach Lean Management (szczupłe zarządzanie), które można wykorzystać w celu eliminacji niezgodności i marnotrawstwa, oparte są na zarządzaniu wizualnym obecnym we wszystkich priorytetach szczupłego zarządzania. Błędy są widoczne, kiedy każdy element procesu ma wyznaczone miejsce i jest na nim, czyli gdy wdrożono zasady zarządzania wizualnego. Zarządzanie wizualne znajduje zastosowanie także w przemyśle spożywczym, natomiast nowością jest priorytet jakości wizualnej, jako twarde kryterium oceny kładące nacisk na ochronę zdrowia i potencjału biofizycznego (warunku prawidłowego wzrostu i rozwoju człowieka oraz jego otoczenia).

Na rysunku 6 zilustrowano zarządzanie wizualne jako narzędzie Lean, uwzględniając otoczenie wizualne jako środowisko procesów kształtujących poziom jakości w otoczeniu wizualnym człowieka.

Proces ciągłego doskonalenia jakości ilustrowany przez cykl PDCA (Plan, Do, Check, Act – Planuj, Wykonaj, Sprawdź, Popraw, inaczej koło Deminga) jest podstawą spójności podejmowanych decyzji oraz zapobiega szeroko pojętym błędom i marnotrawstwu. Zarządzanie wizualne jako narzędzie Lean doskonale sprawdza się w różnych branżach produkcji, ułatwiając wielowymiarową identyfikację problemów

i ich skuteczne rozwiązania. Jakość wizualna jest twardym kryterium oceny jakości produktów spożywczych i usług powiązanych z nimi. Zarządzanie wizualne umożliwia miękką komunikację błędów i niezgodności.

TENDENCJE I TRENDY ROZWOJU JAKOŚCI WIZUALNEJ W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM

Doskonalenie jakości wizualnej jako holistyczna koncepcja poprawy jakości życia kumuluje różne aspekty rozwojowe, w wyniku czego ogólne kierunki, tendencje i trendy tworzą zintegrowany algorytm wzrostu, który obrazuje rys. 7.

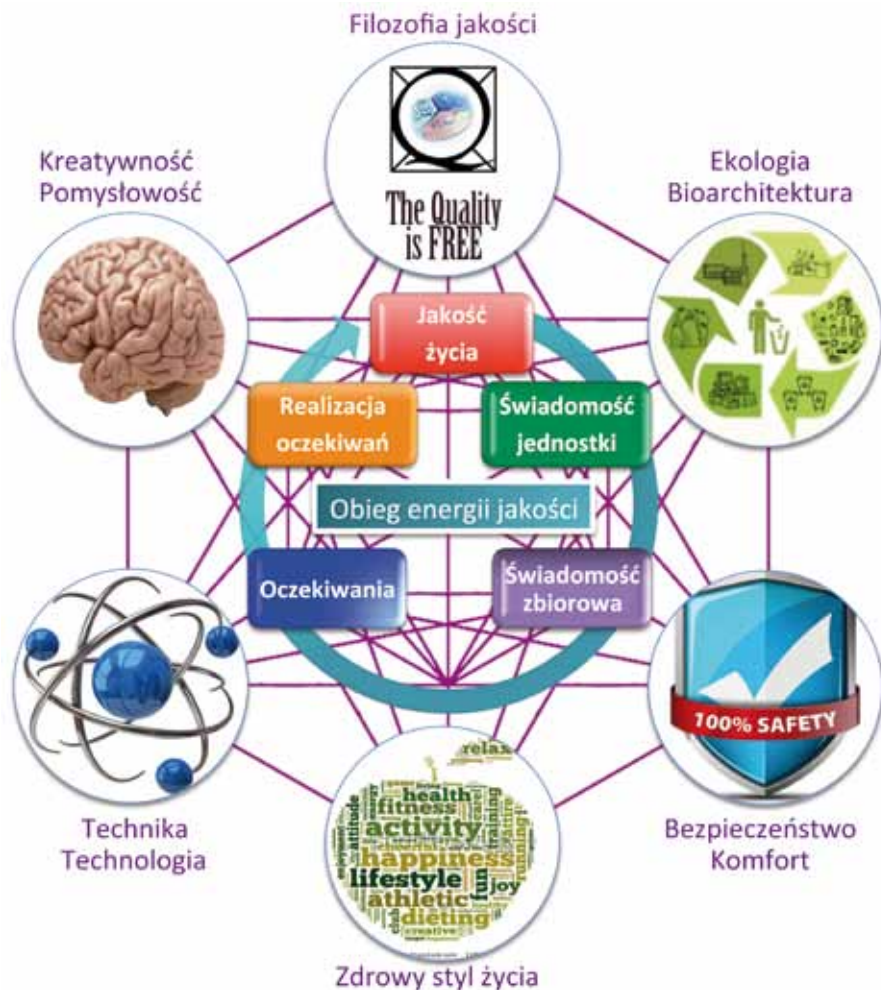
Centralny obieg energii jakości opisuje cykl dążenia do poprawy jakości życia w procesie ewolucji świadomości, potrzeb, oczekiwań oraz umiejętności ich realizacji. Wyrazem tych dążeń jest poziom jakości w otoczeniu wizualnym człowieka. Umiejętność systemowego rozwiązywania problemów jakości wymaga integracji, synergii i konsolidacji dostępnej wiedzy. Całościowe spojrzenie umożliwia bardziej efektywne sterowanie jakością życia poprzez stymulowanie poziomu jakości w przestrzeni wizualnej. Połączenie nowoczesnych technologii w harmonii ze wzorcem doskonalenia jakości w naturze umożliwia tworzenie życiodajnego otoczenia, w którym możliwa jest pełnowartościowa uprawa roślin i hodowla zwierząt. W tendencjach żywienia harmonijnych z naturą, coraz bardziej popularne stają się trendy wegetariańskie i wegańskie, samowystarczalność żywienia, surowe jedzenie, ziołolecznictwo i diety genotypowe, których podstawą jest wysoka jakość energetyczna żywności organicznej. Niekoniecznie jest to żywność ładna z wyglądu, ale z pewnością dużo zdrowsza i bogatsza w niezbędne składniki odżywcze od genetycznie zmodyfikowanej. Jednocześnie, piętnuje się tzw. „greenwashing”, określany mianem „ekościmy” i „zielonym mydleniem oczu”, ponieważ wykorzystuje hasło ekologiczne do sprzedaży produktów przetworzonych, które ze zdrowym żywnością niewiele mają wspólnego. Coraz większą popularność zdobywają informacje na temat nieuczciwych



Rys. 6. Zarządzanie wizualne jako narzędzie lean.

Fig. 6. Visual management as a lean toolkit.

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 7. Tendencje i trendy rozwoju jakości.

Fig. 7. Development trends in quality.

Źródło: Opracowanie własne

praktyk przedsiębiorstw spożywczych. Głośny proces firmy „Sokołów” i znanego vlogera, P. Ogińskiego jest jednym z wielu przykładów walki toczącej się o prawo konsumenta do prawdziwej informacji o produktach. Wzrasta świadomość jakości żywienia, trudno jednak wygrać z uzależnieniem od szkodliwej chemii spożywczej. Na tym polu o zmiany nawyków łatwiej alergikom i osobom przewlekle chorym. Znane są liczne przypadki całkowitego powrotu do zdrowia po eliminacji chemii spożywczej, medycznej i kosmetycznej oraz zastąpieniu jej pełnowartościową dietą.

PODSUMOWANIE

Bezpieczeństwo i jakość żywności w kontekście oceny jakości wizualnej wymaga procesu ciągłego doskonalenia aspektów związanych m.in. z biologią, reklamą, marketingiem i sposobem obrazowania żywności. Różne choroby cywilizacyjne XXI wieku są m.in. konsekwencją wychowania przez spożywcze dogmaty, modę i reklamę, szczególnie w sferze odżywiania i suplementacji. Mówi się o poważnych zaburzeniach zdrowia i potencjału biofizycznego człowieka, wynikających z wyjałowienia żywności w procesie uprzemysłowienia, oraz uzależnienia społeczeństwa od żywności wysoko przetworzonej i leków. Zmiana świadomości na w pełni aktywną pro jakościowo może dokonać się wraz z poprawą poziomu jakości w otoczeniu wizualnym.

1. Problematyka jakości wizualnej jako zagadnienie nowe, stanowi otwarte pole badawcze dla różnych dziedzin doskonalenia jakości, w tym dla przemysłów związanych z żywnością. Ważną rolę jakości wizualnej i podjęcie problematyki uzasadnia aktualność zagadnień jakościowych oraz wszechstronność ich zastosowań, szczególnie z punktu widzenia technicznego, ekonomicznego i organizacyjnego, dotyczą bowiem każdego widzialnego aspektu otaczającego nas świata.
2. Istnieje znaczna różnica między preferowaną jakością żywności, a przemysłową. Istotne staje się doskonalenie produkcji spożywczej w celu spełnienia aktualnych potrzeb i oczekiwań w stosunku do oferowanej jakości wyrobów i usług.
3. Warto skorzystać z wiedzy oraz doświadczenia koncepcji jakości wizualnej, aby w procesie doskonalenia polskiego systemu zarządzania jakością i bezpieczeństwem żywności uwzględnić priorytet harmonijnego wzrostu w zgodzie z naturą, jako warunek zdrowego genetycznie rozwoju. Jest to uzasadnione z punktu widzenia technicznego, technologicznego, ekonomicznego i harmonizującego.
4. Zmiana podejścia do kultury odżywiania aby była trwała i skuteczna, wynikać musi z głębokiej transformacji świadomości i zwyczajów, nie z powodu modnych nowinek popularno-naukowych, lub regulacji prawnych nakładających określone obowiązki na obywateli. Dotyczy to zarówno diety opartej na pełnowartościowej żywności, jak również zdolności do uzyskania całkowitej biegłości w sterowaniu materią z poziomu bioarchitektury jakości wizualnej.
5. Wraz z przemysłową ekspansją człowieka w przestrzeń wizualną, konieczność rozwijania kultury organicznego odżywiania wydaje się uzasadniona także w Polsce.
6. Wykorzystanie bioarchitektury jako systemowej podstawy podejmowania decyzji na temat jakości umożliwia strategiczne sterowanie procesami odpowiedzialnymi za wzrost poziomu jakości w otoczeniu wizualnym. Dla problematyki wytwarzania żywności i opakowań spożywczych ma ona praktyczne zastosowanie jako uniwersalne, kolektywne kryterium stojące na straży głęboko pojętej jakości życia.

LITERATURA

- [1] **KOŁOMAŃSKA K. 2014.** *Przedsiębiorczość przyszłości i bioarchitektura jakości wizualnej.* *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa*, nr 8 (775), Wyd. Instytutu ORGMASZ, Warszawa, 26-37.
- [2] **KOŁOMAŃSKA K. 2014.** *Opakowanie jako element sterowania poziomem jakości wizualnej.* *Opakowanie* nr 12/2014, Wyd. Sigma NOT, Warszawa, 58-62.
- [3] **KOŁOMAŃSKA K. 2014.** *Synektyczny wymiar domeny jakości wizualnej.* *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa*, nr 11 (778), Wyd. Instytutu ORGMASZ, Warszawa, 34.
- [4] **KOŁOMAŃSKA K., WERPACHOWSKI W. 2014.** *Otoczenie wizualne człowieka – podejście systemowe.* *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa*, nr 4 (771), Wyd. Instytutu ORGMASZ, Warszawa, 36-47.
- [5] **KOŁOMAŃSKA K., WOLAK D. 2013.** *Ocena poziomu jakości wizualnej w otoczeniu człowieka.* *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa*, nr 6 (761), Wyd. Instytutu ORGMASZ, Warszawa, 3-15.
- [6] **KOŁOMAŃSKA K., WOLAK D. 2012.** *Poziom jakości wizualnej w otoczeniu człowieka.* *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa*, nr 6 (749), Wyd. Instytutu ORGMASZ Warszawa, 66-80.
- [7] **OBIEDZIŃSKI M. W., KORZYCKA-LWANOW M. 2005.** *Zanieczyszczenia chemiczne żywności- krytyczne wyróżniki jakości i bezpieczeństwa żywności.* *Przemysł Spożywczy*, nr 59 (2), Wyd. Sigma NOT, Warszawa, 10-14.
- [8] **TORUŃSKI J. 2012.** *Zarządzanie jakością w przemyśle spożywczym, Seria Administracja i Zarządzanie*, nr 95/2012, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Siedlce, 119-127.
- [9] **USTAWA z dnia 25 sierpnia 2006 roku o bezpieczeństwie żywności i żywienia, Dz.U. nr 171 z 27.09.2006, poz. 1225.**
- [10] **WERPACHOWSKI W. 2011.** *Podstawy zarządzania w przedsiębiorstwie, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 302-401.*
- [11] **WERPACHOWSKI W., KOWALSKA M., ŻBIKOWSKA A. 2013.** *System prewencyjno-zapobiegawczy HACCP najtańszym narzędziem zapewniającym bezpieczeństwo wyprodukowanej żywności.* *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa*, nr 12(2013) Wyd. Instytutu ORGMASZ, 50-60.
- [12] **WERPACHOWSKI W., ŻMIJEWSKA A. 2014.** *Analiza zagrożeń jako praktyczne podejście do projektowania i wdrażania systemu proewencyjno-zapobiegawczego HACCP, *Ekonomika i Zarządzanie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, nr 1/2014, Białystok, 81-97.*

LISTA RECENZENTÓW ARTYKUŁÓW PUBLIKOWANYCH W CZASOPISIE „POSTĘPY TECHNIKI PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO”

Prof. dr hab. inż.	Igor	AREFYEV	Sankt-Petersburg (Federacja Rosyjska/Russia)
Prof.	Sa'eed	BAWA	Trinidad (Republic of Trinidad and Tobago)
Prof. dr hab.	Honorata	DANILCENKO	Wilno (Litwa/Lituania)
Prof. dr hab. inż.	Petr	DOLEŻAL	Brno (Czechy/Czech Republic)
Doc. dr hab.	Eva	DOLINSKA	Presov (Słowacja/Slovakia)
Prof. dr hab. inż.	Zdenek	HAVLICEK	Brno (Czechy/Czech Republic)
Prof. dr hab. inż.	Andrzej	HEIM	Łódź (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Roman	HEJFT	Białystok (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Tamara Wiktoriwna	IVANOWA	Kijów (Ukraina/Ukraine)
Prof. dr	Elvyra	JARIENE'	Wilno (Litwa/Lituania)
Doc. ph. dr	Martina	KÁŠOVÁ	Presov (Słowacja/Slovakia)
Dr hab.	Wanda	KAWECKA	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr	Vasili	KOCHURKO	Baranowicze (Białoruś/Belarus)
Dr hab.	Anna	KOŁLAYTIS-DOŁOWY	Warszawa (Polska/Poland)
Dr hab. inż.	Henryk	KONOPKO	Białystok (Polska/Poland)
Ing. oh D	Joanna	KORCZYK-SZABO	Nitra (Słowacja/Slovakia)
Prof. ph D	Wojciech	KOWALCZYK	Duisburg-Essen (Niemcy/Germany)
Prof. dr hab. inż.	Krzysztof	KRYGIER	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Jurij	PAWLUCZUK	Brześć (Białoruś/Belarus)
Dr hab. inż.	Antoni	PLUTA	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Janusz	POSPOLITA	Opole (Polska/Poland)
Prof. ing. DrSc.	František	RIEGER	Praga (Czechy/Czech Republic)
Prof. dr hab.	Włodzimierz	RUDENKO	Równe (Ukraina/Ukraine)
Dr hab. inż.	Mirosław	SŁOWIŃSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Dr hab.	Marek	STAROŠKA	Presov (Słowacja/Slovakia)
Prof. dr hab. ing.	Kvĕtoslava	ŠUSTOVÁ	Brno (Czechy/Czech Republic)
Dr hab. inż.	Krzysztof	ŚMIECHOWSKI	Prof. (UTH), Radom (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Franciszek	ŚWIDERSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Dr inż.	Urszula	TYLEWICZ	Bolonia (Włochy/Italy)
Doc. ing. DrSc.	Pavel	VESELY	Brno (Czechy/Czech Republic)
Prof. dr hab.	Bożena	WASZKIEWICZ-ROBAK	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Agnieszka	WIERZBICKA	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Dorota	WITROWA-RAJCHERT	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Janusz	WOJDALSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Ladislav	ZEMAN	Brno (Czechy/Czech Republic)
Dr hab. inż.	Małgorzata	ZIARNO	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)

Informacje

dla Autorów przygotowujących materiały do publikacji w czasopiśmie POSTĘPY TECHNIKI PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO

- ▶ Artykuł powinien w sposób zwięzły i przejrzysty omawiać specjalistyczne zagadnienie, przy czym wskazany jest podział tekstu na rozdziały opatrzone tytułami. W jego zakończeniu należy sformułować istotne dla poruszanej problematyki wnioski.
- ▶ Wydruk należy przygotować w **dwóch egzemplarzach na białym (nie przebitkowym) papierze**, z podwójną interlinią i 4 cm marginesem z lewej strony. Na marginesie autor zaznacza miejsca, w których należy umieścić tabelę lub rysunek pisząc Tab.1. lub Rys.1. Ponadto na marginesie należy słownie objaśnić litery greckie stosowane w tekście, np. β – beta. Stronice powinny być zaopatrzone w kolejną numerację.
- ▶ **Uwaga!** Wraz z w/w egzemplarzami artykułu należy dostarczyć płytkę z zapisanym tekstem (rysunkami) w edytorze pracującym w środowisku **Windows**.
- ▶ Na pierwszej stronie wydruku (u góry) należy podać imię i nazwisko autora, tytuł naukowy lub zawodowy, nazwę zakładu pracy, pełny tytuł artykułu oraz krótkie streszczenie o objętości nie przekraczającej 5 do 8 wierszy maszynopisu. Konieczne jest również dołączenie tłumaczenia tytułu i streszczenia w języku angielskim. Na stronie tej należy ponadto umieścić adres zamieszkania autora dla korespondencji oraz numer telefonu.
- ▶ Jeżeli zachodzi taka konieczność, materiał może zawierać wzory matematyczne, które należy pisać w oddzielnych wierszach tekstu z wyraźnym zaznaczeniem obniżonych indeksów, wykładników potęg, znaków matematycznych, itp. Wzory, przy większej ich ilości, należy numerować z prawej strony cyframi arabskimi w nawiasach okrągłych. W artykule należy stosować jednostki miar zgodne z Międzynarodowym Układem Jednostek (SJ).
- ▶ Na rysunki i tabele należy powołać się w tekście w nawiasach okrągłych, np. (rys. 1), natomiast na źródła literaturowe, których zestawienie umieszczone jest na końcu artykułu, w nawiasach kwadratowych, np. [3] lub [3,4,5].
- ▶ Wykaz literatury (ograniczony do źródeł najbardziej istotnych) należy umieścić na końcu artykułu pod tytułem: LITERATURA opierając się na następujących zasadach:
 - dla książek: nazwisko(a) i inicjały imion autora(ów), rok wydania, tytuł książki, miejsce wydania, wydawcę,
 - dla czasopism: nazwisko(a) i inicjały imion autora(ów), rok wydania, tytuł artykułu, tytuł czasopisma, numer zeszytu, numery stron.
- ▶ Tytuł artykułu musi być napisany małymi literami (wykluczone wersaliki) – zarówno **w języku polskim jak i angielskim**
- ▶ Tabele ponumerowane kolejno cyframi arabskimi muszą być zaopatrzone **w tytuł w języku polskim i angielskim**.
- ▶ Wszelkie materiały ilustracyjne (wykresy, rysunki, fotografie) nazywa się rysunkami i numeruje kolejno, wiążąc je w odpowiednich miejscach z tekstem. Rysunki należy wykonać czytelnie, pamiętając, że ich format powinien gwarantować po dwukrotnym zmniejszeniu pełną czytelność.
- ▶ **Uwaga!** Rysunków nie należy wklejać do tekstu!
- ▶ Podpisy pod rysunki, napisane na odrębnej stronie – **w języku polskim i angielskim**, muszą oprócz kolejnego numeru podawać tytuł rysunku wraz z legendą zawierającą wyodrębnione odnośnikami jego części.
- ▶ Artykuły powinny być recenzowane przez dwóch samodzielnych pracowników naukowych – specjalistów z dziedziny przetwórstwa spożywczego lub ekonomii i jako takie zaopatrzone zostaną w znak graficzny (®) umieszczony przy tytule. Recenzje takie należy dołączyć do artykułu.
- ▶ Redakcja informuje autorów publikacji, że ewentualne przypadki „ghostwriting” i „guest authorship” będące przejawem nierzetelności naukowej, będą dokumentowane i demaskowane, włącznie z powiadomieniem odpowiednich podmiotów (instytucje zatrudniające autorów, towarzystwa naukowe, stowarzyszenia edytorów naukowych, itp).
- ▶ O przyjęciu artykułu do druku decyduje kolegium redakcyjne, w oparciu o przygotowane jego recenzje. Jeżeli w ich wyniku zachodzi konieczność poprawienia artykułu przez autora, to powinno to nastąpić w okresie nie dłuższym niż dwa miesiące. Po tym terminie uważa się, że autor rezygnuje z publikacji.
- ▶ Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania poprawek, zmian terminologicznych lub skrótów, przy czym zmiany o charakterze merytorycznym będą wprowadzane wyłącznie za uprzednią zgodą autora.
- ▶ Przekazanie artykułu do Redakcji jest zarazem oświadczeniem, że nadesłane opracowanie nie było publikowane w innym czasopiśmie.
- ▶ Artykuły należy przysyłać na adres:

WYŻSZA SZKOŁA MENEDŻERSKA
Redakcja czasopisma „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”
ul. Kawczyńska 36, 03-772 Warszawa

Wskazówki techniczne dla autorów od redaktora technicznego

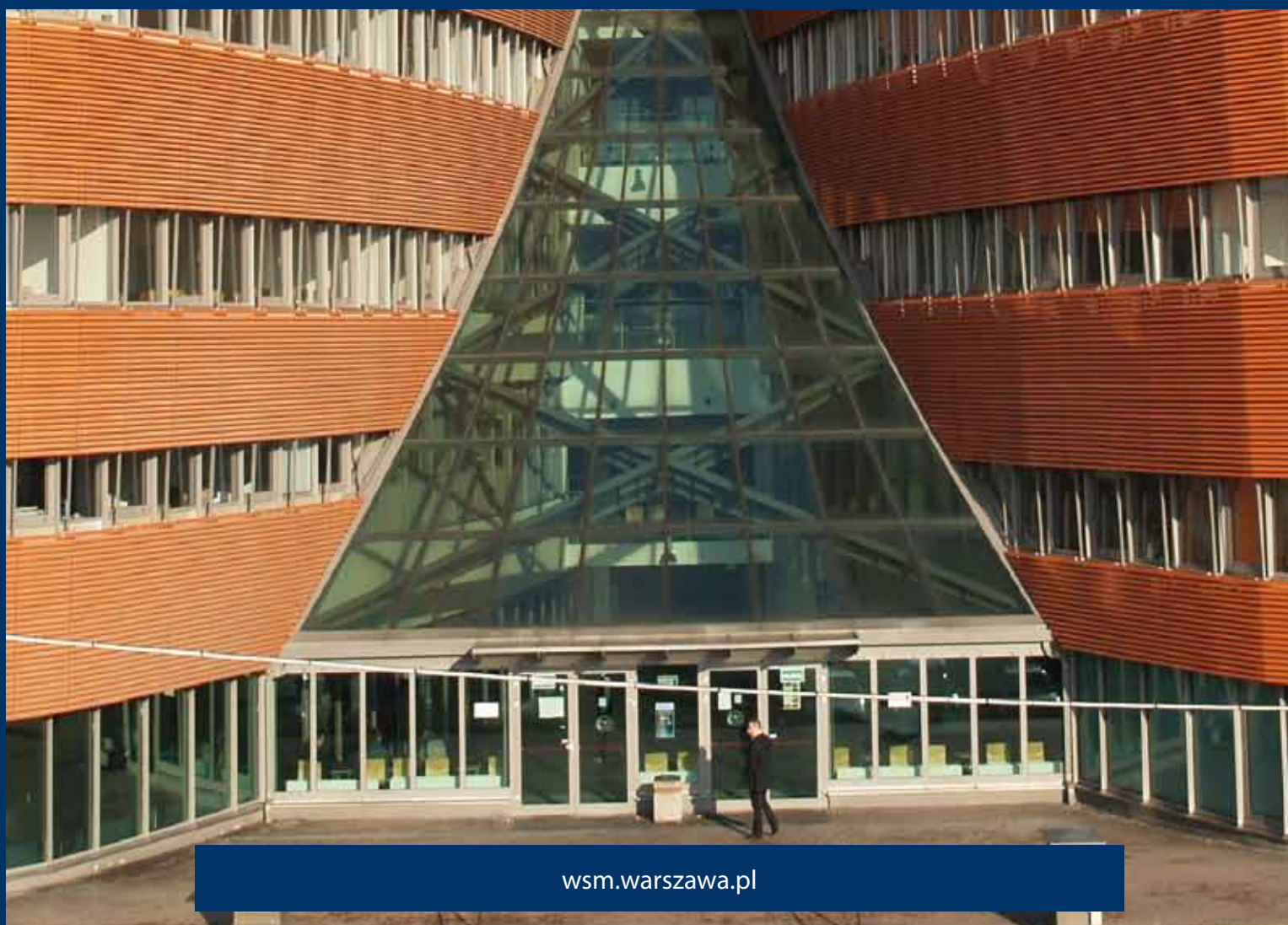
- ▶ Prace przekazujemy na płytach CD. Wraz z przekazywanym nośnikiem, przekazujemy **wydruk pracy** (z drukarki).
- ▶ Artykuły mają być pisane na komputerach **PC** pod systemem operacyjnym **WINDOWS**.
- ▶ **TEKST** – piszemy w programie **WORD '97-2003**, lub zapisujemy w tych wersjach.
- ▶ **TABELE** – j.w.
- ▶ **WYKRESY** – jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę, wygląd i jak największą rozdzielczość).
- ▶ **RYSUNKI** – w programie **COREL DRAW 9.0** z rozszerzeniem **cdr** (jest możliwość zmian i redagowania), albo jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę i wygląd).
- ▶ **ZDJĘCIA** – jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** – z rozdzielczością 300 dpi (nie ma możliwości redagowania – muszą być profesjonalnie zeskanowane z jak największą rozdzielczością).

Z wyrazami szacunku
Redaktor techniczny



WYDAWNICTWO
im. Prof. L. Krzyżanowskiego

*Wyższej Szkoły Menedżerskiej
w Warszawie*



wsm.warszawa.pl