

# POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

---

## TECHNOLOGICAL PROGRESS in food processing

1

2014



**Wyższa Szkoła Menedżerska**

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

tel. 22 59-00-700, [www.wsm.warszawa.pl](http://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](http://www.wsm.warszawa.pl)

# Oferta edukacyjna 2014/2015

## 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:

- Europeistyka
- Politologia
- Bezpieczeństwo Narodowe

### Studia inżynierskie (I st.):

- Informatyka
- Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

## REKRUTACJA

**22 59 00 730** [rekrutacja@wsm.warszawa.pl](mailto: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 19 lat działalności wykształciła ponad 36 500 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. B004)

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

e-mail: [podyplomowe@wsm.warszawa.pl](mailto:podyplomowe@wsm.warszawa.pl)

[wsm.warszawa.pl/podyplomowe](http://wsm.warszawa.pl/podyplomowe)

## WYDZIAŁY

- Menedżerski i Nauk Technicznych



- Prawa i Administracji
- Nauk Społecznych

Tom 24/44

PL ISSN  
0867-793x

4 pkt  
na liście  
rankingowej  
czasopism  
punktowanych

# POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

Nr 1/2014

**Adres redakcji**

03-772 Warszawa  
ul. Kawęczyńska 36  
pok. 5  
tel. 22 59 00 828  
fax: 22 59 00 774  
e-mail: [ptps@mac.edu.pl](mailto:ptps@mac.edu.pl)

B. Czasopisma  
naukowe  
nieposiadające  
współczynnika  
wpływu  
IMPACT FACTOR (IF)  
Lp. 1652



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](mailto:janusz.graf@wp.pl);

**Nakład:** 600 egz.

# SPIS TREŚCI

## Contents

|   |   |
|---|---|
| <b>Od Redakcji</b> .....                      | 4 |
| <i>Editorial</i> .....                        |   |
| <b>OFERTA EDUKACYJNA WSM 2014/2015</b> .....  | 5 |
| <i>EDUCATION OFFER OF WSM 2014/2015</i> ..... |   |

## INŻYNIERIA ŻYWNOŚCI

### FOOD ENGINEERING

|   |    |
|---|----|
| <b>1. JESIONKOWSKA K., PIOTROWSKA A., ŻEBROWSKA-KRASUSKA M., WASZKIEWICZ-ROBAK B.:</b>  |    |
| Jakość sensoryczna oraz mikrobiologiczna wybranych rynkowych serków homogenizowanych .....  | 9  |
| <i>The microbiological and sensory quality of selected market homogenized cream cheeses.</i>  |    |
| <b>2. DOWGIAŁŁO A., WIELICZKO W.:</b>   |    |
| Kierunki rozwoju maszyn od odgławiania ryb karpowatych .....  | 14 |
| <i>Carp deheaders evolution.</i>  |    |
| <b>3. PASZCZYK B.:</b>  |    |
| Skład kwasów tłuszczowych i udział izomerów trans w wyrobach seropodobnych .....  | 17 |
| <i>Fatty acid composition and content of trans isomers in cheese-like products.</i>   |    |
| <b>4. PAŁACHA Z.:</b>   |    |
| Izotermny adsorpcji i desorpcji wody wybranych makaronów .....  | 22 |
| <i>A study of process of adsorption and desorption of water selected pasta.</i>   |    |
| <b>5. RYDZKOWSKI T., MICHALSKA-POŻOGA I.:</b>   |    |
| Wpływ pakowania (MAP) na trwałość i zmiany przechowalnicze świeżej, rozdrobnionej papryki czerwonej .....   | 29 |
| <i>Impact of packaging in protective atmosphere (MAP) for permanence and storage changes of fresh-cut red peppers.</i>  |    |
| <b>6. MIESZKALSKI L.:</b>   |    |
| Matematyczny model kształtu nasion bobiku i jego podstawowych części morfologicznych .....  | 34 |
| <i>Mathematical model of the shape of the faba bean seeds and primary part of the morphological.</i>  |    |
| <b>7. KOWALSKA M., PAŹDZIÓR M., ŚMIECHOWSKI K.:</b>   |    |
| Wykorzystanie programu komputerowego opartego na metodzie Klemmana jako narzędzia pozwalającego uzyskać stabilną emulsję spożywczą .....                            | 41 |
| <i>The use of a computer program based on Kleeman's method as a tool to obtain a stable food emulsion.</i>  |    |
| <b>8. CHOIŃSKA A., GÓRNICKI K., WINICZENKO R., KALET A.:</b>  |    |
| Wpływ warunków rehydratacji na zmianę objętości cząstek krajanki suszu z jabłek .....   | 47 |
| <i>The influence of rehydration conditions on the volume change dried apple cossettes.</i>  |    |
| <b>9. KUBIAK M.S., PIEPIÓRKA-STEPUK J.:</b>   |    |
| Higienizacja komór wędzarniczo-parzelniczych; problemy i rozwiązania .....  | 51 |
| <i>Higienization of the smoke dry chambers; problems and solutions.</i>   |    |
| <b>10. PRZEOR M., FLACZYK E.:</b>   |    |
| Porównanie wartości przeciwutleniającej przypraw ziołowych stosowanych w kuchni polskiej i suszu liści morwy białej .....   | 56 |
| <i>The comparison of antioxidant activity of herbs used in polish cuisine and white mulberry leaves drought.</i>  |    |
| <b>11. OLENIUCH J.:</b>   |    |
| Wizerunek tradycyjnej żywności regionalnej w oczach mieszkańców Podkarpacia – ocena w świetle badań własnych .....  | 61 |
| <i>The image of the traditional and region food products in the eyes of the Podkarpackie Province citizens – the assessment based on the author's own research.</i> |    |
| <b>12. WESOŁOWSKI A., SZPARAGA A., DYMKOWSKA-MALESA M.:</b>   |    |
| Wpływ grubości plasterów jabłek przed suszeniem promiennikowym na ich rehydrację .....  | 65 |
| <i>The influence of apple slices' thickness before being dried with infrared radiation on their rehydration.</i>  |    |
| <b>13. WASZKIEWICZ-ROBAK B., SZTERK A., KACZMARCZUK P.:</b>   |    |
| Bezpieczeństwo zdrowotne mięsa wołowego poddanego obróbce termicznej .....  | 69 |
| <i>Safety aspects of beef subjected to heat treated meat.</i>   |    |
| <b>14. OBIDZIŃSKI S., SZULC K.:</b>   |    |
| Badania procesu mechanicznego odwadniania wycierki ziemniaczanej .....  | 77 |
| <i>The investigation of the mechanical dehydrating process of potato pulp.</i>  |    |

## ARTYKUŁY ANALITYCZNO-PRZEGLĄDOWE

### ANALYTICAL – REVIEW ARTICLES

|   |    |
|---|----|
| <b>15. TOMASZEWSKA M., GRZESIŃSKA W., BILSKA B., TRAFIAŁEK J.:</b>          |    |
| Charakterystyka bakteriocyn jako naturalnych konserwantów żywności .....    | 84 |
| <i>Characteristics of the bacteriocins as a natural food preservatives.</i> |    |
| <b>16. CIEMNIEWSKA-ŻYTKIEWICZ H., KRYGIER K., BRYŚ J.:</b>                  |    |
| Wartość odżywcza orzechów oraz ich znaczenie w diecie .....                 | 90 |
| <i>Nutritional value of nuts and their importance in diet.</i>              |    |

|  |     |
|--|-----|
| <b>17. SZPARAGA A., DYMKOWSKA-MALESA M., WESOŁOWSKI A.:</b>                          |     |
| Odwadnianie osmotyczne w technologii utrwalania owoców i warzyw .....                | 97  |
| <i>Osmotic dehydration process in fruit and vegetables preservation technology.</i>  |     |
| <b>18. DYBKOWSKA E., SERWATKA J., WASZKIEWICZ-ROBAK B.:</b>                          |     |
| Zagrożenia drobnoustrojami i pasożytami związane ze spożyciem sushi .....            | 102 |
| <i>The risks of microbial and parasitic infections associated with eating sushi.</i> |     |
| <b>19. KUCHARCZYK K., CIOCH M.:</b>  |     |
| Gospodarka drożdżowa w browarze .....  | 107 |
| <i>Yeast management in brewery.</i>  |     |
| <b>20. ACHREMOWICZ B., CEGLIŃSKA A., GAMBUŚ H., HABER T., OBIEDZIŃSKI M.:</b>        |     |
| Technologiczne wykorzystanie ziarna pszenżyta .....                                  | 113 |
| <i>Technological applicability of triticale grain.</i>                               |     |
| <b>21. SŁOWIŃSKI B., DUTKIEWICZ D.:</b>  |     |
| Problemy komercjalizacji wynalazków w ujęciu systemowym .....                        | 121 |
| <i>Problems of the commercialization of inventions in the system presentation.</i>   |     |

## PROBLEMATYKA ROLNO-ŻYWNOŚCIOWA AGRO FOOD PROBLEMS

|  |     |
|--|-----|
| <b>22. DEC D.:</b>   |     |
| Wpływ działalności rolniczej na występowanie bakterii i azotanów (III) i (V) w wodach studziennych .....   | 128 |
| <i>The impact of agricultural in presence of bacteria and nitrate (III) and (V) in well water.</i>   |     |
| <b>23. WEINER W.:</b>  |     |
| Urządzenia do obróbki powierzchniowej nasion .....   | 134 |
| <i>Devices for surface treatment of seeds.</i>   |     |
| <b>24. SZWEDZIAK K., ZAGOLA A.:</b>  |     |
| „Kwotowanie produkcji mleka” – największy mechanizm Wspólnej Polityki Rolnej .....   | 138 |
| <i>“Quote of milk production” – biggest mechanism of the common agricultural policy.</i>   |     |
| <b>25. GRUCHELSKI M., NIEMCZYK J.:</b>   |     |
| Kongres Ekonomistów Polskich. Omówienie tematyki naukowej dotyczącej sektora rolno-żywnościowego i jego otoczenia społeczno-gospodarczego oraz ekologicznego ..... | 141 |
| <i>The Congress of Polish economists. Discussion to scientific subject concerning agri-food sector and social-economic as well as ecological environment.</i>      |     |

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

|  |     |
|--|-----|
| <b>26. GORYSZEWSKI R., KOTOWSKA E.:</b>  |     |
| U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część V. Problematyka finansów publicznych w teorii ekonomicznej Jeana Charlesa Leonarda Simonde de Sismondiego .....                   | 148 |
| <i>Some historical roots of the theory and practice of the public finance. Part V. Jean Charles Leonard Simonde de Sismondi on public finance and commercial interests of the state.</i> |     |
| <b>27. RUT J., KULIŃSKA E., SKRZYPCZYK L.:</b>   |     |
| Nowoczesne metody zarządzania logistyką w gastronomii. Część I – Studium przypadku .....   | 155 |
| <i>Modern methods of logistics management in gastronomy. Part I – A case study.</i>  |     |
| <b>28. MAZUR K.P., PAWŁOWSKI M., PIĄTKOWSKI A.:</b>  |     |
| Wpływ różnic kulturowych na odmienne postrzeganie pojęcia motywowania na przykładzie: Japonii, krajów Unii Europejskiej oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej .....                | 162 |
| <i>Impact of cultural differences in the perception of the concept of different motivation for example: Japan, European Union countries and the United States of America.</i>            |     |
| <b>29. MACIEJEWSKI J.:</b>   |     |
| Customer Relationship Management w kształtowaniu strategii biznesowej współczesnego przedsiębiorstwa .....   | 169 |
| <i>The role of Customer Relationship Management within business strategy development in the modern enterprise.</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 Programowa

**Przewodniczący:**  
prof. dr hab. Andrzej Lenart

**Członkowie:**  
prof. nadzw. dr, dr h.c. Stanisław Dawidziuk  
prof. dr hab. inż. Jarosław Diakon  
prof. dr inż. Daniel Dutkiewicz  
prof. dr hab. Jury Fatychov  
doc. dr Marek Gruchelski  
prof. dr hab. inż. Agnieszka Kaleta

prof. dr hab. inż. Henryk Komsta  
prof. dr hab. inż. Leszek Mieszkalski  
prof. dr hab. inż. Marek Opielak  
dr hab. inż. Zbigniew Pałacha, prof. SGGW  
prof. dr hab. inż. Krzysztof Wituszyński  
**Stali współpracownicy:**  
prof. dr hab. inż. Andrzej Dowgiałło  
doc. dr Elżbieta Kotowska  
dr inż. Tadeusz Matuszek  
dr inż. Grzegorz Ossowski  
dr Zdzisław Piątkowski

## SZANOWNI PAŃSTWO

Lato to czas, w którym można cieszyć się zielenią i piękną pogodą.

Przekazujemy Państwu kolejny numer „Postępów Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, abyście mogli się cieszyć nim także. Rozpoczęliśmy dwudziesty trzeci rok obecności na rynku naukowych wydawnictw periodycznych, promujących postęp w technice przetwórstwa spożywczego oraz osiągnięcia w naukach ekonomicznych.

W minionym okresie opublikowaliśmy ponad 760 artykułów recenzowanych. Mamy nadzieję, że i tym razem dostarczymy Państwu ciekawą lekturę. Trudno jest omówić wszystkie artykuły, choć są interesujące, dlatego sygnalizuję tylko niektóre z nich.

Uzyskane wyniki badań przeprowadzonych na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie wskazują, że poza obowiązującą obecnie kontrolą zawartości drobnoustrojów chorobotwórczych (*E.coli*), w serkach twarogowych konieczna jest również kontrola zawartości drożdży i pleśni. Ich wysoki poziom obniża jakość sensoryczną wyrobów, także jest niewskazany z punktu widzenia zdrowotnego.

O dokonującym się postępie technicznym w rozwoju maszyn do odgławiania ryb karpiowatych informują Zespoły Badawcze Morskiego Instytutu Rybackiego – Państwowego Instytutu Badawczego w Gdyni oraz Politechniki Koszalińskiej.

Uzyskane rezultaty badań przeprowadzonych w Uniwersytecie Technologiczno-Humanistycznym w Radomiu dowodzą przydatności optymalizacji komputerowej do ustalania właściwego składu i dobierania parametrów technologicznych stabilnych emulsji spożywczych.

Przyrost objętości suszonych jabłek podczas dehydratacji zależy od temperatury dehydratacji oraz od rodzaju medium, w jakim odbywa się ten proces – informuje Zespół Badawczy Wydziału Inżynierii Produkcji SGGW w Warszawie.

Nowoczesne rozwiązania i aplikacje technik mycia przeznaczonych do higienizacji komór wędzarniczych oraz realizowane w nich programy mycia prezentuje Zespół Badawczy Politechniki Koszalińskiej.

Z prac przeprowadzonych w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu wynika, że susz liści morwy białej z uwagi na właściwości przeciwutleniające oraz wysoką zdrowotność do chelatowania żelaza, mógłby stanowić komponent spożywczych mieszanek przyprawowych.

W przypadku suszenia promieniami podczerwonymi plasterków jabłek z przeznaczeniem do późniejszej rehydracji, należy stosować plastry o grubości do 5,0 mm, informują Zespoły Badawcze Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz Politechniki Koszalińskiej.

W celu hamowania wzrostu obecnej w żywności mikroflory patogennej, w miejsce chemicznych środków konserwujących, w praktyce coraz częściej są stosowane bakteriocyny (produkowane przez bakterie fermentacji mlekowej), jako naturalne konserwanty żywności – informuje Zespół Badawczy Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie.

Podstawowych informacji o wartości odżywczej orzechów oraz o ich znaczeniu w diecie dostarcza kolejny Zespół Badawczy w artykule analityczno-przeglądowym.

Odwadnianie osmotyczne w technologii utrwalania owoców i warzyw omawiają Zespoły Badawcze Politechniki Koszalińskiej oraz Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.

O realnych zagrożeniach drobnoustrojami i pasożytami – związanych z coraz częściej spożywanym japońskim danem sushi, ostrzega Zespół Badawczy SGGW w Warszawie.

Racjonalna gospodarka drożdżowa prowadzona w browarze pozwala zapewnić wysoką żywotność i witalność drożdży oraz możliwość ich użycia do następnych fermentacji, to efekt pracy analityczno-przeglądowej pracowników Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Wpływ działalności rolniczej na jakość wód studziennych, po przeprowadzeniu badań, przedstawia pracownik Politechniki Białostockiej.

„Kwotowanie Produkcji Mleka”, jako największy mechanizm Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej do likwidacji – informują pracownicy Politechniki Opolskiej.

Zachęcam do czytania pozostałych również ciekawych artykułów. Szczególnie polecam lekturę problematyki rolno-żywnościowej, dotyczącą finansów publicznych oraz nowoczesnych metod zarządzania przedsiębiorstwem.

**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](mailto:rekrutacja@wsm.warszawa.pl)

## OFERTA EDUKACYJNA 2014/2015

**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,
- ✓ doradca, konsultant, ekspert sfery gospodarczej.

Kierunek studiów:

Administracja

– *studia licencjackie i magisterskie*

**SPECJALNOŚCI I STUDIA PODYPLOMOWE NA WYDZIALE  
PRAWA I ADMINISTRACJI:**

- ✓ Administracja Bezpieczeństwa Narodowego,
- ✓ Administracja dyplomatyczno-konsularna,
- ✓ Administracja Instytucji Europejskich,
- ✓ Administracja gospodarcza,
- ✓ Administracja publiczna,
- ✓ Administracja skarbowa,
- ✓ Samorząd Terytorialny,
- ✓ Zamówienia publiczne,
- ✓ Bezpieczeństwo pracy (BHP),
- ✓ Prawo pracy i polityka zatrudnienia.
- ✓ Fundusze i systemy finansowania projektów UE (łącznie z unijnym prawem podatkowym),
- ✓ Ochrona danych osobowych, baz danych, informacji niejawnych i e-biznesu,
- ✓ Zarządzanie ochroną zdrowia (NFZ, placówki leczenia otwartego i specjalistycznego, system emerytalno-rentowy).

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

##### STUDIA PODYPLOMOWE (UL. KAWĘCZYŃSKA):

- ✓ Przywództwo w biznesie (nowe)
- ✓ Zarządzanie projektami (nowe)
- ✓ Marketing strategiczny (nowe)
- ✓ Coaching w życiu i biznesie
- ✓ Gospodarowania nieruchomościami
- ✓ Kompetencje Menedżerskie w Zarządzaniu Ludźmi
- ✓ Kontrola i audyt wewnętrzny w administracji publicznej i gospodarce
- ✓ Kreowanie Marki i Wizerunku Firmy
- ✓ Menedżerskie studia podyplomowe
- ✓ Mentoring rozwojowy i zarządzanie wiedzą
- ✓ Trener biznesu i rozwoju osobistego
- ✓ Perswazja i argumentacja w zarządzaniu
- ✓ Zarządzanie organizacjami ochrony zdrowia
- ✓ Zarządzanie portfelem projektów wg teorii ograniczeń
- ✓ Zarządzanie działalnością innowacyjną

##### \* STUDIA I STOPNIA NA KIERUNKU ZARZĄDZANIE

#### BACHELOR PROGRAM IN MANAGEMENT

##### SPECIALIZATION:

- ✓ ACCOUNTING AND CONTROLLING
- ✓ 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.

Jednocześnie oferowane i rekomendowane są możliwości uzyskania następujących certyfikatów językowych:

- ✓ Pearson Test z języka angielskiego ( PTE General) jest uznanym międzynarodowym testem językowym zaprojektowanym tak, aby zdający mieli możliwość do wykazania się poziomem znajomości języka angielskiego.
- ✓ English for Business jest rekomendowany dla studentów, którzy chcą rozwijać swoje umiejętności językowe w otoczeniu biznesowym - test ten jest oferowany w pięciu poziomach do studentów z różnych środowisk.
- ✓ Angielski dla księgowych pomaga studentom rozwijać i podnosić swoje umiejętności językowe w obszarze księgowości i rachunkowości.
- ✓ Angielski w turystyce rekomendowany jest dla studentów, którzy chcą skutecznie komunikować się w branży hotelarskiej, podróżach i turystyce.
- ✓ First Certificate dla nauczycieli języka angielskiego biznesowego (FTBE) jest przeznaczony dla wykwalifikowanych nauczycieli języka angielskiego, którzy chcą zdobyć kwalifikacje pedagogiczne, specjalistyczne, uzupełniające w języku angielskim w celach biznesowych.

### 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.

### Kierunek studiów:

#### Informatyka – studia I stopnia

##### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Bezpieczeństwo obiektów i informacji,
- ✓ Technologie sieciowe,
- ✓ Grafika komputerowa,
- ✓ Inżynieria systemów – do uruchomienia,
- ✓ Systemy webowe – do uruchomienia,
- ✓ Bazy danych – do uruchomienia.

### Kierunek studiów: Bezpieczeństwo Narodowe – studia licencjackie

##### DLA ZAINTERESOWANYCH:

- ✓ Ochroną i obroną narodu oraz jego żywotnych interesów politycznych, ekonomicznych i społecznych,
- ✓ niemilitarnymi i militarnymi zagrożeniami korzystania z dobrobytu i autonomii społecznej,
- ✓ stosowaniem procedur bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego,
- ✓ pracą zespołów realizujących cele obywatelskie, społeczne, polityczne i gospodarcze,
- ✓ pochodzącymi z różnych obszarów działalności państwa metodami, siłami i środkami zwalczania zagrożeń,
- ✓ przetwarzaniem oraz udostępnianiem informacji na bazie nowoczesnych technologii.



## Wydział Nauk Społecznych

Kierunek studiów:

Stosunki międzynarodowe (*I i II stopnia*)

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Bezpieczeństwo międzynarodowe i wewnętrzne,
- ✓ Dyplomacja,
- ✓ Handel zagraniczny.

### PROPOZYCJE NOWYCH SPECJALNOŚCI:

- ✓ Dyplomacja ekonomiczna,
- ✓ Gospodarka i biznes międzynarodowy,
- ✓ Negocjacje w dyplomacji,
- ✓ Służby zagraniczne,
- ✓ Studia europejskie,
- ✓ Studia Wschodnie i Azjatyckie,
- ✓ Zarządzanie komunikacją w stosunkach międzynarodowych.

### STUDIA PODYPLOMOWE:

- ✓ Dyplomacja,
- ✓ Kształtowanie wizerunku państwa,
- ✓ Negocjacje w dyplomacji,
- ✓ Służby zagraniczne,
- ✓ Zarządzanie komunikacją w stosunkach międzynarodowych,
- ✓ Protokół dyplomatyczny.

Kierunek studiów:

Pedagogika (*I i II stopnia*)

### SPECJALNOŚCI NAUCZYCIELSKIE:

- ✓ Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna,
- ✓ Pedagogika wczesnoszkolna i przedszkolna z modułem informatycznym.

### SPECJALNOŚCI NIENAUCZYCIELSKIE:

- ✓ Doradztwo zawodowe i personalne (tylko II st.),
- ✓ Edukacja medialna i technologie informacyjne,
- ✓ Pedagogika pracy (tylko I st.),
- ✓ Resocjalizacja,
- ✓ Praca socjalna,

- ✓ Terapia pedagogiczna,
- ✓ Zarządzanie oświatą (tylko II st.),
- ✓ Opieka nad osobą starszą i niepełnosprawną.

### STUDIA PODYPLOMOWE:

- ✓ Logopedia,
- ✓ Wiedza o społeczeństwie,
- ✓ Pedagogika Montessori w przygotowaniu pedagogicznym,
- ✓ Studia w zakresie uzyskania kwalifikacji pedagogicznych,
- ✓ Oligofrenopedagogika z terapią pedagogiczną,
- ✓ Nauczanie początkowe z terapią pedagogiczną.

Kierunek studiów:

Europeistyka (*I stopnia*)

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Wspólny rynek europejski,
- ✓ Administracja europejska,
- ✓ Gospodarka funduszami europejskimi.

Kierunek studiów:

Politologia (*I stopnia*)

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Marketing i doradztwo polityczne,
- ✓ Socjologia polityki,
- ✓ Bezpieczeństwo państwa.

Kierunek studiów:

Psychologia – *studia magisterskie*

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ 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.

## Wydział Zarządzania w Ciechanowie

Kierunki studiów: Zarządzanie

Wydział Zarządzania w Ciechanowie prowadzi studia licencjackie w trybie niestacjonarnym.

**Specjalności:** marketing, rachunkowość i controlling; zarządzanie w bankowości i finansach; zarządzanie w sektorze publicznym, zarządzanie przedsiębiorstwem.

**Od 01.10.2014 r. zostaną uruchomione:** 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 (od 15.09.2014 r.)

## Wydział Zamiejscowy 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](http://www.wsm.belchatow.pl)

**Kierunki studiów:**

Administracja, Zarządzanie, Prawo, Informatyka, Bezpieczeństwo Narodowe, Pedagogika, Stosunki Międzynarodowe, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji.

**Dziekanat czynny jest w dniach:**

- poniedziałek i środa w godz. 13.00 – 17.00
- piątek w godz. 13.00 – 15.00 oraz 17.20 – 19.00
- sobota i niedziela w godz. 8.00 – 14.00 (podczas zjazdów)

# 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 następującego kompletu dokumentów:

- ◆ Podanie (druk WSM), o przyjęcie na studia.
- ◆ Oryginał świadectwa dojrzałości lub odpis wydany przez Okręgową Komisję Egzaminacyjną, a w przypadku starej matury – odpis wydany przez szkołę średnią.
- ◆ Kserokopia świadectwa ukończenia szkoły średniej – oryginał do wglądu (dotyczy kandydatów legitymujących się „nową” maturą).
- ◆ Odpis dyplomu (przy zapisie na studia drugiego stopnia).
- ◆ Cztery fotografie 35x45mm.
- ◆ Kserokopia dowodu osobistego.
- ◆ W momencie rekrutacji należy mieć przy sobie dowód osobisty.
- ◆ Potwierdzenie wniesienia opłaty wpisowej 350 zł wraz z kserokopią (promocja – 2014 r.).

Przed złożeniem dokumentów w Dziale Rekrutacji należy wnieść opłatę wpisową na konto uczelni:

**WSM w Warszawie, BRE BANK S.A. ODDZIAŁ KORPORACYJNY W WARSZAWIE**

**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 2014 trwać będą od początku czerwca do 15 września;
- ◆ na semestr wiosenno-letni 2015 – od początku stycznia do 15 lutego.

**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](http://www.wsm-ciech.com)

### Wydział zamiejscowy w Bełchatowie

ul. Edwardów 5, 97-400 Bełchatów  
tel. 44 77 70 001  
Szczegóły na: [www.wsm.belchatow.pl](http://www.wsm.belchatow.pl)

Dr inż. Katarzyna JESIONKOWSKA  
Dr inż. Anna PIOTROWSKA  
Mgr inż. Małgorzata ŻEBROWSKA-KRASUSKA  
Prof. dr hab. Bożena WASZKIEWICZ-ROBAK  
Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa  
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

## JAKOŚĆ SENSORYCZNA ORAZ MIKROBIOLOGICZNA WYBRANYCH RYNKOWYCH SERKÓW HOMOGENIZOWANYCH®

The microbiological and sensory quality of selected market homogenized cream cheeses®

**Słowa kluczowe:** serek homogenizowany, jakość mikrobiologiczna, jakość sensoryczna.

*Serki twarogowe homogenizowane stanowią ważną grupę wartościowych produktów nabiałowych, chętnie spożywanych szczególnie przez dzieci. Celem badań była ocena jakości sensorycznej oraz czystości mikrobiologicznej wybranych rynkowych serków twarogowych o smaku waniliowym i naturalnym. Ocenę jakości sensorycznej wykonano metodą profilową (QDA) w Akredytowanym Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej SGGW. Jakość mikrobiologiczną wyrobów oceniono przez oznaczenie zawartości drobnoustrojów *E. coli* oraz określenie ogólnej ilości drobnoustrojów, zawartości drożdży i pleśni. Badania wykonano pod koniec okresu przydatności do spożycia.*

*Jakość sensoryczna ocenionych serków była znacznie zróżnicowana. Ocena ogólna wahała się od 4,64 do 7,69 j.u. W części serków wyczuwano smak i zapach kwaśny, obcy, gorzki świadczący o zachodzących niekorzystnych zmianach, co znalazło potwierdzenie w badaniach mikrobiologicznych – wysoka zawartość drożdży i pleśni. Ilość bakterii *E. coli* we wszystkich badanych próbach nie przekraczała wymagań Rozporządzenia Komisji Europejskiej (WE) nr 2073/2005 tj. była na poziomie poniżej 10 jtk/g. Przeprowadzone badania wskazują, że poza obowiązującą obecnie kontrolą zawartości drobnoustrojów chorobotwórczych (*E. coli*) w serkach twarogowych konieczna jest również kontrola zawartości drożdży i pleśni, których wysoki poziom obniża jakość sensoryczną wyrobów, a także jest niewskazany z punktu widzenia zdrowotnego.*

**Key words:** homogenized cream cheese, microbiological quality, sensory quality.

*Homogenized cream cheeses are very important valuable group within milk products which are appreciated especially by children. Thus, the evaluation of sensory quality and microbiological purity of market homogenized cheeses with vanilla and natural taste was the aim of this study. The assessment of sensory quality using Quantitative Descriptive Analysis was performed in Certified Laboratory of Food Quality Assessment and Health Diagnostics at Warsaw University of Life Science. The microbiological purity of evaluated products was diversified.*

*The overall sensory quality ranged from 4,64 to 7,69 units. In part of assessed homogenized cheeses the sour aroma and taste as well as bitter and odd taste was perceived, that pointed at disadvantageous microbiological changes. This finding confirmed microbiological tests were high level of molds and yeasts was detected. The content of *E. coli* was under the requirements of European Commission Regulation no 2073/2005 (under 10 CFU/g). The performed research revealed that apart from obligatory control of *E. coli* content, the simultaneous evaluation of molds and yeasts level is necessary as high level of these microorganisms decrease the sensory quality of products. It is also inadvisable because of consumers' health.*

### WPROWADZENIE

Przetwory mleczne są bogatym źródłem wapnia, białka jak również witamin z grupy B. Ze względu na zawartość składników mineralnych takich jak wapń, fosfor, potas magnez, cynk, miedź, mangan oraz kobalt, produkty te mają działanie alkalizujące na organizm człowieka. Co więcej, produkty te charakteryzują się wysoką gęstością energetyczną i są łatwo przyswajalne przez organizm [5]. Szczególne miejsce wśród produktów mleczarskich zajmują sery i twarogi, mające największy udział w obrotach polskiego

sektora mleczarskiego [18]. W Polsce obserwuje się stosunkowo wysokie spożycie serów twarogowych. Do niedawna postrzegano je jako produkty tradycyjne, znajdujące odbiorców głównie wśród osób o niższych dochodach. Jednak w ostatnich latach obserwuje się w tym sektorze wiele innowacyjnych działań zmierzających do znacznego zróżnicowania asortymentu serów kwasowo-podpuszczkowych, przejawiające się między innymi w znaczącej sprzedaży serków kremowych i homogenizowanych (stanowiącej 34% całkowitej sprzedaży serów twarogowych) [7, 17]. Serki homogenizowane zyskują coraz więcej cech wspólnych

z deserami mlecznymi, a oprócz zawartości łatwo przyswajalnego wapnia, białka i witamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E, K posiadają dodatkowe walory takie jak preferowany przez konsumentów smak, puszysta konsystencja czy brak substancji konserwujących. Serki homogenizowane są często pozycjonowane przez producentów jako przekąska skierowana do dzieci i młodzieży [6, 7]. Badania przeprowadzone przez Czarniecką-Skubinę i Namysław (2008) [3] wykazały, że 16,6 % spośród 1015 uczniów warszawskich szkół średnich spożywało serki homogenizowane na śniadanie, a 18,9% na kolację. Produkty te powinny charakteryzować się wysoką i powtarzalną jakością rozumianą jako dyspozycyjność produktu, zdrowotność oraz atrakcyjność sensoryczna. Serki homogenizowane mogą być traktowane jako żywność dyspozycyjna, ponieważ są dość trwałe, mogą być konsumowane w pracy bądź szkole bez wcześniejszego przygotowania, a także są dostępne w różnych wielkościach opakowań jednostkowych [19]. Jednak poważnym problemem mogą być zmiany mikrobiologiczne tych produktów wywołane przez bakterie, pleśnie i grzyby rozwijające się w warunkach chłodniczych. Niekorzystne zmiany dostrzeżone przez konsumenta mogą wywołać negatywne reakcje konsumentów, którzy coraz częściej mają obawy co do bezpieczeństwa żywności [1, 4]. Zmiany te mogą mieć negatywny wpływ na jakość sensoryczną produktu, przez co jakość doświadczona przez konsumenta podczas konsumpcji, może odbiegać od jego oczekiwań co do produktu w czasie zakupu [20]. Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 2073/2005 z 15 listopada 2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (Dz.U. L. 338 z 22.12.2005 z późn. zm.) [16] jakość mikrobiologiczna serków twarogowych homogenizowanych jest uznawana za zadowalającą jeśli ilość bakterii *E. coli* kształtuje się poniżej 100 jtk/g.

**Celem artykułu jest prezentacja wyników badań dotyczących oceny jakości mikrobiologicznej oraz sensorycznej wybranych rynkowych serków homogenizowanych.**

## MATERIAŁ I METODY

Ocenie poddano serki homogenizowane pochodzące z czterech Zakładów Mleczarskich zrzeszonych w Okręgowych Spółdzielniach Mleczarskich (OSM) i Spółdzielniach Mleczarskich (SM).

**Tabela 1. Kody oraz wartość odżywcza podana na opakowaniu badanych serków homogenizowanych**

**Table 1. Codes and nutritional values declared on the packages of the evaluated cheeses**

| Oznaczenie produktów | Wartość energetyczna [kcal] | Zawartość składników odżywczych [g/100g] |             |                    |         |      |
|----------------------|-----------------------------|--|-------------|--------------------|---------|------|
|                      |                             | białko                                   | węglowodany | cukry              | tłuszcz | NNKT |
| SH1                  | 127                         | 6,8                                      | 13,9        | 12,8               | 5       | 2,8  |
| SH2                  | 120                         | 5,5                                      | 16,6        | 12,5               | 3,5     | 2,5  |
| SH3                  | 59                          | 10                                       | 3,2         | 3,2                | 0,0     | 0,0  |
| SH4                  | 142                         | 7,0                                      | 16          | n.p. <sup>*)</sup> | 5,5     | n.p. |

<sup>\*)</sup> nie podano (na opakowaniu)/ not declared on the package

**Źródło:** Badania własne

W tabeli 1 podano wartość odżywcza serków zadeklarowaną na opakowaniach przez producentów. Spośród ocenianych serków jeden był serkiem naturalnym (SH3), trzy miały smak waniliowy (SH1, SH2 oraz SH4).

## METODYKA

### Ocena mikrobiologiczna

Ocena jakości mikrobiologicznej serków homogenizowanych obejmowała oznaczenia *Echerichia coli* (wg PN-ISO 16649-2:2004) [14] oraz drożdży i pleśni (wg PN-ISO 6611:2007/PN-ISO 21527-1:2009) [11, 13]. Badania prowadzono w okresie 2 dni przed upływem terminu przydatności do spożycia.

### Ocena sensoryczna

Do określenia szczegółowej charakterystyki sensorycznej próbek zastosowano metodę profilową (Quantitative Descriptive Analysis – QDA) wykorzystując procedurę analityczną opisaną w normie PN-ISO 13299:2010 [10]. Członkowie zespołu oceniającego w postępowaniu wstępnym zapoznali się z próbkami i określali indywidualnie charakterystyczne wyróżniki jednostkowe zapachu, konsystencji oraz smaku. Wyróżniki przedyskutowano, uzgodniono ich terminologię i definicje. Lista wyróżników z definicjami była dostępna podczas realizacji ocen serków homogenizowanych. Natężenie poszczególnych wyróżników zaznaczano na niestrukturowanej skali liniowej (odcinek prostej o długości 10 cm z odpowiednimi określeniami brzegowymi badanych wyróżników). Wyniki wskazań oceniających na niestrukturowanej skali poddawano konwersji do wartości liczbowych przyjmując cały zakres skali jako 10 jednostek umownych.

Każda próbka analizowana była w dwóch niezależnych powtórzeniach, a podstawą podanych wyników średnich było 20 ocen jednostkowych. Oceniano następujące atrybuty: zapach (ukwaszonego mleka, waniliowy, śmietankowy, słodki, kwaśny, obcy), smak (ukwaszonego mleka, waniliowy, śmietankowy, słodki, kwaśny, gorzki, obcy), konsystencję (gęstość, gładkość, rozplywalność, wrażenie tłustości), połysk powierzchni oraz jakość ogólną.

*Zespół oceniający i warunki oceny.* Charakterystykę sensoryczną próbek przeprowadził zespół oceniających posiadający kwalifikacje ekspertów wg normy PN-ISO 8586-2:2008 [12]. Oceny były wykonywane w akredytowanym Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej w Pracowni Analizy Sensorycznej na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW, która spełnia wszystkie wymagania określone normą PN-ISO 8589:2010 [9]. Do planowania sesji ocen, generacji losowych liczb, do kodowania próbek, zapisu indywidualnych wyników oraz ich wstępnej obróbki stosowano skomputeryzowany system wspomagania analiz sensorycznych ANALSENS NT.

*Przygotowanie i prezentacja próbek jednostkowych.* Próbkę jednostkową serków homogenizowanych w ilości ~40 g, umieszczane były w uprzednio przygotowanych i zakodowanych pojemniczkach plastikowych (100 ml) oraz przykrywane wieczkami. Jako neutralizator smaku pomiędzy próbkami zastosowano herbatę lub sucharki. Zestawy próbek dla poszczególnych oceniających były kodowane in-



dywidualnie i prezentowane w losowej kolejności. Przed podaniem próbek do ocen sensorycznych, kondycjonowano je w temperaturze pokojowej przez 20 min., celem równomiernego wyeksponowania jakościowych cech zapachu w przestroni nad próbką.

*Statystyczny sposób opracowania wyników.* Uzyskane wyniki sensorycznych ocen profilowych poddano analizie składowych głównych (ang. Principle Component Analysis, PCA) i zobrazowano graficznie na projekcji PC1/PC2 jako mapę podobieństw i różnic sensorycznych pomiędzy ocenianymi produktami. Poszczególne wyróżniki przedstawiono jako wektory w dwuwymiarowej przestrzeni utworzonej przez pierwsze dwie składowe (PC1 i PC2). Im dłuższy był dany wektor, tym bardziej próbki były zróżnicowane względem danej cechy, natomiast wzajemny dystans pomiędzy próbkami świadczył o ich podobieństwie bądź różnicy.

Istotność różnic pomiędzy produktami analizowano oddzielnie dla każdego wyróżnika wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji oraz testu Tukey'a przyjmując poziom istotności 5%. Wszystkie analizy statystyczne wykonano przy użyciu pakietu STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

### Badania mikrobiologiczne

Poddane badaniom serki homogenizowane charakteryzowały się odpowiednią czystością mikrobiologiczną pod względem zawartości bakterii *Echerichia coli* (tabela 2). Produkty te spełniły więc wymagania stawiane serom wyprodukowanym z mleka lub serwatki poddanych obróbce termicznej, jakie zawarto w Rozporządzeniu Komisji (WE) nr 2073/2005 z 15 listopada 2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (Dz.U. L. 338 z 22.12.2005 z późn. zm.) [16]. W dokumencie tym wskazano, że czystość mikrobiologiczna produktów zawierających poniżej 100 jtk/g bakterii *E. coli* jest uznana za zadowalającą. W badanych serkach homogenizowanych oznaczono również zawartość drożdży oraz pleśni (tabela 2). Wymienione wyżej Rozporządzenie nie nakłada obowiązku oznaczania zawartości drożdży i pleśni. Przy określaniu wymagań czystości mikrobiologicznej dotyczącej zawartości drożdży i pleśni w serkach homogenizowanych posłużono się więc normą PN-91/A-86300 „Mleko i przetwory mleczarskie. Sery twarogowe niedojrzewające” [15], która podaje, że zawartość w/w drobnoustrojów nie powinna przekraczać 10000 jtk/g – dla drożdży oraz 500 jtk/g dla pleśni. Wymagań tych nie spełniły serki SH2 oraz SH3, ponieważ w produkcie SH2 oznaczono znacznie wyższą od dopuszczalnej liczbę pleśni, natomiast w próbce SH3 oznaczona ilość drożdży przekraczającą wymagania normy.

Ponadto, w serku SH2 wykryto drożdże, ale w ilościach nieprzekraczających wymagań wymienionej powyżej normy. W badaniach przeprowadzonych przez Berthold i wsp. (2007) [2], oceniono 7 próbek serków homogenizowanych pod względem zawartości bakterii z grupy *E. coli* oraz drożdży i pleśni i tylko w jednej z nich oznaczono drożdże w liczbie  $2,5 \times 10^2$  jtk/g. Zwiększona zawartość drożdży i pleśni w ramach niniejszych badań może być spowodowana tym,

że badania przeprowadzono na 2 dni przed upływem terminu przydatności do spożycia.

**Tabela 2. Charakterystyka mikrobiologiczna badanych próbek serków homogenizowanych**

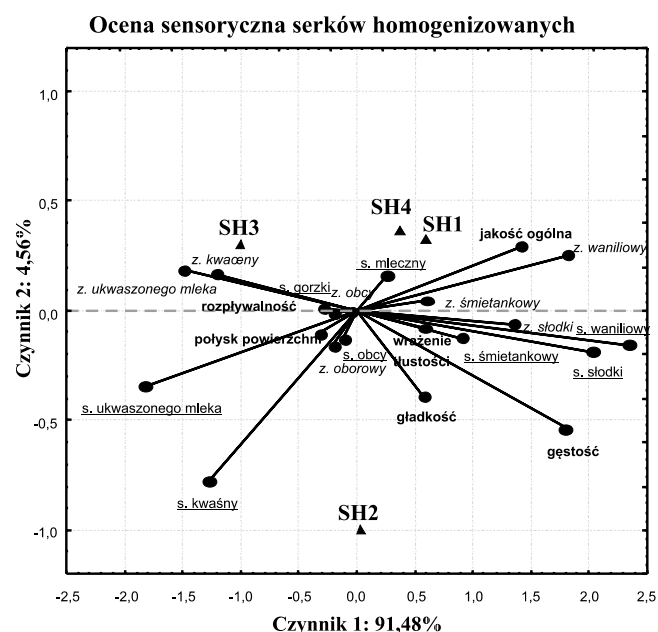
**Table 2. Microbiological characteristics of evaluated samples of homogenized cheeses**

|     | Liczba <i>E.coli</i> [jtk/g] | Liczba drożdży [jtk/g] | Liczba pleśni [jtk/g] |
|-----|------------------------------|------------------------|-----------------------|
| SH1 | <10                          | <10                    | <10                   |
| SH2 | <10                          | $2,1 \times 10^2$      | $3,8 \times 10^3$     |
| SH3 | <10                          | $1,2 \times 10^6$      | <10                   |
| SH4 | <10                          | <10                    | <10                   |

Źródło: Badania własne

### Badania sensoryczne

Na rysunku 1 przedstawiono mapę PCA podobieństw oraz różnic w jakości sensorycznej ocenianych serków homogenizowanych. Ponad 90% całkowitej zmienności pomiędzy próbkami zostało wyjaśnione przez pierwszą składową (PC1).



**Rys 1. Projekcja PCA różnic i podobieństw jakości sensorycznej rynkowych serków homogenizowanych.**

**Fig. 1. Principal component analysis (PCA) projection of similarities and differences in sensory quality of market homogenized cheeses.**

Źródło: Badania własne

Największy wpływ na różnicowanie ocenianych próbek serków homogenizowanych miały zapach i smak: ukwaszonego mleka, kwaśny, słodki oraz waniliowy. Natomiast spośród atrybutów opisujących konsystencję najbardziej znaczący wpływ na różnorodność próbek miała gęstość.

Wektory obrazujące te atrybuty były najdłuższe. Próbkę oznaczoną jako SH1 oraz SH4 charakteryzowały się podobną jakością sensoryczną, gdyż na mapie PCA są usytuowane blisko siebie. Najwyższą wyczuwalnością smaku i zapachu

waniliowego charakteryzowały się serki SH1 oraz SH4 (tabela 3). Co więcej w profilu smakowym tych serków dominował słodki, a najmniej wyczuwalny był kwaśny. Wyniki te potwierdzają badanie przeprowadzone przez Kostyrę i wsp. (2012) [8], w których stwierdzono, że próbka sera waniliowego charakteryzowała się znaczącym udziałem smaku i zapachu słodkiego, a zapach i smak kwaśny i twarogowy były wyczuwalne na niższym poziomie. Ponadto, serek SH1 był najbardziej gładki i gęsty spośród wszystkich badanych próbek. Zawartość tłuszczu znalazła swoje odzwierciedlenie w wyczuwalności wrażenia tłustości. W obydwu omawianych serkach tłuszcz występował w ilości około 5g/100g (tabela 1), przez co wrażenie tłustości w tych produktach było najbardziej intensywne. W serkach tych nie zaobserwowano zapachu obcego, a smak gorzki i obcy był wyczuwalny na minimalnym poziomie, co może być związane z brakiem jakichkolwiek zanieczyszczeń mikrobiologicznych (tabela 2). Oba te produkty zostały ocenione przez ekspertów jako najbardziej zharmonizowane pod względem ogólnej jakości sensorycznej.

Serek o kodzie SH3 był produktem bez dodatku substancji smakowych (naturalnym) przez co w jego profilu sensorycznym najbardziej wyczuwalny był smak i zapach ukwaszonego mleka. Smak i zapach słodki były prawie niewyczuwalne, a to ze względu na niewielką obecność węglowodanów w tym produkcie. Podobnie wrażenie tłustości tego produktu było najmniej intensywne spośród wszystkich badanych próbek, gdyż w jego składzie brak było tłuszczu. Ponadto według oceniających serek ten był rzadki i najbardziej gładki. Wyniki analiz mikrobiologicznych zostały potwierdzone w ocenie sensorycznej. W produkcie SH3, wykryto zawartość drożdży na poziomie przekraczającym wymagania normy. Według oceniających serek ten był istotnie bardziej gorzki od pozostałych produktów. Wprawdzie nie wykazano istotnych różnic w intensywności smaku i zapachu obcego, jednak oceniający wyczuli w nim nieznacznie wyższą intensywność tych wyróżników niż w produktach SH1 oraz SH4. W serku SH2, w którym wykryto zarówno drożdże jak i pleśń, zaobserwowano obecność smaku i zapachu obcego oraz smaku gorzkiego. Ponadto produkt ten charakteryzował się najbardziej intensywnym smakiem kwaśnym spośród

**Tabela 3. Profil sensoryczny serków homogenizowanych pod koniec przydatności do spożycia**

**Table 3. Sensory profile of homogenized cheese at the end of the expire date**

| Oznaczenie produktów | ZAPACH               |                    |             |               |                    |        |         |        |
|----------------------|----------------------|--------------------|-------------|---------------|--------------------|--------|---------|--------|
|                      | ukwaszonego mleka    | waniliowy          | śmietankowy | słodki        | kwaśny             | obcy   |         |        |
| SH1                  | 1,13 a <sup>1)</sup> | 4,88 b             | 3,55 b      | 3,84 c        | 0,87 a             | 0,00 a |         |        |
| SH2                  | 2,11 a               | 2,55 a             | 2,80 ab     | 2,67 b        | 1,54 a             | 0,03 a |         |        |
| SH3                  | 4,65 b               | n.b. <sup>2)</sup> | 2,06 a      | 0,63 a        | 3,64 b             | 0,09 a |         |        |
| SH4                  | 1,91 a               | 3,58 b             | 3,01 ab     | 2,98 bc       | 1,31 a             | 0,00 a |         |        |
|                      | SMAK                 |                    |             |               |                    |        |         |        |
|                      | ukwaszonego mleka    | waniliowy          | śmietankowy | mleczny       | słodki             | kwaśny | gorzki  | obcy   |
| SH1                  | 1,39 a               | 5,36 b             | 4,21 b      | 3,91 a        | 4,88 bc            | 1,28 a | 0,15 a  | 0,13 a |
| SH2                  | 3,25 b               | 3,81 a             | 3,61 b      | 3,30 a        | 4,36 b             | 3,81 b | 0,27 ab | 0,47 a |
| SH3                  | 5,30 c               | n.b.               | 2,09 a      | 3,26 a        | 0,88 a             | 4,17 b | 0,57 b  | 0,39 a |
| SH4                  | 1,36 a               | 4,66 ab            | 3,68 b      | 3,66 a        | 5,73 c             | 1,53 a | 0,09 a  | 0,14 a |
|                      | KONSYSTENCJA         |                    |             |               |                    |        |         |        |
|                      | gładkość             |                    | gęstość     | rozplywalność | wrażenie tłustości |        |         |        |
| SH1                  | 6,95 ab              |                    | 7,77 c      | 6,07 a        | 4,19 b             |        |         |        |
| SH2                  | 7,79 b               |                    | 6,93 bc     | 6,83 a        | 3,93 ab            |        |         |        |
| SH3                  | 6,10 a               |                    | 3,36 a      | 7,18 a        | 2,91 a             |        |         |        |
| SH4                  | 7,83 b               |                    | 6,21 b      | 7,27 a        | 4,13 b             |        |         |        |
|                      | POZOSTALE            |                    |             |               |                    |        |         |        |
|                      | połysk powierzchni   |                    |             | jakość ogólna |                    |        |         |        |
| SH1                  | 7,69 b               |                    |             | 7,69 c        |                    |        |         |        |
| SH2                  | 6,16 ab              |                    |             | 6,16 b        |                    |        |         |        |
| SH3                  | 4,64 a               |                    |             | 4,64 a        |                    |        |         |        |
| SH4                  | 7,62 b               |                    |             | 7,62 c        |                    |        |         |        |

\*) Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie między sobą przy poziomie istotności 5% (test Tukey'a). Intensywność wyróżników wyrażono w jednostkach umownych. Mean values denoted by different letters differ statistically significantly at  $p \leq 0,05$  (Tukey's test). The attribute intensity were express in contractual units

\*\*) n. b. – nie badano; not tested

**Źródło:** Badania własne



wszystkich serków waniliowych. W efekcie produkt SH2 został oceniony jako najmniej zharmonizowany pod względem ogólnej jakości sensorycznej spośród serków waniliowych, a produkt SH3 uzyskał najniższą sensoryczną jakość ogólną spośród wszystkich badanych próbek.

## WNIOSKI

1. Jakość mikrobiologiczna badanych serków homogenizowanych pod koniec deklarowanego terminu przydatności do spożycia była dość zróżnicowana. W połowie ocenianych próbek wykryto wysoką, znacznie przekraczającą wymagania Polskiej Normy, zawartość drożdży lub pleśni. Zawartość bakterii *E. coli* we wszystkich próbkach nie przekraczała wymagań Rozporządzenia Komisji (WE) nr 2073/2005;
2. Profil sensoryczny smakowych serków homogenizowanych pod koniec deklarowanego terminu przydatności do spożycia, cechował się znaczną intensywnością smaku i zapachu waniliowego oraz śmietankowego. Serki w których stwierdzono wysoką zawartość drożdży/pleśni charakteryzowały się wyraźnie wyczuwalnym smakiem gorzkim, obcym oraz kwaśnym a także bardziej intensywnym zapachem kwaśnym i obcym w porównaniu z pozostałymi próbkami. Ogólnie jakość sensoryczna serków była bardzo zróżnicowana, oceny wahały się od 4,64 do 7,69 j.u.;
3. Uzyskane wyniki wskazują, że poza obowiązującą obecnie kontrolą zawartości drobnoustrojów chorobotwórczych (*E. coli*) w serkach twarogowych, konieczna jest również kontrola zawartości drożdży i pleśni, których wysoki poziom obniża jakość sensoryczną wyrobów a także jest niewskazany z punktu widzenia zdrowotnego.

## LITERATURA

- [1] **BARYŁKO-PIKIELNA N., WASIAK-ZYS G. 2004.** Jakość żywności z perspektywy współczesnego konsumenta. Wybrane problemy nauki o żywieniu człowieka u progu XXI wieku. Wydawnictwo SGGW, 321-326.
- [2] **Berthold A., Pluta A., Kołodziej A. 2007.** *Jakość mikrobiologiczna rynkowych serów twarogowych.* Przegląd Mleczarski, 7, 4-5.
- [3] **CZARNIECKA-SKUBINA E., NAMYSŁAW I. 2008.** *Wybrane elementy zachowań żywieniowych uczniów szkół średnich.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6, 61, 129-143.
- [4] **DMYTRÓW I., MITUNIEWICZ-MAŁEK A., DMYTRÓW K. 2009.** *Ocena wybranych wyróżników jakości serków twarogowych kwasowo-podpuszczkowych dostępnych w handlu detalicznym.* Chłodnictwo, tom XLIV, 2009, 1-2, 67-73.
- [5] **GAWĘCKI J., WOŹNIEWICZ M. 2011.** Produkty spożywcze jako źródło składników odżywczych, (W):Gawęcki J. (red.), Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 339-386.
- [6] **GÓRSKI J. 2007.** Zdefiniować lidera. Forum Mleczarskie, 5, 18-19.
- [7] **GÓRSKA-WARSEWICZ H. 2007.** *Strategie marek na rynku twarogów.* Przegląd Mleczarski, 5, 2007.
- [8] **KOSTYRA E., ŚWIDERSKI F., SZTERK A., ŻEBROWSKA-KRASUSKA M., WASIAK-ZYS G. 2012.** *Jakość sensoryczna oraz zawartość steroli roślinnych w rynkowych przetworach mleczarskich.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 30-38.
- [9] **NORMA PN-ISO 8589:2010.** *Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni sensorycznej.* PKN.
- [10] **NORMA PN-EN ISO 13299:2010.** *Analiza sensoryczna. Metodologia. Ogólne wytyczne ustalania profilu sensorycznego.* PKN.
- [11] **NORMA PN-ISO 21527-1:2009.** *Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni – Część 1: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody wyższej niż 0,95.* PKN.
- [12] **NORMA PN-ISO 8586-2:2008.** *Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających – Część 2: Eksperti oceny sensorycznej (oryg.).* PKN.
- [13] **NORMA PN-ISO 6611:2007.** *Mleko i przetwory mleczne -- Oznaczanie liczby jednostek tworzących kolonie drożdży i/lub pleśni -- Metoda płytkowa w temperaturze 25 stopni C.* PKN.
- [14] **NORMA PN-ISO 16649-2:2004.** *Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby β-glukuronidazo-dodatnich Escherichia coli. Część 2: Metoda płytkowa w temperaturze 44 °C z zastosowaniem 5-bromo-4-chloro-3-indolilo β-D-glukuronidu.* PKN.
- [15] **NORMA PN-91/A-86300.** *Mleko i przetwory mleczarskie. Sery twarogowe niedojrzewające.* PKN, 1991.
- [16] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) nr 2073/2005** z 15 listopada 2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (Dz.U. L. 338 z 22.12.2005 z późn. zm.).
- [17] **SOŁOWIEJ B. 2012.** *Ocena właściwości fizykochemicznych serków homogenizowanych dostępnych na rynku lubelskim.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, XLV, 3, 923-929.
- [18] **SZAJNER P. 2012.** *Rynek serów i twarogów w Polsce.* Przemysł Spożywczy, 2012, 66, 19-22.
- [19] **ŚWIDERSKI F. 2010.** *Jakość żywności oraz metody jej zapewnienia.* (W): Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B. (red.), Towaroznawstwo żywności przetworzonej z elementami technologii, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- [20] **VAN TRIJP H.C.M., STEENKAMP J.E.B.M. 2005.** *Consumer-oriented new product development: principles and practice.* (W): Jongen W.M.F., Meulenburg M.T.G.(red.), Innovation in agri-food systems. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands: 87-124.

Prof. dr hab. inż. Andrzej DOWGIAŁŁO  
 Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy  
 Mgr inż. Waldemar WIELICZKO  
 Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

## KIERUNKI ROZWOJU MASZYN OD ODGLAWIANIA RYB KARPIOWATYCH®

### Carp deheaders evolution®

**Słowa kluczowe:** karp, parametr odglawiania, maszyna do odglawiania, wydajność.

*Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań własnych i analiz publikacji, wyjaśniających przyczyny niższej wydajności technologicznej maszynowego odglawiania karpia, niż używanej przy pracy ręcznej. Na ich podstawie prototyp odglawiaczki, w której stosowane jest oszczędne cięcie po łuku, wyposażono w laserowy wskaźnik ułatwiający pozycjonowanie ryby względem noża odglawiającego, przez co uzyskiwane wydajności porównywalne są z ręcznym odglawianiem.*

**Key words:** carp, deheading parameter, deheading machine, yield.

*The paper presents results of scientific researches and analysis of professional literature on a yield of carp mechanical deheading. Basing on these results the prototype of deheading machine with circular cut and laser indicator for precise fish positioning was designed. Application of laser indicator increased deheading yield to hand deheading standard.*

### WSTĘP

Według danych Organizacji do Spraw Żywności i Wyżywienia (FAO) w Rzymie, ryby słodkowodne i morskie, pochodzące z hodowli, stanowiły w roku 2012 już ponad 50% rynkowych dostaw w skali światowej. Udział tych ryb będzie nadal wzrastał. Hodowlane karpie, należące do gatunku *Cyprinus carpio*, których hodowlę zapoczątkowano w Chinach co najmniej 2500 lat temu i pozostałe gatunki z rodziny karpowatych, stanowią 2/3 masy dostaw ryb słodkowodnych. W Polsce występuje 37 gatunków zaliczanych do karpowatych. Wśród hodowlanych karpia wyróżnia się trzy podstawowe ich odmiany: karp pełnołuski, lustrzeń i karp bezłuski.

Dotychczas brakuje niektórych rodzajów maszyn do obróbki wymienionych i innych gatunków ryb słodkowodnych, w tym maszyn do odglawiania – odglawiaczek, które spełniałyby ekonomiczne i technologiczne wymagania przedsiębiorstw. Mimo istnienia wielu typów maszyn do odglawiania stosowanych szeroko w obróbce ryb morskich, pracochłonna i uciążliwa operacja odglawiania ryb słodkowodnych często wykonywana jest ręcznie. Zmechanizowanie obróbki karpia do postaci tuszek (ryba odgłowiona i patroszona), filetów, płatów i dzwonek warunkuje wzrost ich sprzedaży a zarazem hodowli. Obecnie w wielu krajach wysoki poziom sprzedaży karpia w stanie pełnym występuje wciąż jeszcze jedynie przed Świętami Bożego Narodzenia. Niewielkie zainteresowanie rynkowe rybami z rodziny karpowatych spowodowane jest występowaniem w ich mięsie licznych ości. Ich rozdrobnienie podczas nacinania filetów, płatów i tuszek likwiduje zagrożenia dla zdrowia, zwłaszcza dzieci i powoduje wzrost zainteresowania ich zakupem.

Zmechanizowanie odglawiania, a także patroszenia, nawet przy pomocy prostych, jednooperacyjnych maszyn, odegrałoby istotną rolę w skompletowaniu linii produkcyjnej z istniejącymi maszynami (płatownice, odkórzarki,

przecinarki ości w tuskach, filetach i płatach). Istotna jest jednakże wydajność uzyskiwana podczas maszynowego odglawiania. Przy niższym poziomie wydajności, niż osiągnięta przy pracy ręcznej, stosowanie odglawiaczek przynosiłoby zmniejszenie możliwej do uzyskania masy produktu handlowego, a przez to straty przedsiębiorstwa.

### WPŁYW ZRÓŻNICOWANIA MORFOLOGICZNEGO KARPIA NA WYDAJNOŚĆ MASZYNOWEGO ODGLAWIANIA

Przeprowadzone badania wykazały, że w maszynach do odglawiania wydajność zależy od dwóch czynników – dokładności pomiaru długości głowy, stanowiącej parametr regulacji położenia ryb w stosunku do noża odglawiającego (pozycjonowania) oraz rodzaju stosowanego w nich cięcia odglawiającego [1]. Każdy z wymienionych czynników może powodować zmniejszenie wydajności nawet o 3% w stosunku do wydajności odglawiania ręcznego cięciem okołoskrzelowym.

Ważnym, chociaż nie jedynym czynnikiem, który utrudnia projektowanie maszyn do odglawiania karpia i innych karpowatych, spełniających wymienione wymagania użytkownikom, jest ich budowa kostno-szkieletowa i kształt ciała, znacznie różniące się od ryb o kształcie wrzecionowatym [4]. Kształt karpia utrudnia stabilną orientację położenia ryby w maszynie, a duże wygrzbiecenie i stosunkowo mała głowa, którą należy odciąć tradycyjnie stosowanym w ręcznej obróbce cięciem po linii krzywej tuż za łukiem pokrywy skrzelowej, komplikują kinematykę odglawiaczek.

W przypadku maszynowego odglawiania karpia, podczas którego ma miejsce ich pozycjonowanie oparte na pomiarze długości głowy metodą pośrednią, poziom wydajności jest niezadowolający, ponieważ pomiar pośredni jest mniej

dokładny niż pomiar bezpośredni. Przy pomiarze pośrednim występują odchyłki od wartości rzeczywistej, wynikające z naturalnego zróżnicowania wielkościowego tych samych cech w ramach jednego gatunku ryb. Ponadto na podstawie porównań wyników badań cech morfometrycznych można stwierdzić, że karpie charakteryzują się większym stopniem zmienności niż ryby morskie. Na przykład długość głowy karpia o długości całkowitej 400 mm, wyznaczona metodą pośrednią z zależności „długość głowy – długość całkowita”, może znajdować się w przedziale 83÷93 mm, przy czym w przypadku karpia o długości całkowitej 450 mm i większej przedział ten znacznie się rozszerza, ze względu na rosnący w nim udział głowy. Wyjaśnia to przyczynę różnic wydajności odgławiania maszynowego i ręcznego. Upoważnia to do wyciągnięcia wniosku, że chcąc uzyskać możliwie najwyższą wydajność odgławiania maszynowego, pozycjonowanie karpia należałoby oprzeć na bezpośrednim pomiarze długości głowy. Jednakże sposób ten ze względu na stopień komplikacji mechanizmów pomiarowo-korekcyjnych nie jest w odgławiarkach stosowany. Proszym rozwiązaniem natomiast może być zastosowanie precyzyjnego i prostego sposobu wzrokowego na określenie położenia linii cięcia odgławiającego podczas ręcznego załadunku ryb. Prowadzone badania dokładności pozycjonowania według tego sposobu wykazały, że on również nie jest wystarczająco dokładny, co znajduje wyraz w niezadowalającej wydajności. Przyczyną niedokładności ustalania jest występowanie zjawiska paralaksy [3], która występuje w wyniku nieodpowiedniego kąta ustawienia oczu względem wskaźnika teoretycznego położenia ryby w maszynie. Powoduje to straty w wydajności lub błędy technologiczne obróbki.

Powstałych z tego powodu błędów można uniknąć dzięki nowemu, dotychczas w praktyce przemysłowej nie stosowanemu sposobowi pozycjonowania położenia ryby. Polega on na wykorzystaniu w charakterze liniowego wskaźnika jej położenia wiązki promienia laserowego, skierowanego z góry na powierzchnię ryby. Prace w tym kierunku prowadzone są w instytucjach, w których zatrudnieni są autorzy artykułu. Po raz pierwszy zostały zastosowane w badaniach morfometrycznych ryb linie światła laserowego, wykorzystane również, jako wskaźnik płaszczyzny cięcia odgławiającego w modelach doświadczalnych maszyn do produkcji tuszek różnych gatunków ryb [3].

## WPŁYW RODZAJU CIĘCIA ODGŁAWIAJĄCEGO NA WYDAJNOŚĆ

Drugim z wymienionych czynników, wpływającym na poziom wydajności maszynowego odgławiania, jest rodzaj stosowanego w nich cięcia odgławiającego. Analiza tego wpływu została szczegółowo przedstawiona przez Dowgiałło i Sikorę [1] i Dowgiałło [2]. Wyniki badań (*ibidem*) wykazały, że wartości średnie wydajności odgławiania cięciem V dwoma nożami tarczowymi i cięciem okołoskrzelowym po łuku nie różnią się statystycznie istotnie. Nie różniły się one także poprawnością technologiczną.

## MASZYNA DO ODGŁAWIANIA RYB KARPIOWATYCH CIĘCIEM OKOŁOSKRZELOWYM PO ŁUKU

Brak różnic w wydajnościach odgławiania cięciem V i okołoskrzelowym po łuku spowodował, że o wyborze rodzaju cięcia odgławiającego zdecydowały uwarunkowania techniczne - prostota konstrukcji odgławiarki, z którą związane są zarówno łatwość jej obsługi, jak i, co niezwykle ważne, cena. Zdecydowano, że docelowo w nowo projektowanej odgławiarce do karpia ze względu na szereg zalet zastosowane zostanie cięcie okołoskrzelowe po łuku, wykonywane nożem modułowym z wymiennym ostrzem [2]. Ponadto za przyjęciem takiego cięcia przemawiały preferencje przetwórców, wyrażone w konsultacjach przeprowadzanych podczas Konferencji Hodowców Karpia.



Rys. 1. Prototyp odgławiarki z cięciem okołoskrzelowym po łuku.

Fig. 1. Prototype of deheading machine with an opercular cut.

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 2. Ustawianie linii cięcia według wskaźnika laserowego.

Fig. 2. Positioning the carp correctly in relation to the knife with using the laser pointer.

Źródło: Opracowanie własne

W prototypie odgławiarki (rys. 1) przyjęto, że ryba jest kładzona i po odgłowieniu zdejmowana ręcznie z wyprofilowanego stołu załadownego, podnoszonego do strefy cięcia i opuszczanego ręcznie za pomocą odpowiedniej dźwigni.

Pozycjonowanie ryby dokonywane było wzrokowo według wskaźnika płaszczyzny cięcia odgławiającego. Przeprowadzone w warunkach przemysłowych próby wykazały, że odgławiarka działa poprawnie. Dla ułatwienia jej obsługi oraz zwiększenia dokładności działania, zgodnie z sugestiami wynikającymi z wspomnianych wcześniej wyników badań, odgławiarkę wyposażono w precyzyjniejszy wskaźnik ułatwiający nie tylko pozycjonowanie ryby lecz również eliminujący błędy jej pozycjonowania spowodowane paralaksą. W tym celu odgławiarkę wyposażono w laserowy wskaźnik, którego światło pada na górną powierzchnię ciała ryby (rys. 2), umożliwiając jej dokładne ułożenie względem krawędzi noża odgławiającego.

Obecnie trwają prace konstrukcyjne nad wersją odgławiarki wyposażoną w mechaniczny napęd stołu załadownego, co nie tylko poprawi jej ergonomiczność, lecz prawdopodobnie wpłynie na zwiększenie przepustowości.

Odgławiarka w wersji wyposażonej w laserowy wskaźnik była prezentowana na 12. Międzynarodowych Targach Przetwórstwa i Produktów Rybnych POLFISH 2013 w Gdańsku i została nagrodzona medalem *Mercurius Gedanensis*.

## PODSUMOWANIE

Dopóki w maszynach do odgławiania nie znajdą zastosowania mechatroniczne czujniki detekcji określonych miejsc ciała ryb różnych wymiarów (dzięki którym możliwe będzie automatyczne ich pozycjonowanie), w zmechanizowanych liniach obróbki karpia i innych gatunków ryb tej rodziny, powinny znaleźć zastosowanie proste, jednooperacyjne odgławiarki z ręcznym ich załadunkiem i wzrokowym pozycjonowaniem położenia w stosunku do płaszczyzny noża, wspomaganym wskaźnikami ułatwiającymi pozycjonowanie ryby.

## LITERATURA

- [1] **DOWGIAŁŁO A., M. SIKORA. 2011.** *Odgławianie karpia*. Cz. I. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2. 42-44.
- [2] **DOWGIAŁŁO A., M. SIKORA, D. DUTKIEWICZ. 2012.** *Odgławianie karpia*. Cz. II. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1. 29-31.
- [3] **DUTKIEWICZ D., KUKIELKA K., WIŚNIEWSKI A., CYBERNY R. 2012.** *Określenie parametrów maszynowego odgławiania i wycinania kręgosłupów ryb przez ich pozycjonowanie oraz bezpośredni pomiar długości głowy*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2; 62-65.
- [4] **KAWKA T., DUTKIEWICZ D. 1986.** *Maszyny do obróbki ryb i kalmarów. Zarys konstrukcji*. Wydawnictwo Morskie. Gdańsk.



Dr inż. Beata PASZCZYK  
Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I UDZIAŁ IZOMERÓW TRANS W WYROBACH SEROPODOBNYCH®

Fatty acid composition and content of trans isomers in cheese-like products®

**Słowa kluczowe:** wyroby seropodobne, kwasy tłuszczowe, izomery trans, CLA.

*Przedmiotem badań przedstawionych w artykule było oznaczenie zawartości tłuszczu i określenie składu kwasów tłuszczowych oraz izomerów trans w tłuszczu wydzielonym z wyrobów seropodobnych dostępnych na polskim rynku.*

*Przeprowadzone badania wykazały, że badane wyroby charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością tłuszczu i zróżnicowanym składem kwasów tłuszczowych. W tłuszczu wszystkich badanych produktów stwierdzono obecność izomerów trans kwasu C18:1 oraz C18:2. Udział tych izomerów w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych wynosił od 0,39% do 3,63%. W pięciu z dziesięciu analizowanych produktach stwierdzono też niewielkie ilości sprzężonego kwasu linolowego (CLA), od 0,02% do 0,09%.*

**Key words:** cheese-like products, fatty acids, trans isomers, CLA.

*The subject of the research presented in the article was to determine fat content and fatty acid composition and trans isomers content in fat extracted from cheese-like products available on the polish market.*

*It demonstrated that the analyzed food products were characterized by diversified content of fat and diversified composition of particular groups of fatty acids (saturated, monoenoic and polyenoic). Fat of all examined products was found to contain trans isomers of C18:1 and C18:2 acids. Their content in the total fatty acid composition ranged from 0.39% to 3.63%. In five out of ten analyzed products analyses showed also small quantities of conjugated linoleic acid (CLA), i.e. from 0.02% to 0.09%.*

### WPROWADZENIE

Wyroby seropodobne produkowane są przy częściowej lub całkowitej substytucji tłuszczu mlekowego znacznie tańszymi olejami roślinnymi [2]. Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi, produkt w którym dokonano takiej substytucji nie może być określany nazwą zastrzeżoną dla produktów mleczarskich wytworzonych wyłącznie ze składników mleka. Ochronie oznaczeń podlega m in. nazwa „ser”. Produkt wytworzony z dodatkiem innych składników aniżeli występujące w mleku powinien być nazywany wyrobem seropodobnym [23]. Według danych literaturowych pod względem składu chemicznego (zawartości białka, tłuszczu, wody) wyroby seropodobne i analogi serów niewiele różnią się od oryginalnych serów dojrzewających. Natomiast ich wartość biologiczna jest zmieniona, przede wszystkim ze względu na substytucję tłuszczu mlecznego tłuszczem roślinnym [1]. W odróżnieniu od tłuszczów roślinnych tłuszcz mlekowy jest źródłem wielu bioaktywnych składników charakteryzujących się pozytywnym działaniem na organizm człowieka [5, 19, 22, 26, 27]. Jego unikalną cechą jest obecność kwasów krótkołańcuchowych, które są bardzo łatwo przyswajalne. Obecny w tej grupie kwasów kwas masłowy charakteryzuje się właściwościami przeciwnowotworowymi. Ponadto tłuszcz mlekowy zawiera w swoim składzie kwas wakcenyowy, główny izomer *trans* kwasu C18:1, posiadający antynowotworowe i antymiażdżycowe właściwości [21], a także kwas linolowy o sprzężonym układzie podwójnych wiązań (*cis9trans11* C18:2, CLA) o wielu prozdrowotnych działaniach [5, 13, 15, 16, 17, 20].

Niekorzystną cechą tłuszczu mlekowego jest wysoka zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych. Według badań Lipińskiego i in. [10] udział nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym kształtuje się w przedziale od 61,75% do 73,14% ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Pozostałą część stanowią kwasy monoenoowe od 21,53% do 30,93% i polienowe od 2,36% do 5,04%.

Substytucja tłuszczu mlekowego częściowo przetworzonymi olejami roślinnymi może prowadzić do zwiększenia w produkcie ilości izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. Według danych literaturowych [3,7, 9, 11, 12, 25] niektóre obecne w tłuszczach izomery *trans*, zwłaszcza te które powstają podczas przemysłowego utwardzania olejów, mogą niekorzystnie wpływać na nasz organizm.

Asortyment wyrobów seropodobnych na naszym rynku jest duży. Wyroby seropodobne reklamowane są jako produkty o prozdrowotnych właściwościach, wynikających z niższej zawartości tłuszczu i cholesterolu. Biorąc pod uwagę niższą cenę tych wyrobów w porównaniu do ceny serów wyroby seropodobne są często kupowane, zwłaszcza przez osoby o niższych dochodach. Dlatego też ważna jest ocena ich jakości.

**Celem artykułu jest prezentacja uzyskanych wyników badań dotyczących oznaczenia zawartości tłuszczu i określenia składu kwasów tłuszczowych oraz izomerów trans w tłuszczu wydzielonym z wyrobów seropodobnych dostępnych na polskim rynku.**

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły wyroby seropodobne zakupione w sklepach na terenie Olsztyna. Badaniami objęto 10 produktów, które pochodziły od różnych producentów.

Oznaczenie składu kwasów tłuszczowych i izomerów *trans* w tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem wyrobów seropodobnych przeprowadzono metodą chromatografii gazowej (GC) wykorzystując: chromatograf gazowy firmy Hewlett-Packard 6890 z detektorem płomieniowo jonizacyjnym FID.

Przed przystąpieniem do oznaczenia składu kwasów tłuszczowych we wszystkich objętych badaniem próbkach wyrobów seropodobnych oznaczono zawartość tłuszczu metodą Schmidta – Bondyńskiego – Ratzlafa [18].

### Przygotowanie próbek do analizy

Przygotowanie próbek do oznaczania składu kwasów tłuszczowych polegało na wydzieleniu tłuszczu z produktu, a następnie przygotowaniu estrów metylowych kwasów tłuszczowych.

Tłuszcz z objętych badaniem próbek produktów wydzielano wg metody Folcha [4].

Estry metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano wg metody IDF, stosując metanolowy roztwór KOH [8].

### Warunki analizy GC

Warunki analizy chromatograficznej: kolumna kapilarna długości 100 m, śr. 0,25 mm., grubość filmu 0,20 μm, z fazą stacjonarną CP Sil 88. Temperatura początkowa kolumny 60°C (przez 1 min), przyrost temperatury do 180°C, Δt = 5°C/min. Temperatura detektora 250°C, dozownika 225°C. Gaz nośny hel, przepływ 1,5 ml/min, dozownik z podziałem: 50:1.

Identyfikację pików kwasów tłuszczowych i izomerów *trans* kwasów tłuszczowych w tłuszczu badanych produktów przeprowadzono przez porównanie ich czasów retencji z czasami retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych firmy Sigma-Aldrich i Supelco oraz na podstawie danych literaturowych.

Wyniki wyrażono jako procentowy udział poszczególnych kwasów tłuszczowych w stosunku do sumy kwasów tłuszczowych (% masowy). Wszystkie oznaczenia przeprowadzono w dwóch równoległych powtórzeniach. Obliczenia statystyczne (średnie i odchylenia standardowe) wykonano w programie Excel.

## WYNIKI I DISKUSJA

Zawartość tłuszczu w badanych wyrobach seropodobnych i udział w nim poszczególnych grup kwasów tłuszczowych przedstawiono w tabeli 1. Sumaryczną zawartość oznaczonych izomerów *trans* kwasu C18:1 i izomerów *trans* kwasu C18:2 oraz zawartość kwasu *cis9trans11* C18:2 (CLA) w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu wydzielonego z objętych badaniem wyrobów seropodobnych przedstawiono na wykresie 1.

Badane wyroby pochodziły od różnych producentów. Przeprowadzone oznaczenie zawartości tłuszczu w tych

produktach wykazało, że charakteryzowały się one zróżnicowaną zawartością tłuszczu. Ilość tłuszczu w objętych badaniem wyrobach mieściła się w przedziale od 20,7% (Grecki kanapkowy) do 27,5% (Mozaikowy) (tab. 1.).

**Tabela 1. Zawartość tłuszczu oraz udział grup kwasów tłuszczowych w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu badanych wyrobów seropodobnych (%)**

**Table 1. The content of fat in examined cheeses-like products and percentages of some groups of fatty acids (% of total fatty acids)**

| Numer produktu | Produkt                 | Zawartość tłuszczu [%]        | Σ kwasów nasyconych           | Σ kwasów monoenowych          | Σ kwasów polienowych         | Σ trans                      |
|----------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1              | Seropodobny śniadaniowy | 22,10                         | 52,46                         | 38,10                         | 9,45                         | 0,39                         |
| 2              | Seropodobny Holender    | 22,60                         | 49,76                         | 41,19                         | 9,04                         | 2,69                         |
| 3              | Perła dojrzała w smaku  | 25,10                         | 51,10                         | 40,12                         | 8,78                         | 2,89                         |
| 4              | Pizzamix tarty          | 25,00                         | 52,70                         | 38,37                         | 8,93                         | 1,23                         |
| 5              | Grecki kanapkowy        | 20,70                         | 52,30                         | 37,94                         | 9,83                         | 0,39                         |
| 6              | Javor z dziurami        | 22,50                         | 50,05                         | 41,01                         | 8,95                         | 3,62                         |
| 7              | Żółty tostowy           | 25,90                         | 52,93                         | 37,61                         | 9,47                         | 0,41                         |
| 8              | Żółty                   | 26,10                         | 50,18                         | 40,22                         | 9,60                         | 1,81                         |
| 9              | Mozaikowy               | 27,50                         | 50,31                         | 39,74                         | 9,97                         | 1,75                         |
| 10             | Seropodobny z dziurą    | 25,10                         | 50,14                         | 40,14                         | 9,71                         | 1,93                         |
| —<br>x ± s     |                         | <b>24,26</b><br><b>± 2,15</b> | <b>51,19</b><br><b>± 1,27</b> | <b>39,44</b><br><b>± 1,32</b> | <b>9,37</b><br><b>± 0,42</b> | <b>1,69</b><br><b>± 1,19</b> |

Źródło: Badania własne

W tłuszczu wydzielonym z wszystkich badanych wyrobów seropodobnych w największej ilości występowały nasycone kwasy tłuszczowe. Sumaryczny udział tej grupy kwasów tłuszczowych w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych kształtował się w przedziale od 49,76% (Seropodobny Holender) do 52,93% (Żółty tostowy) (tab. 1.). Krótkołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe (od C4 do C10) stanowiły tylko od 0 do 1,18%. Sery dojrzewające badane przez Greggę i in. [6] oraz sery badane przez Rutkowską i in. [24] charakteryzowały się wyższą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu do badanych wyrobów seropodobnych. W serach z okresu zimowego analizowanych przez Greggę in. [6] udział nasyconych kwasów tłuszczowych stanowił od 46,15 do 63,49%, a w serach z okresu lata od 56,57 do 73,72%.

W tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem wyrobów seropodobnych nasycone kwasy tłuszczowe reprezentowane były głównie przez kwas palmitynowy (C16:0) i kwas



stearynowy (C18:0). Udział kwasu palmitynowego w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu badanych wyrobów mieścił się w przedziale od 40,92% do 46,15%, a kwasu stearynowego od 4,15% do 7,24%. W serach badanych przez Rutkowską i in. [24] pochodzących z okresu od maja do października kwas palmitynowy występował w ilości od 28,3% do 33,9%, a stearynowy od 9,9% do 13,1%. W serach z okresu od listopada do sierpnia, badanych przez tych autorów kwas palmitynowy stanowił od 29,2% do 39,2%, a kwas stearynowy od 8,3% do 12,1% [24].

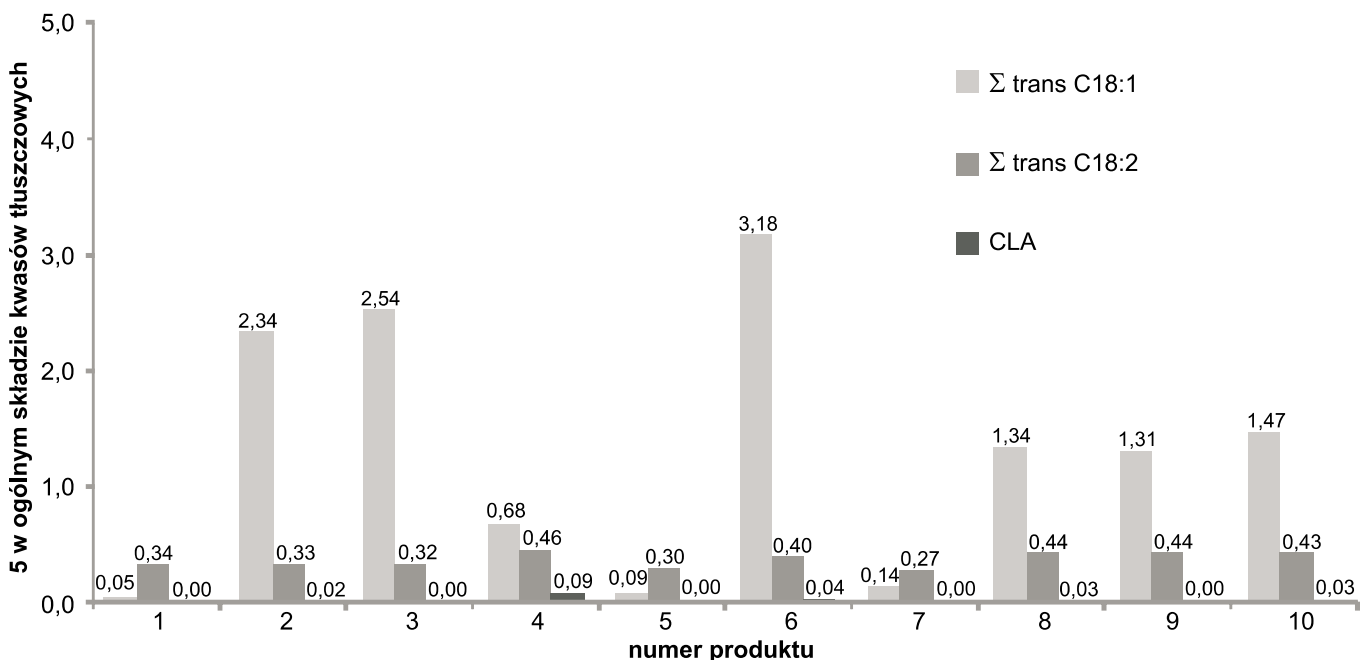
Udział monoenowych kwasów tłuszczowych w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych objętych badaniem wyrobów seropodobnych kształtował się w przedziale od 37,61% (Żółty tostowy) do 41,19% (Seropodobny Holender) (tab. 1). Wśród tej grupy kwasów w największej ilości występował kwas oleinowy (C18:1, *cis*9), który stanowił od 35,03% do 38,72%. Według badań Rutkowskiej i in. [24] sery dojrzewające z okresu od maja do października zawierały od 28,8% do 32,8% monoenaowych kwasów tłuszczowych, kwas oleinowy występował w nich w ilości od 21,8% do 24%. Sery z okresu od listopada do sierpnia zawierały od 22,8% do 30,04% monoenowych kwasów tłuszczowych. Kwas oleinowy w tych serach stanowił od 17,7% do 22,2%. Z badań Gregi i in. [6] wynika, że sery dojrzewające z okresu letniego zawierały od 24,93% do 30,21% kwasów monoenowych, a sery z okresu zimowego od 20,81% do 28,92%.

Wysoka zawartość kwasu palmitynowego i oleinowego w tłuszczu wydzielonym z badanych wyrobów seropodobnych może wskazywać, że zostały one wyprodukowane z udziałem oleju palmowego. Według danych literaturowych olej ten

zawiera w swoim składzie od 36% do 48% kwasu palmitynowego i od 38% do 44% kwasu oleinowego [14].

Badane wyroby seropodobne charakteryzowały się wyższą niż sery twarde zawartością polienowych kwasów tłuszczowych. W tłuszczu wydzielonym z badanych produktów łączny udział polienowych kwasów tłuszczowych kształtował się w przedziale od 8,78% (Perła dojrzała w smaku) do 9,97% (Mozaikowy). W tłuszczu serów dojrzewających badanych przez Rutkowską i in. [24] zakupionych w okresie od maja do października sumaryczny udział kwasów polienowych wynosił od 1,4% do 3,1%, a w serach z okresu od listopada do sierpnia od 1,4% do 2,5%. Według badań Gregi i in. [6] sery dojrzewające z okresu zimowego zawierały od 1,67% do 2,82% polienowych kwasów tłuszczowych, a sery z okresu letniego od 2,15% do 3,65%.

W tłuszczu wszystkich badanych produktów stwierdzono obecność izomerów *trans* kwasu C18:1 i izomerów *trans* kwasu C18:2. Sumaryczna zawartość tych izomerów w tłuszczu wyekstrahowanym z badanych produktów kształtowała się w przedziale od 0,39% (Seropodobny śniadaniowy, produkt nr 1 i Grecki kanapkowy, produkt nr 5) do 3,62% (Javor z dziurami, produkt nr 6)(tab. 1.). Wśród oznaczonych izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych największe zróżnicowanie stwierdzono w zawartości izomerów *trans* kwasu C18:1. W badanych produktach sumaryczna zawartość tej grupy izomerów kształtowała się w przedziale od 0,05% (produkt nr 1, Seropodobny śniadaniowy) do 3,18% (produkt nr 6, Javor z dziurami) (rys. 1). Według badań Żegarskiej i in. [28] w serach twardych zakupionych w październiku izomery *trans* kwasu C18:1 stanowiły od 4,14% do



Rys. 1. Zawartości izomerów *trans* kwasu C18:1, kwasu C18:2 oraz CLA w tłuszczu badanych wyrobów seropodobnych (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

1 – Seropodobny śniadaniowy; 2 – Seropodobny Holender; 3 – Perła dojrzała w smaku; 4 – Pizzamix tart; 5 – Grecki kanapkowy; 6 – Javor z dziurami; 7 – Żółty tostowy; 8 – Żółty; 9 – Mozaikowy; 10 – Seropodobny z dziurą.

Fig. 1. The content of *trans* C18:1 and C18:2 isomers and CLA in fat of examined cheeses-like products (% of total fatty acids).

Źródło: Badania własne

4,69% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych. W serach pochodzących z okresu luty – marzec zawartość izomerów *trans* wynosiła od 1,65% do 4,42% [28]. Sery badane przez Rutkowską i in. [24] zawierały od 1,3% do 3,9% izomerów *trans* kwasu C18:1.

W tłuszczu wydzielonym z wszystkich badanych wyrobów stwierdzono obecność izomerów *trans* kwasu C18:2. Udział tych izomerów w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych badanych produktów kształtował się na zbliżonym poziomie i nie przekraczał 0,50%. Najniższą zawartość izomerów *trans* kwasu C18:2 wynoszącą 0,27% stwierdzono w produkcie nr 7 (Żółty tostowy), a najwyższą 0,47% w produkcie nr 4 (Pizzamix tarty) (rys.1.). Sery twarde z października badane przez Żegarską i in. [28] zawierały od 0,96 do 1,11% izomerów *trans* C18:2, a zakupione w okresie od lutego do marca od 0,44% do 1,17%.

W pięciu z dziesięciu badanych próbek wyrobów seropodobnych stwierdzono obecność sprzężonego kwasu linolowego (*cis9trans11* C18:2, CLA). Udział tego kwasu w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych był bardzo niski, wahał się od 0,02% do 0,09% (rys. 1.). Tak niska zawartość tego kwasu w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych badanych wyrobów może wskazywać na to, że produkty te zawierały w swoim składzie niewielki dodatek tłuszczu mlekowego. Kwas *cis9trans11* C18:2 jest charakterystycznym izomerem występującym w tłuszczu mlekowym. Według Żegarskiej i in. [29] jego udział w tłuszczu mlekowym w zależności od sposobu żywienia zwierząt kształtuje się w przedziale od 0,32% do 0,52% ogólnego składu kwasów tłuszczowych zimą i od 1,06% do 1,76% latem. W serach twardych z października badanych przez Żegarską i in. [28] udział CLA wynosił od 0,97% do 1,46%, a w serach twardych z lutego i marca od 0,44% do 1,68%. Sery z okresu od maja do października badane przez Rutkowską i in. [24] zawierały w swoim składzie od 0,3% do 1,3% kwasu *cis9trans11* C18:2, a z okresu od listopada do sierpnia od 0,2% do 0,6%. W serach dojrzewających z okresu letniego badanych przez Gregę i in. [6] CLA występował w ilości od 0,661% do 1,462%, a w serach z okresu zimowego od 0,197% do 0,625%.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynika, że wyroby seropodobne dostępne na polskim rynku charakteryzują się zróżnicowaną zawartością tłuszczu. Objęte badaniem wyroby seropodobne charakteryzowały się niższą niż sery twarde zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych oraz wyższą niż sery twarde zawartością kwasów monoenowych i polienowych. We wszystkich badanych wyrobach obecne były izomery *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. Łączna zawartość tych izomerów w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych kształtowała się w przedziale od 0,39% do 3,62% i była zbliżona od zawartości tych izomerów stwierdzanych w serach twardych.

## LITERATURA

- [1] ALJEWICZ M., KOWALSKA M., CICHOSZ G. 2012. Wartość odżywcza i biologiczna wyrobów seropodobnych i analogów serów. *Prz. Mlecz.*, 12, 4-10.
- [2] ALJEWICZ M., CICHOSZ G., KOWALSKA M. 2011. Produkty seropodobne, analogi serów topionych i dojrzewających. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 5(78), 16-25.
- [3] ASCHERIO A., KATAN M.B., ZOCK P.L., STAMPFER M.J., WILLETT W.C. 1999. *Trans fatty acids and coronary heart disease*. *N. Engl. J. Med.*, 340 (25), 1994-1998.
- [4] CHRISTIE W.W. 1973. *Lipid analysis. Isolation, separation, identification and structural analysis of lipids*. Pergamon Press, Oxford, 39-40.
- [5] CICHOSZ G. 2007. *Prozdrowotne właściwości tłuszczu mlekowego*. *Przegląd Mleczarski*, 5, 4-8.
- [6] GREGA T., SADY M., NAJGEBALER D., DOMAGAŁA J., PUSTKOWIAK H., FABER. 2005. *Seasonal changes in the level of conjugated linoleic acid (CLA) in ripened cheeses*. *Biotechnology in Animal Husbandry* 21(5-6), 251-253.
- [7] GÓRECKA D. 1996. *Konsekwencje spożywania utwardzonych tłuszczów roślinnych*. *Przegląd Mleczarski*, 7, 207-209.
- [8] IDF STANDARD 182:1999. *Milkfat: Preparation of fatty acid methyl esters*.
- [9] KARBOWSKA J., KOCHAN Z. 2011. *Trans kwasy tłuszczowe a ryzyko choroby wieńcowej*. *Polski Merkuriusz Lekarski*, XXXI, 181, 56-59.
- [10] LIPIŃSKI K., STASIEWICZ M., RAFAŁOWSKI R., KALINIEWICZ J., PURWIN C. 2012. *Wpływ sezonu produkcji mleka na profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym*. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 1(80), 72-80.
- [11] MENSINK R.P., KATAN M.B. 1990. *Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects*. *N. Engl. J. Med.* 323 (7), 439-445.
- [12] MENSINK R.P., ZOCK P.L., KATAN M.B. 1992. *Effect of dietary cis- and trans-fatty acids on serum lipoprotein (a) levels in humans*. *J. Lipid Res.* 33, 1493-1501.
- [13] MOLKENTIN J. 1999. *Bioactive lipids naturally occurring in bovine milk*. *Nahrung.*, 43 (3), 185– 189.
- [14] MYCZKO A., GOLIMOWSKA R. 2011. *Composition of the properties of fatty acid methyl esters from various feedstocks*. *J. of Research and Applications in Agricultural Engineering.*, 56(2), 111-117.
- [15] PARIZA M.W. 1991. *CLA, a new cancer inhibitor in dairy products*. *Bull. IDF.*, 257, 29-30.
- [16] PARODI P.W. 1994. *Conjugated linoleic acid: an anticarcinogenic fatty acid present in milk fat*. *Aust. J. Dairy Technol.*, 49, 93-97.

- [17] **PARODI P.W. 1997.** *Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents.* J. Nutr., 1055-1059.
- [18] **PN-73/A-86232** *Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań.*
- [19] **PRZYBOJEWSKA B., RAFALSKI H. 2003.** *Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka. Sprzężony kwas linolowy (CLA).* Przegląd Mleczarski, 5, 173-175.
- [20] **PRZYBOJEWSKA B., RAFALSKI H. 2004.** *Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka (cz. 5). Skład izomerów pozycyjnych i geometrycznych nienasyconych kwasów tłuszczowych występujących w tłuszczu mlekowym.* Przegląd Mleczarski, 1, 30-34.
- [21] **PRZYBOJEWSKA B., RAFALSKI H. 2003.** *Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka (cz. 4). Kwas wakceny cis i trans.* Przegląd Mleczarski, 9, 343-346.
- [22] **REKLEWSKA B., BERNATOWICZ E., 2002.** *Bioaktywne składniki frakcji tłuszczowej mleka.* Przegląd Hodowlany, 11, 1-6.
- [23] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (EWG) nr 1898/87 z dnia 2 lipca 1987 r.** w sprawie ochrony oznaczeń stosowanych w obrocie mlekiem i przetworami mlecznymi.
- [24] **RUTKOWSKA J., SADOWSKA A., TABOSZEWSKA M., STOŁYHWO A. 2009.** *Skład kwasów tłuszczowych serów podpuszczkowych pochodzących z regionów Polski: północnego, wschodniego i centralnego.* Bromatologia, Chemia, Toksykologia, XLII, 3, 263-269.
- [25] **WILLET W.C., STAMPFER M.J., MANSON J.E., COLDITZ G.A., SPEIZER F.E., ROSNER B.A., SAMPSON L.A., HENNEKENS C.H. 1993.** *Intake of trans-fatty acids and risk of coronary heart disease among women.* Lancet 341 (6), 581-585.
- [26] **ŻEBROWSKA A., BANCZAR G., MOLIŁK E. 2009.** *Właściwości prozdrowotne tłuszczu mlekowego.* Wiadomości Zootechniczne, R. XLVII, 2, 19-23.
- [27] **ŻEGARSKA Z. 2005.** *Składniki tłuszczu mlekowego o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym.* Przegląd Mleczarski, 6, 4-6.
- [28] **ŻEGARSKA Z., PASZCZYK B., BOREJSZO Z. 2008.** *Conjugated linoleic acid (CLA) and trans C18:1 and C18:2 isomers in fat of some commercial dairy products.* Pol. J. Natur. Sc., 23(1): 248-256.
- [29] **ŻEGARSKA Z., PASZCZYK B., RAFAŁOWSKI R., BOREJSZO Z. 2006.** *Annual changes in the content of unsaturated fatty acids with 18 carbon atoms, including cis9trans11 C18:2 (CLA) acid, in milk fat.* Pol. J. Food Nutr. Sci., 15/56(4), 41-46.

Dr hab. inż. Zbigniew PAŁACHA, prof. SGGW  
Mgr inż. Łukasz SZCZEŚNIAK  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

## IZOTERMY ADSORPCJI I DESORPCJI WODY WYBRANYCH MAKARONÓW®

A study of process of adsorption and desorption of water selected pasta®

*W pracy prezentowanej w artykule wyznaczono izotermy adsorpcji i desorpcji wody wybranych makaronów (pszennego bezjajecznego, pszennego jajecznego, ryżowego, sojowego i żytniego) w temperaturze 25°C, w zakresie aktywności wody od 0,113 do 0,932 (adsorpcja) i od 0,113 do 0,810 (desorpcja). Stwierdzono, że izotermy dla badanych makaronów miały przebieg sigmoidalny i należały do II typu izoterm zgodnie z klasyfikacją Brunauera i współpracowników. Wszystkie izotermy wykazały pętlę histerezy, przy czym największą pętlę histerezy charakteryzował się makaron sojowy, a najmniejszą makaron żytni. Model Pelega najlepiej opisywał otrzymane izotermy adsorpcji i desorpcji wody. Największą powierzchnię właściwą posiadał makaron ryżowy.*

*In the paper water adsorption and desorption isotherms of selected pasta (wheat pasta without eggs, wheat pasta with eggs, rice pasta, soya pasta, rye pasta) were determined at 25°C over a range of water activity from 0,113 to 0,932 (adsorption) and from 0,113 to 0,810 (desorption). The water adsorption and desorption isotherms had a compatible course with II type isotherms according to BET classification. All isotherms exhibited hysteresis loop but the highest hysteresis loop had a soya pasta, and the least rye pasta. The Peleg model gave the best fit to the experimental adsorption and desorption data for all material tested. The highest specific surface area had a rice pasta.*

### WSTĘP

Makaron, to tradycyjny produkt otrzymywany na bazie zbóż, będący jednym z najczęściej spożywanych produktów żywnościowych na świecie ze względu na wygodę, smak i wartość odżywczą. Najbardziej odpowiednim ze zbóż do produkcji wysokiej jakości makaronów jest pszenica durum [12]. Obecnie na rynku dostępna jest coraz szersza oferta makaronów określanych przez producentów jako razowe bądź pełnoziarniste, między innymi pszenne, żytnie czy orkiszowe, a także makarony otrzymywane z mąki ryżowej czy sojowej. Makarony są głównym źródłem węglowodanów w diecie, a także stanowią cenne źródło białek, witamin, błonnika pokarmowego, składników mineralnych i biologicznie aktywnych [6].

Struktura makaronu jest ogólnie opisywana jako kompaktowa matryca z granulami skrobi uwięzionymi w sieci białek [9]. Ostateczna struktura makaronu jest wynikiem kolejnych zmian zachodzących podczas całego procesu jego produkcji, wpływającego na skrobię i frakcje białek. Zmiana parametrów procesu może służyć do modyfikacji struktury makaronu oraz wpływać na jego wartości odżywcze [25]. Zarówno struktura, jak i skład chemiczny makaronu są odpowiedzialne za jego specyficzne właściwości wyróżniające go spośród innych produktów zbożowych.

Właściwości sorpcyjne makaronów odgrywają ważną rolę w procesie ich wytwarzania i przechowywania. Wyznaczone izotermy adsorpcji i desorpcji wody są najlepszym narzędziem do określania tych właściwości [22]. Z przebiegu izoterm można określić końcowy punkt suszenia materiału, odpowiadający pożądanej aktywności wody produktu. Znajomość tego punktu, przy znanej wilgotności krytycznej produktu w danej

temperaturze, umożliwia określenie maksymalnej wilgotności powietrza suszącego w suszarkach konwekcyjnych lub maksymalnego ciśnienia w suszarkach pracujących pod obniżonym ciśnieniem [13, 22]. Ponadto izotermy adsorpcji i desorpcji wody mogą być wykorzystane do modelowania procesu suszenia, projektowania i optymalizacji suszarek, prognozowania okresu przechowywania oraz wyboru odpowiednich materiałów opakowaniowych [22].

Przebieg izoterm adsorpcji i desorpcji wody większości produktów żywnościowych, w tym makaronów, charakteryzuje się pętlą histerezy [1, 3, 21, 23, 26]. Wielkość pętli histerezy, jej kształt, punkt początkowy i końcowy pętli, mogą znacznie się różnić w zależności od rodzaju produktu, temperatury, szybkości i stopnia odwodnienia [11]. W dostępnej literaturze, praktycznie brak jest informacji na temat izoterm desorpcji i występowania zjawiska histerezy w makaronach. Poniższy materiał stanowi skromne uzupełnienie wiedzy na ten temat.

**Celem artykułu jest zaprezentowanie wyznaczonych izoterm adsorpcji i desorpcji wody dla wybranych makaronów w temperaturze 25°C. Zakres pracy obejmował określenie wpływu rodzaju makaronów na przebieg izoterm adsorpcji i desorpcji wody oraz próbę ich matematycznego opisu. Określona została również powierzchnia właściwa badanych makaronów na podstawie obliczonej pojemności monowarstwy.**

### METODYKA BADAŃ

#### 1. Materiał badawczy

Do badań użyto 5 różnych rodzajów makaronów:



- makaron pszenny bezjajeczny (mąka pszenna makaronowa durum typu semolina, woda),
- makaron pszenny 4-jajeczny (mąka makaronowa z pszenicy zwyczajnej, masa jajeczna, woda, kurkuma),
- makaron ryżowy (mąka ryżowa, woda),
- makaron sojowy (mąka sojowa, mąka z fasoli Mung, woda),
- makaron żytni (mąka żytnia, woda)

## 2. Metody analityczne

### 2.1. Oznaczenie zawartości wody

Zawartość wody w makaronach oznaczano metodą suszenia pod obniżonym ciśnieniem w suszarce Horyzont Spt-200. Próbkę materiału suszono w temperaturze  $70 \pm 1^\circ\text{C}$ , pod ciśnieniem 0,266 kPa, przez 24 godziny [2].

### 2.2. Oznaczenie aktywności wody

Aktywność wody makaronów zmierzono za pomocą miernika aktywności wody Rotronic Hygroskop DT w temperaturze  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Pomiar przeprowadzono w 3 równoległych powtórzeniach.

### 2.3. Wyznaczenie izoterm adsorpcji i desorpcji wody

Izoterm adsorpcji i desorpcji wody wyznaczono metodą statyczno-eksykatorową [28], stosując nasycone roztwory soli jako czynniki higrostatyczne ( $\text{LiCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  i  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) [14, 16, 27], w zakresie aktywności wody od 0,113 do 0,932 (izoterm adsorpcji) i od 0,113 do 0,810 (izoterm desorpcji) w temperaturze  $25^\circ\text{C}$ . W przypadku procesu adsorpcji, próbki makaronów (ok. 1 g) dosuszone w temperaturze  $70^\circ\text{C}$ , pod ciśnieniem 0,266 kPa w ciągu 24 godzin, umieszczano w higrostatkach i przetrzymywano w nich przez 3 miesiące. W przypadku procesu desorpcji, makarony początkowo nawilżano przez 14 dni w temperaturze  $25^\circ\text{C}$  w ekzykatorze z wodą destylowaną ( $a_w = 1,0$ ) do uzyskania aktywności wody materiału ok. 0,9. Następnie nawilżone próbki makaronów (ok. 1 g) umieszczano w higrostatkach i przetrzymywano w nich przez 3 miesiące. Na podstawie obliczonej równowagowej zawartości wody (g wody/100 g s.s.) wyznaczono izoterm adsorpcji i desorpcji wody badanych makaronów i przeprowadzono ich analizę.

## 3. Metody obliczeniowe

### 3.1. Opis izoterm adsorpcji i desorpcji wody

Do opisu izoterm adsorpcji i desorpcji wody badanych makaronów zastosowano następujące modele: BET [8], Oswina [19], GAB [5], Lewickiego [17] i Pelega [24]. Przydatność modeli do opisu uzyskanych izoterm została oceniona na podstawie współczynnika determinacji ( $R^2$ ) i średniego błędu kwadratowego (RMS) wyrażonego w procentach [18].

### 3.2. Obliczenie powierzchni właściwej

Powierzchnię właściwą badanych skrobi obliczono z równania 1 [15]:

$$S = \frac{u_m \cdot N_o \cdot \sigma_o}{M} \quad (1)$$

gdzie:  $S$  – powierzchnia właściwa adsorbentu,  $\text{m}^2/\text{g s.s.}$ ,

$u_m$  – zawartość wody w monowarstwie, g wody/g s.s.,

$N_o$  – liczba Avogadra ( $6,023 \times 10^{23}$  cząsteczek/mol),

$\sigma_o$  – powierzchnia siadania cząsteczki wody ( $10,6 \times 10^{-20} \text{ m}^2/\text{cząsteczka}$ ),

$M$  – masa molowa wody (18 g/mol).

## OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

### 1. Charakterystyka badanych makaronów

W tabeli 1 przedstawiono średnią początkową zawartość i aktywność wody w badanych makaronach. Stwierdzono, że najwyższą zawartością wody charakteryzował się makaron sojowy (10,50%), a najniższą zawartość wody posiadał makaron ryżowy (7,37%). Natomiast, najwyższą aktywność wody posiadał makaron pszenny bezjajeczny (0,616), a wartości aktywności wody makaronów ryżowego i sojowego były najniższe i wyniosły odpowiedni 0,323 i 0,324.

**Tabela 1. Początkowa zawartość wody i aktywność wody w badanych makaronach**

**Table 1. Initial water content and water activity in tested pasta**

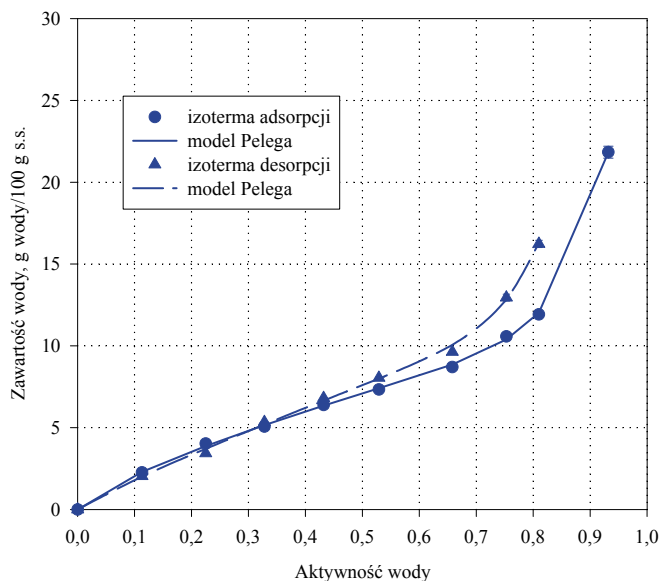
| Rodzaj makaronu             | Zawartość wody [%] | Aktywność wody    |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| Makaron pszenny bezjajeczny | $8,85 \pm 0,01$    | $0,616 \pm 0,003$ |
| Makaron pszenny jajeczny    | $8,13 \pm 0,02$    | $0,416 \pm 0,014$ |
| Makaron ryżowy              | $7,37 \pm 0,01$    | $0,323 \pm 0,004$ |
| Makaron sojowy              | $10,50 \pm 0,03$   | $0,324 \pm 0,023$ |
| Makaron żytni               | $9,89 \pm 0,01$    | $0,541 \pm 0,005$ |

**Źródło:** Badania własne

### 2. Izoterm adsorpcji i desorpcji wody

Na rysunkach 1-7 (na następnej stronie) przedstawiono przebieg izoterm adsorpcji i desorpcji wody badanych makaronów. Wszystkie izoterm adsorpcji i desorpcji wody posiadały kształt sigmoidalny, odpowiadający II typowi izoterm w klasyfikacji Brunauera i wsp. [7], charakterystyczny dla produktów zawierających skrobię i białka.

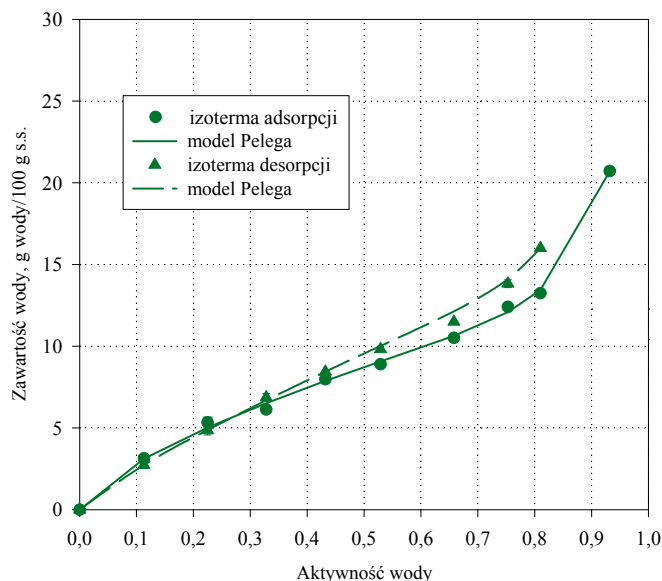
Przebieg izoterm adsorpcji i desorpcji wody wykazał histerezę, przy czym jej kształt był zróżnicowany i wynikał z rodzaju badanego makaronu. Największą pętlę histerezy stwierdzono dla makaronu sojowego (rys. 4). Znacznie mniejsze pętłe histerezy, lecz o zbliżonej wielkości i kształcie, posiadały makarony pszenne, bezjajeczny (rys. 1) i jajeczny (rys. 2) oraz ryżowy (rys. 3). Natomiast, najmniejszą pętlą histerezy charakteryzował się makaron żytni (rys. 5). Początek pętli histerezy, z wyjątkiem makaronu żytniego, stwierdzono przy zawartości wody, nieznacznie przekraczającej zawartość wody w monowarstwie ( $u_m$ ). Makarony pszenne bezjajeczny i jajeczny, ryżowy i sojowy wykazały otwarte pętłe histerezy przy aktywności wody ok. 0,8. Natomiast, makaron żytni wykazał zamkniętą pętlę histerezy przy aktywności wody bliskiej 0,8. Al-Muhtaseb i wsp.



Rys. 1. Izotermy adsorpcji i desorpcji wody makaronu pszennego bezjajecznego.

Fig. 1. Water adsorption and desorption isotherms of wheat pasta without eggs.

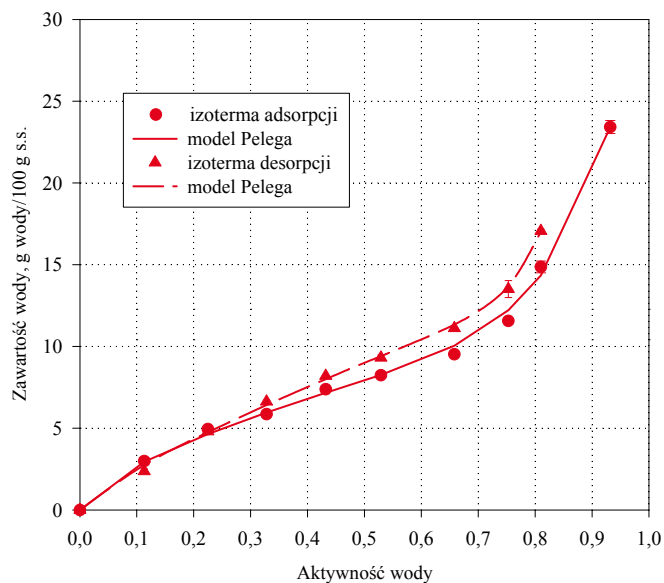
Źródło: Badania własne



Rys. 3. Izotermy adsorpcji i desorpcji wody makaronu ryżowego.

Fig. 3. Water adsorption and desorption isotherms of rice pasta.

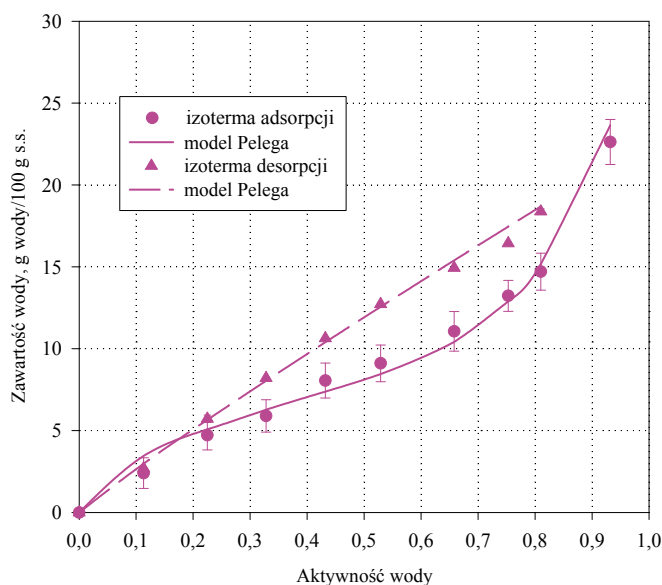
Źródło: Badania własne



Rys. 2. Izotermy adsorpcji i desorpcji wody makaronu pszennego jajecznego.

Fig. 2. Water adsorption and desorption isotherms of wheat pasta with eggs.

Źródło: Badania własne



Rys. 4. Izotermy adsorpcji i desorpcji wody makaronu sojowego.

Fig. 4. Water adsorption and desorption isotherms of soya pasta.

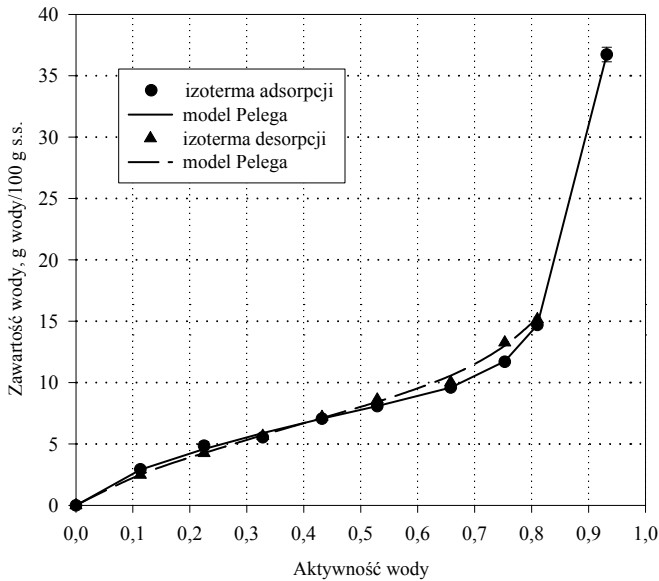
Źródło: Badania własne

[1] otrzymali otwarte pętle histerezy, przy wysokich wartościach aktywności wody, dla proszków skrobi ziemniaczanej. Z kolei, Pałacha i Chrzanowski [21] otrzymali zamknięte pętle histerezy przy aktywności wody ok. 0,8 dla modyfikowanych skrobi, kukurydzianej, z kukurydzy woskowej i z tapioki. Na tak zróżnicowany kształt pętli histerezy prawdopodobnie miało wpływ wiele czynników, m. in. zróżnicowany skład chemiczny i struktura badanych makaronów, temperatura i czas przechowywania oraz sposób

przygotowania próbek do badania procesu adsorpcji i desorpcji wody [1, 4].

Na rysunku 6 zestawiono izotermy adsorpcji wody, a na rysunku 7 izotermy desorpcji wody, wszystkich badanych makaronów. Makarony pszenne jajeczne, ryżowe, sojowe i żytni wykazały podobną higroskopijność w przedziale aktywności wody od 0,0 do 0,8 (rys. 6). Natomiast, najmniej higroskopijnym okazał się makaron pszenne bezjajeczne. Po przekroczeniu aktywności wody 0,8, makaron żytni

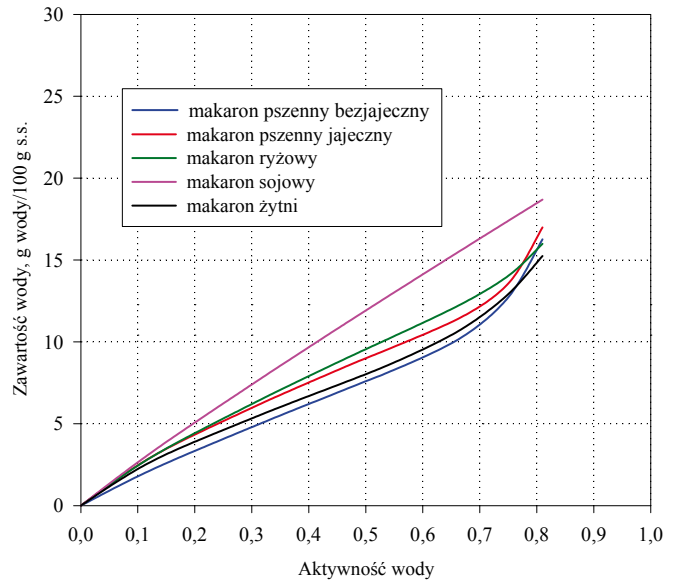




Rys. 5. Izotermy adsorpcji i desorpcji wody makaronu żytniego.

Fig. 5. Water adsorption and desorption isotherms of rye pasta.

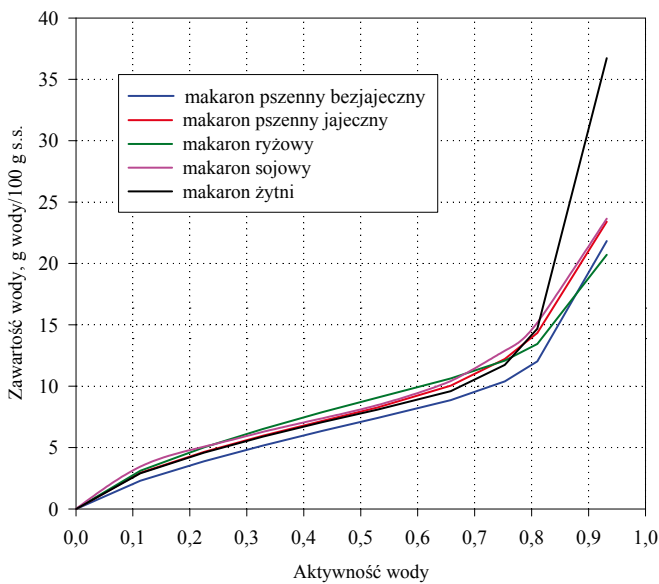
Źródło: Badania własne



Rys. 7. Izotermy desorpcji wody badanych makaronów opisane modelem Pelega.

Fig. 7. Water desorption isotherms of tested pasta described by Peleg model.

Źródło: Badania własne



Rys. 6. Izotermy adsorpcji wody badanych makaronów opisane modelem Pelega.

Fig. 6. Water adsorption isotherms of tested pasta described by Peleg model.

Źródło: Badania własne

wykażal znaczący wzrost higroskopijności, na co prawdopodobnie miał wpływ rozpoczęty proces pęcznienia skrobi żytniej i rozpuszczanie pozostałych węglowodanów. W przypadku izoterm desorpcji wody (rys. 7), makaronem najlepiej oddającym wodę okazał się makaron pszenne bezjajeczny, a makaronem najtrudniej oddającym wodę był makaron sojowy. Białka zawarte w makaronie sojowym, silnie związały wodę i głównie przyczyniły się do najmniejszego ubytku wody z makaronu podczas procesu desorpcji.

### 3. Dopasowanie modeli izoterm do danych adsorpcji i desorpcji wody

Do opisu izoterm adsorpcji i desorpcji wody makaronów wykorzystano 5 modeli: 2 modele dwuparametrowe (BET i Oswina), 2 modele trójparametrowe (GAB i Lewickiego) oraz model czteroparametrowy (Pelega). W tabelach 2 i 3 zestawiono obliczone parametry dla 5 makaronów w zastosowanych modelach izoterm oraz pokazano zgodność dopasowania tych modeli, wyrażoną przez współczynnik determinacji ( $R^2$ ) oraz średni błąd kwadratowy (RMS). Z wyjątkiem modelu Oswina, praktycznie wszystkie modele poprawnie opisywały przebieg izoterm adsorpcji i desorpcji wody makaronów (RMS mniejszy od 10%). Można zauważyć, że model Pelega najlepiej opisywał dane doświadczalne zarówno procesu adsorpcji jak i desorpcji wody. Wartości średniego błędu kwadratowego (RMS) dla modelu Pelega zawierały się w granicach od 1,96% dla makaronu żytniego (desorpcja) do 6,02% dla makaronu pszenne jajeczne (desorpcja). Graficzne dopasowanie danych uzyskanych z modelu Pelega do izoterm adsorpcji i desorpcji wody makaronów przedstawiono na rysunkach 1-7.

Arslan i Togrul [3] oraz Cunningham i wsp. [10] wykazały również, że model Pelega najlepiej opisywał izotermy adsorpcji i desorpcji wody makaronów. Z kolei, Al-Muhtaseb i wsp. [1], Pałacha i Chrzanowski [21] badając proces adsorpcji i desorpcji wody różnych skrobi oraz Pałacha i Malczewska [23] badając przyprawy, stwierdzili najlepszą przydatność modelu Pelega do opisu izoterm.

Modele BET i GAB pozwalają wyznaczyć zawartość wody w monowarstwie i są uznawane za najbardziej przydatne do przewidywania optymalnych warunków przechowywania oraz stabilności przechowalniczej żywności o małej i średniej zawartości wody [22]. Ogólnie, zarówno dla

procesu adsorpcji i desorpcji wody, wartości pojemności monowarstwy ( $u_m$ ) uzyskane z modelu GAB były wyższe od wartości uzyskanych z modelu BET (tab. 2 i 3). Ponadto, dla wszystkich badanych makaronów, wyższe wartości  $u_m$  uzyskano w procesie desorpcji. Podobną tendencję stwierdzono dla proszków skrobi ziemniaczanej [1], modyfikowanych skrobi kukurydzianej, z kukurydzy woskowej i z tapioki [21], mąki kukurydzianej [20] oraz kardamonu i kurkumy [23].

**Tabela 2. Obliczone parametry modeli izoterm adsorpcji wody badanych makaronów**

**Table 2. Calculated parameters of water adsorption isotherm models tested pasta**

| Model (parametry) | Makarony – proces adsorpcji |                  |        |        |        |
|-------------------|-----------------------------|------------------|--------|--------|--------|
|                   | pszenny bezjajeczny         | pszenny jajeczny | ryżowy | sojowy | żytni  |
| <b>BET*</b>       |                             |                  |        |        |        |
| $u_m$             | 4,288                       | 4,758            | 5,082  | 4,816  | 4,454  |
| C                 | 7,775                       | 9,930            | 10,738 | 13,384 | 11,610 |
| R <sup>2</sup>    | 0,9957                      | 0,9945           | 0,9926 | 0,9826 | 0,9933 |
| RMS, %            | 4,79                        | 4,27             | 4,64   | 7,18   | 4,48   |
| <b>Oswin</b>      |                             |                  |        |        |        |
| h                 | 6,628                       | 7,755            | 8,228  | 8,121  | 7,922  |
| z                 | 0,449                       | 0,421            | 0,353  | 0,429  | 0,460  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9952                      | 0,9951           | 0,9948 | 0,9920 | 0,8889 |
| RMS, %            | 7,49                        | 5,62             | 9,06   | 6,08   | 10,93  |
| <b>GAB</b>        |                             |                  |        |        |        |
| $u_m$             | 5,790                       | 5,631            | 6,466  | 5,329  | 5,054  |
| C <sup>m</sup>    | 6,340                       | 9,856            | 9,923  | 11,502 | 9,879  |
| k                 | 0,741                       | 0,804            | 0,716  | 0,835  | 0,876  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9342                      | 0,9790           | 0,9780 | 0,9938 | 0,8921 |
| RMS, %            | 8,84                        | 7,57             | 5,55   | 6,01   | 12,71  |
| <b>Lewicki</b>    |                             |                  |        |        |        |
| F                 | 11,641                      | 12,910           | 14,300 | 12,328 | 10,189 |
| G                 | 0,308                       | 0,312            | 0,247  | 0,330  | 0,463  |
| H                 | 0,760                       | 0,640            | 0,635  | 0,525  | 0,540  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9877                      | 0,9916           | 0,9961 | 0,9967 | 0,9463 |
| RMS, %            | 5,87                        | 5,94             | 4,33   | 5,76   | 10,82  |
| <b>Peleg</b>      |                             |                  |        |        |        |
| A                 | 25,257                      | 20,920           | 17,530 | 20,022 | 62,803 |
| B                 | 12,504                      | 8,464            | 12,435 | 6,809  | 13,095 |
| D                 | 11,979                      | 12,446           | 14,073 | 11,703 | 12,312 |
| E                 | 0,756                       | 0,661            | 0,691  | 0,560  | 0,662  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9994                      | 0,9971           | 0,9983 | 0,9986 | 0,9995 |
| RMS, %            | 2,68                        | 3,77             | 3,29   | 4,70   | 3,06   |

\* zakres aktywności wody 0,000 – 0,432

Źródło: Badania własne

Wartości stałych C (model BET) oraz C i k (model GAB) (tab. 2 i 3) potwierdziły poprawność sigmoidalnego kształtu (izoterma typu II) izoterm adsorpcji i desorpcji wody badanych makaronów ( $C > 3$ ,  $k = 0,598 \div 0,876$ ) [18].

#### 4. Powierzchnia właściwa badanych skrobi

W tabeli 4 podano wartości powierzchni właściwej badanych makaronów obliczone na podstawie pojemności monowarstwy BET oraz GAB. W każdym przypadku stwierdzono, wyższe wartości powierzchni właściwej obliczone dla pojemności monowarstwy GAB (od 10,7 do 35,0%). Makaron ryżowy posiadał największą powierzchnię właściwą wynoszącą 180,3 m<sup>2</sup>/g s.s. ( $u_m$  z BET) oraz 229,3 m<sup>2</sup>/g s.s. ( $u_m$  z GAB). Natomiast najmniejszą powierzchnię właściwą

posiadały makarony pszenne bezjajeczny oraz żytni, wynoszącą odpowiednio 152,1 i 158,0 m<sup>2</sup>/g s.s. Nieco wyższe wartości powierzchni właściwej otrzymali Włodarczyk-Stasiak i Jamroz [29] dla ekstrudatów skrobiowo-białkowych (od 209 do 298 m<sup>2</sup>/g s.s.).

**Tabela 3. Obliczone parametry modeli izoterm desorpcji wody badanych makaronów**

**Table 3. Calculated parameters of water desorption isotherm models tested pasta**

| Model (parametry) | Makarony – proces adsorpcji |                  |        |        |        |
|-------------------|-----------------------------|------------------|--------|--------|--------|
|                   | pszenny bezjajeczny         | pszenny jajeczny | ryżowy | sojowy | żytni  |
| <b>BET*</b>       |                             |                  |        |        |        |
| $u_m$             | 5,184                       | 6,034            | 6,018  | 8,337  | 4,930  |
| C                 | 4,055                       | 5,045            | 5,715  | 3,680  | 6,658  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9968                      | 0,9939           | 0,9954 | 0,9968 | 0,9987 |
| RMS, %            | 4,46                        | 6,73             | 4,03   | 5,47   | 2,03   |
| <b>Oswin</b>      |                             |                  |        |        |        |
| h                 | 7,305                       | 8,652            | 9,040  | 10,860 | 7,788  |
| z                 | 0,538                       | 0,516            | 0,487  | 0,520  | 0,500  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9943                      | 0,9693           | 0,9544 | 0,8892 | 0,9911 |
| RMS, %            | 8,04                        | 11,74            | 10,62  | 17,74  | 5,68   |
| <b>GAB</b>        |                             |                  |        |        |        |
| $u_m$             | 5,232                       | 6,784            | 7,896  | 11,340 | 5,812  |
| C <sup>m</sup>    | 5,684                       | 5,690            | 6,379  | 5,670  | 7,081  |
| k                 | 0,855                       | 0,791            | 0,683  | 0,598  | 0,793  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9941                      | 0,9837           | 0,9968 | 0,9931 | 0,9976 |
| RMS, %            | 5,56                        | 7,61             | 4,55   | 11,61  | 3,18   |
| <b>Lewicki</b>    |                             |                  |        |        |        |
| F                 | 9,900                       | 14,710           | 18,031 | 27,572 | 12,591 |
| G                 | 0,471                       | 0,321            | 0,216  | 0,122  | 0,333  |
| H                 | 0,759                       | 0,846            | 0,870  | 0,999  | 0,742  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9932                      | 0,9866           | 0,9972 | 0,9963 | 0,9979 |
| RMS, %            | 5,33                        | 6,70             | 3,34   | 7,25   | 2,81   |
| <b>Peleg</b>      |                             |                  |        |        |        |
| A                 | 57,323                      | 99,908           | 26,050 | 20,170 | 18,925 |
| B                 | 11,958                      | 15,526           | 13,060 | 0,926  | 7,774  |
| D                 | 14,062                      | 15,615           | 17,100 | 2,578  | 13,629 |
| E                 | 0,893                       | 0,797            | 0,841  | 0,987  | 0,779  |
| R <sup>2</sup>    | 0,9989                      | 0,9980           | 0,9978 | 0,9955 | 0,9986 |
| RMS, %            | 3,25                        | 6,02             | 2,76   | 4,92   | 1,96   |

\* zakres aktywności wody 0,000 – 0,432

Źródło: Badania własne

**Tabela 4. Powierzchnia właściwa adsorbentu (matrycy) badanych makaronów**

**Table 4. Specific surface area of adsorbent (matrix) tested pasta**

| Rodzaj makaronu     | Powierzchnia właściwa (S), m <sup>2</sup> /g s.s. |                 |
|---------------------|---|-----------------|
|                     | monowarstwy BET                                   | monowarstwy GAB |
| pszenny bezjajeczny | 152,1   | 205,4           |
| pszenny jajeczny    | 168,8   | 199,7           |
| ryżowy              | 180,3   | 229,3           |
| sojowy              | 170,8   | 189,0           |
| żytni               | 158,0   | 179,3           |

Źródło: Badania własne

## WNIOSKI

1. Izotermy adsorpcji i desorpcji wody wszystkich badanych skrobi wykazały II typ izoterm wg klasyfikacji Brunauera i wsp.
2. Zjawisko histerezy było widoczne dla każdego makaronu, przy czym największą pętlą histerezy charakteryzował się makaron sojowy, a najmniejszą pętlę histerezy wykazał makaron żytni.
3. Model Pelega najlepiej opisywał dane sorpcyjne wszystkich makaronów w całym badanym zakresie aktywności wody 0,113 – 0,932 (proces adsorpcji) i 0,113 – 0,810 (proces desorpcji).
4. Wartości pojemności monowarstwy, zarówno dla procesu adsorpcji i desorpcji wody, wyznaczone z modelu GAB były wyższe od wartości wyznaczonych z modelu BET dla wszystkich makaronów. Ponadto, wyższe wartości pojemności monowarstwy uzyskano w procesie desorpcji.
5. Największą powierzchnię właściwą, największą pojemność monowarstwy, stwierdzono dla makaronu ryżowego, a najmniejszą powierzchnię właściwą posiadały makarony, pszenne bezjajeczny oraz żytni.

## LITERATURA

- [1] **AL-MUHTASEB A.H., MCMINN W.A.M., MAGEE T.R.A. 2004.** *Water sorption isotherms of starch powders. Part 1. Mathematical description of experimental data.* Journal of Food Engineering, 61, 297-307.
- [2] **AOAC 1996.** *Official methods of analysis.* Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- [3] **ARSLAN N., TOGRUL H. 2005.** *Modelling of water sorption isotherms of macaroni stored in a chamber under controlled humidity and thermodynamic approach.* Journal of Food Engineering, 69, 133-145.
- [4] **BENADO A.L., RIZVI S.S.H. 1985.** *Thermodynamic properties of water on rice as calculated from the reversible and irreversible isotherms.* Journal of Food Science, 50 (2), 101-105.
- [5] **BIZOT H. 1983.** *Using the "GAB" model to construct sorption isotherms.* In: Physical Properties of Foods (eds. R. Jowitt, F. Escher, B. Hallstrom, H.F.T. Meffert, W.E.L. Spiess, G. Vos), Applied Science Publishers, New York, 43-54.
- [6] **BRENNAN CH.S. 2005.** *Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes.* Molecular Nutrition and Food Research, 49, 560-570.
- [7] **BRUNAUER S., DEMING L.S., DEMING W.E., TELLER E. 1940.** *On the theory of the van der Waals adsorption of gases.* Journal of the American Chemical Society, 62, 1723-1732.
- [8] **BRUNAUER S., EMMETT P.H., TELLER E. 1938.** *Adsorption of gases in multilayers.* Journal of the American Chemical Society, 60, 309-319.
- [9] **CUNIN C., HANDSCHIN S., WALTER P., ESCHER F. 1995.** *Structural changes of starch during cooking of durum wheat pasta.* Lebensmittel-Wissenschaft und – Technologie, 28(3), 323-328.
- [10] **CUNNINGHAM S.E., MCMINN W.A.M., MAGEE T.R.A., RICHARDSON P.S. 2007.** *Modelling water absorption of pasta during soaking.* Journal of Food Engineering, 82, 600-607.
- [11] **CYBULSKA E.B. 2002.** *Woda jako składnik żywności.* W: Chemia żywności. Skład, przemiany i właściwości żywności (red. Z. Sikorski), WNT, Warszawa, 55-87.
- [12] **FEILLET P., DEXTER J.E. 1996.** *Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production.* In: Pasta and Moodle Technology (eds J. E. Kruger, R.R. Matsuo, J.W. Dick), AACC, Saint Paul, MN, 95-111.
- [13] **GAL S. 1983.** *The need for, and practical applications of sorption data.* In: Physical Properties of Foods (eds R. Jowitt, F. Escher, B. Hallstrom, H.F.T. Meffert, W.E.L. Spiess, G. Vos). Applied Science Published, New York, 13-25.
- [14] **GREENSPAN L. 1977.** *Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions.* Journal of Research of the National Bureau of Standards – A. Physics and Chemistry, 81A, 89-96.
- [15] **LABUZA T.P. 1968.** *Sorption phenomena in food.* Food Technology, 22, 263-272.
- [16] **LABUZA T.P., KAAANANE A., CHEN J.Y. 1985.** *Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated foods.* Journal of Food Science, 50(2), 385-391.
- [17] **LEWICKI P.P. 1998.** *A three parameter equation for food moisture sorption isotherms.* Journal of Food Process Engineering, 21, 127-144.
- [18] **LEWICKI P.P. 1997.** *The applicability of the GAB model to food water sorption isotherms.* International Journal of Food Science and Technology, 32(6), 553-557.
- [19] **OSWIN C.R. 1946.** *The kinetics of package life. III. The isotherm.* Journal of Chemical Industry (London), 65, 419-423.
- [20] **OYELADE O.J., TUNDE-AKINTUNDE T.Y., IGBEKA J.C., OKE M.O., RAJI O.Y. 2008.** *Modelling moisture sorption isotherms for maize flour.* Journal of Stored Products Research, 44, 179-185.
- [21] **PAŁACHA Z., CHRZANOWSKI P. 2013.** *Badanie procesu adsorpcji i desorpcji wody wybranych skrobi.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 23/42(1), 58-63.
- [22] **PAŁACHA Z. 2010.** *Właściwości sorpcyjne.* W: Właściwości fizyczne żywności (red. Z. Pałacha, I. Sitkiewicz), WNT, Warszawa, 143-169.
- [23] **PAŁACHA Z., MALCZEWSKA A. 2010.** *Izotermy adsorpcji i desorpcji wody wybranych przypraw.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 20/36(1), 12-18.

- [24] **PELEG M. 1993.** *Assessment of a semi-empirical four parameter general model for sigmoid moisture sorption isotherms.* Journal of Food Process Engineering, 16(1), 21-37.
- [25] **PETITOT M., ABECASSIS J., MICARD V. 2009.** *Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity.* Trends in Food Science and Technology, 20, 521-532.
- [26] **PENG G., CHEN X., WU W., JIANG X. 2007.** *Modeling of water sorption isotherm for corn starch.* Journal of Food Engineering, 80, 562-567.
- [27] **ROCKLAND L.B. 1960.** *Saturated salt solution for static control of relative humidity between 5 and 40°C.* Analytical Chemistry, 32, 1375-1376.
- [28] **SPIESS W.E.L., WOLF W.R. 1983.** *The results of the COST 90 project on water activity.* In: Physical Properties of Foods (eds. R. Jowitt, F. Escher, B. Hallstrom, H.F.T. Meffert, W.E.L. Spiess, G. Vos), Elsevier Applied Science Publishers, London, 65-87.
- [29] **WŁODARCZYK-STASIAK M., JAMROZ J. 2008.** *Analysis of sorption properties of starch-protein extrudates with the use of water vapour.* Journal of Food Engineering, 85, 580-589.



Dr hab. inż. Tomasz RYDZKOWSKI  
Dr inż. Iwona MICHALSKA-POŻOGA  
Wydział Mechaniczny, Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
Politechnika Koszalińska

## WPŁYW PAKOWANIA (MAP) NA TRWAŁOŚĆ I ZMIANY PRZECHOWALNICZE ŚWIEŻEJ, ROZDROBNIONEJ PAPRYKI CZERWONEJ®

Impact of packaging in protective atmosphere (MAP) for permanence and storage changes of fresh-cut red peppers®

**Słowa kluczowe:** żywność wygodna, warzywa świeże, pakowanie w MAP, gazy ochronne.

*Celem przedstawionych w artykule badań było określenie trwałości i zmian przechowalniczych świeżej, rozdrobnionej czerwonej papryki pakowanej w atmosferze gazów ochronnych MAP. Materiał badawczy stanowiła krojona czerwona papryka klasy I pochodząca z Hiszpanii, zapakowana techniką MAP (mieszanina 5% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub>, 90% N<sub>2</sub>) w torebki z BOPP (dwuosioowo orientowany polipropylen) i przechowywana w warunkach chłodniczych. Materiał badawczy przed zapakowaniem i w trakcie przechowywania poddawano ocenie sensorycznej (smak, zapach, barwa, konsystencja) i fizykochemicznej (pH, sucha masa, ekstrakt ogólny).*

**Key words:** convenient food, fresh vegetables, MAP packaging, protective gases.

*The aim of the study was to determine the permanence and storage changes of fresh-cut red peppers packed in protective gases – MAP. The research material was fresh-cut red bell pepper (class I, coming from Spain), packaged in MAP technique (a mixture of 5% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub>, 90% N<sub>2</sub>) in BOPP (biaxially oriented polypropylene) bags, and stored under refrigeration. The research material before packing and during storage were sensory evaluated (taste, smell, color, consistency) and physico-chemical tested (pH, dry matter, the concentration of the extract).*

### WPROWADZENIE

Warzywa należą do grupy surowców o dużej zawartości wody, co powoduje intensywny rozwój drobnoustrojów (np. pleśni lub drożdży) w trakcie ich przechowywania. Konsekwencją tego jest ograniczona trwałość świeżych, zwłaszcza rozdrobnionych warzyw [18, 20]. W tkankach warzyw zachodzi wiele różnorodnych procesów biologicznych, które przebiegają również po zbiorze i pakowaniu. Procesy te powodują stopniowe zmiany jakości warzyw [9, 18, 20]. W związku z tym wzrasta zapotrzebowanie na opracowanie metod pozwalających na wydłużanie ich trwałości. Podstawową metodą wydłużania trwałości tego typu produktów było ich wychładzanie i ścisłe zachowanie łańcucha chłodniczego. Niestety metoda ta nie dawała zadowalających efektów (uzyskiwana trwałość jest niewystarczająca). W związku z powyższym nastąpił dynamiczny rozwój metod kombinowanych, czyli równoczesne działanie kilku czynników utrwalających [6, 18, 19].

Odpowiednio dobrane opakowanie powinno być defensywne, czyli chronić produkt, jak i aktywne – przedłużać jego trwałość [11]. Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na żywność wygodną, zwiększają się wymagania stawiane opakowaniom jednostkowym. Dzięki nim konsument może kupić żadaną ilość świeżych produktów w formie zapakowanej. Odpowiednio dobrany system pakowania (technika pakowania, materiał opakowaniowy) i warunki przechowywania (temperatura i wilgotność), powinny zapewnić warzywom

maksymalnie długi czas przechowywania i zachowania dobrej jakości poprzez ograniczenie do minimum procesów życiowych produktów w czasie przechowywania, transportu jak i na półkach sklepowych [3]. Dobrze dobrane warunki przechowywania mogą zwiększyć trwałość warzyw nawet ośmiokrotnie [9].

Zastosowanie atmosfery modyfikowanej w opakowaniu należy do metod nietermicznego przedłużania trwałości żywności co jest istotne w celu zachowania wysokiej jakości warzyw. Odpowiednio dobrany skład mieszaniny gazów ochronnych wpływa na zahamowanie procesów degradacyjnych zachodzących w produkcie głównie pod wpływem mikroorganizmów [2, 8]. Dzięki temu możliwe jest zachowanie naturalnych cech produktu, związanych lub utożsamianych z jego świeżością. Materiały opakowaniowe stosowane w tych metodach pakowania powinny mieć określoną przepuszczalność gazów i pary wodnej. Szybkość przenikania zależy od rodzaju tworzywa polimerowego, z którego wykonany jest materiał opakowaniowy, jego grubości, struktury a także temperatury przechowywania i różnicy ciśnień panujących po każdej stronie folii [3, 2].

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących określenia trwałości i zmian przechowalniczych świeżej, rozdrobnionej czerwonej papryki pakowanej w atmosferze gazów ochronnych MAP z zastosowaniem barierowego materiału opakowaniowego BOPP (dwuosioowo orientowany polipropylen).**

## MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiła krojona czerwona papryka klasy I pochodząca z Hiszpanii, zapakowana techniką MAP w mieszaninie składającej się z 5% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub>, 90% N<sub>2</sub>. Materiał opakowaniowy stanowiły torebki z BOPP (dwuosioowo orientowany polipropylen).

### Przygotowanie surowca

W celu potwierdzenia klasy I użytego surowca paprykę przed pokrojeniem poddano ocenie sensorycznej zgodnie z normą PN-R-75528:1996 [14]. Następnie paprykę umyto i poddano krojeniu. Pokrojono ją w paski o długości około 7 cm i szerokości 1 cm. Po krojeniu, już nie przepłukiwano jej wodą, nie zastosowano również płukania z udziałem środków dezynfekujących (podchlorynu, roztwory chloru lub ditlenku chloru czy kwasów organicznych) [18]. Na koniec przeprowadzono proces odwirowania w celu pozbycia się soku, który wydzielił się w trakcie krojenia papryki.

### Dobór mieszanki gazowej, proces pakowania i przechowywanie surowca

Z przeanalizowanej literatury wynika, że dotychczas przeprowadzone badania (literatura polska i światowa) nie podają jednoznacznie jaki powinien być skład mieszanki gazowej stosowanej do pakowania warzyw szczególnie papryki krojonej [1, 2, 5, 7, 13]. Sugeruje się jedynie, że stężenie O<sub>2</sub> należy zwiększyć z zalecanych 3% [7] do 5%, natomiast aby ograniczyć mięknięcie i ciemnienie tkanek warzyw krojonych [1] przyjęto zawartość CO<sub>2</sub> na poziomie 5%, a pozostała część to 90% N<sub>2</sub>. W ten sposób dokonano doboru składu mieszanki gazowej do pakowania papryki w technologii MAP.

Pakowanie papryki odbywało się na stanowisku składającym się z pakowarki próżniowej typu PP5.4 firmy TEPRO oraz armatury z butlami gazowymi LINDE GAS i mieszalnika gazów firmy WITT-Gasetechnik. Materiał badawczy podzielony na porcje o masie 140 g±2 g umieszczano w torebkach z folii BOPP firmy WIPAK Polska Sp. z o.o. o grubości 30 μm oraz barierowości 1200 bar w przypadku transmisji tlenu, oraz 4 g/m<sup>2</sup> na dobę w przypadku transmisji pary wodnej. Następnie za pomocą pakowarki wprowadzono do opakowania mieszaninę gazów i zamknięto opakowanie przez zgrzewanie. Tak zapakowany materiał badawczy przechowywano w warunkach chłodniczych w temperaturze 5°C przez 14 dni. Badania przeprowadzono w 4., 6., 8., 12. i 14. dniu od daty zapakowania.

Wykonano następujące rodzaje oznaczeń:

- zmiana składu mieszanki gazowej. Oznaczenie polegało na pomiarze zawartości tlenu (O<sub>2</sub>) oraz ditlenku węgla (CO<sub>2</sub>) w opakowaniu za pomocą analizatora gazu OXY-BABY firmy WITT-Gasetechnik. Oznaczenie wykonano w trzech powtórzeniach.
- ocena sensoryczna (smak, zapach, barwa, konsystencja) papryki przed rozdrobnieniem, po rozdrobnieniu i w trakcie przechowywania. Ocenę przeprowadzono zgodnie z polską normą PN-R-75528:1996 [14]. Przy ocenie cech sensorycznych wykorzystano metodę punktową. Ocenę przyznawano w skali od 1 do 5 (5 punktów – najwyższa

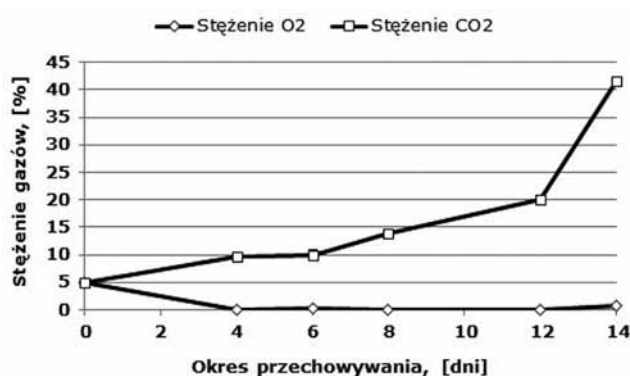
jakość, 1 punkt – zepsucie produktu). Ocenę przeprowadzono w jasnym, wolnym od obcych zapachów pomieszczeniu laboratoryjnym, w temperaturze pokojowej (t = 19°C). Wyniki oceny sensorycznej przedstawiono w arkuszu opracowanym według normy PN-ISO 6658:1998 [15].

- badania fizykochemiczne w ramach, których oznaczano:
  - pH metodą potencjometryczną wg normy PN-EN 1132:1999 [16]. Badanie przeprowadzono przy użyciu pehametru typu CP-551 firmy „ELMETRON”,
  - zawartość suchej masy określano metodą szybką techniczną, przy użyciu wagosuszarki typu MAC 50 firmy RADWAG. Parametry badania: t=104°C, naważka o masie 3 g. Odczyt wyników z dokładnością do 0,01,
  - zawartość ekstraktu ogólnego oznaczano metodą refraktometryczną wg normy PN-90/A-75101/02 [17]. Badanie przeprowadzono na refraktometrze laboratoryjnym RL3. Odczyt wyników z dokładnością do 0,1.

Przedstawione w dyskusji wyniki pomiarów są średnimi wartościami z trzech powtórzeń. Obliczono wartości średnie, odchylenia standardowe.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunku 1. przedstawiono zmianę stężeń mieszanki gazowej w trakcie przechowywania. W dniu pakowania skład mieszanki gazowej przedstawiał się następująco: 5% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub> i 90% N<sub>2</sub>. Stężenie O<sub>2</sub> po 4. dniach przechowywania, w stosunku do poziomu wyjściowego, zmniejszyło się o 99% i wynosiło 0,05%, natomiast stężenie CO<sub>2</sub>, w stosunku do poziomu wyjściowego, wzrosło o 93% i wynosiło 9,67%.



Rys. 1. Zmiana stężenia gazów modyfikowanej atmosfery w trakcie przechowywania papryki.

Fig. 1. Changes in the modified atmosphere gases concentration during red bell peppers storage.

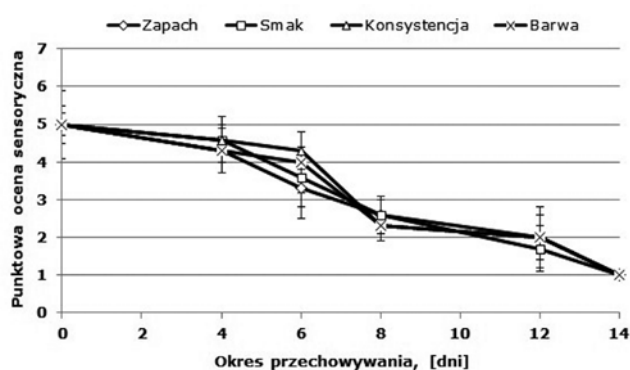
Źródło: Badania własne

W kolejnych dniach przechowywania zaobserwowano utrzymującą się, choć już nieznaczną, tendencję spadkową stężenia O<sub>2</sub>. Po 4 dniu przechowywania zawartość tlenu w opakowaniu ustabilizowała się na poziomie zbliżonym do 0. Podobną tendencję zauważyli Gonzalez-Aguilar, Ayala-Zavala i in. (2004) w przypadku przechowywania rozdrobnionej zielonej papryki [6]. Po szóstym dniu zauważono natomiast bardzo intensywną tendencję wzrostową stężenia



CO<sub>2</sub> przy bardzo niskim poziomie tlenu. Mogło być to spowodowane zachodzącymi w trakcie przechowywania procesami oddychania badanych warzyw. Deficyt tlenu prowadzi do zatrzymania procesów oddychania tlenowego i uruchomienia procesów oddychania anaerobowego, w konsekwencji doprowadza do procesu fermentacji, co potwierdzał lekki zapach fermentacji oraz lekko gorzki i cierpki smak papryki (rys. 2). W całym okresie przechowywania (14 dni) stężenie tlenu w sumie spadło o około 85%, natomiast stężenie ditlenku węgla wzrosło siedmiokrotnie w stosunku do ilości tych gazów w dniu zapakowania. Stwierdzone tendencje są zgodne z modelowymi zmianami składu atmosfery ochronnej w trakcie przechowywania warzyw [4].

Zmianę oceny zapachu, smaku, konsystencji i barwy papryki krojonej pakowanej w MAP w okresie przechowywania przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Zmiana smaku, zapachu, konsystencji i barwy papryki w trakcie przechowywania.

Fig. 2. Change in taste, smell, texture and color of red bell peppers during storage.

Źródło: Badania własne

Analizując wykres (rys. 2) stwierdzono, że zapach badanego produktu systematycznie pogarszał się w całym okresie przechowywania. W okresie od dnia zapakowania do 6. dnia przechowywania zapach pogarszał się nieznacznie, natomiast po tym okresie nastąpiło jego gwałtowne pogorszenie (zapach fermentacji). Podobną tendencję jak w przypadku zapachu, zaobserwowano analizując krzywą przedstawiającą ocenę smaku, konsystencji i barwy. Wszystkie zmiany po 6. dniu przechowywania postępowały gwałtownie, co mogło być spowodowane uszkodzeniem tkanek podczas krojenia. Papryka została pocięta na długie, wąskie paski, zatem uszkodzona powierzchnia była relatywnie duża w stosunku do całkowitej powierzchni próbek papryki. Nasze powyższe stwierdzenia potwierdzają badania przeprowadzone przez Gonzalez-Aguilar, Ayala-Zavala, Ruiz-Cruz i in. (2004), którzy zauważyli, że zmiany cech sensorycznych związane są z oddychaniem beztlenowym oraz postępującymi zmianami w uszkodzonych, w trakcie rozdrabniania, tkankach. Do tych zmian zaliczyli: mięknięcie komórek poprzez utratę turgoru, zmiany barwy i ciemnienie wywołane utlenianiem powierzchni cięcia oraz efekty skażenia mikrobiologicznego [6].

Krzywa sum średnich ocen papryki (rys. 3) wskazywała na to, że zmiana wszystkich wyróżników jakości w czasie ma tendencję spadkową.



Rys. 3. Ogólna punktowa ocena sensoryczna w czasie przechowywania papryki pakowanej w MAP.

Fig. 3. General sensory points assessment during red bell peppers storage in MAP.

Źródło: Badania własne

W dniu pakowania papryka była oceniana jako twarda, chrupka i soczysta, a jej stosunkowo wysoka jakość utrzymywała się do 4. dnia przechowywania. Oceny cech sensorycznych systematycznie obniżały się, od 4. dnia przechowywania oceny obniżały się bardziej dynamicznie, co powiązać można z niską zawartością tlenu w opakowaniu, a właściwie z jego brakiem, co prowadziło do uruchomienia procesu oddychania beztlenowego [6].

Wyniki przeprowadzonych badań fizykochemicznych przedstawiono w tabeli 1 i na wykresach (rys. 4 – rys.6).

Tabela 1. Zestawienie wyników badań fizykochemicznych

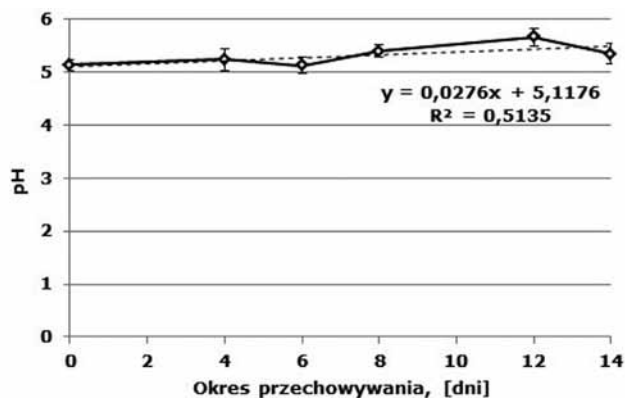
Table 1. Summary of the results of physico-chemical

| Okres przechowywania [dni] | Oznaczenie |      |                     |      |                |     |
|----------------------------|------------|------|---------------------|------|----------------|-----|
|                            | pH         | S    | Ekstrakt ogólny [%] | S    | Sucha masa [%] | S   |
| 0                          | 5,14       | 0,10 | 8,60                | 0,10 | 88,59          | 3,0 |
| 4                          | 5,24       | 0,20 | 8,93                | 0,15 | 88,67          | 2,5 |
| 6                          | 5,13       | 0,15 | 8,25                | 0,15 | 90,52          | 1,5 |
| 8                          | 5,40       | 0,12 | 8,12                | 0,20 | 91,94          | 1,0 |
| 12                         | 5,66       | 0,16 | 8,23                | 0,16 | 92,44          | 1,0 |
| 14                         | 5,53       | 0,20 | 7,60                | 0,20 | 92,49          | 1,5 |

Źródło: Badania własne

Zmiana średniej wartości pH badanej papryki ma tendencję wzrostową, co potwierdza wyznaczona linia trendu (rys. 4).

Średnia wartość pH papryki czerwonej do 6. dnia przechowywania utrzymywała się na poziomie do pH=5,2, czyli wartości odpowiadającej pH papryki świeżej (rys. 4, tab. 1). W tym okresie papryka posiadała cechy papryki świeżej, a mianowicie: soczystość, swoisty zapach i chrupkość. Po przekroczeniu 6. dni przechowywania wartość pH zaczęła systematycznie wzrastać, by w końcowym etapie osiągnąć poziom wyższy od początkowego o 4,08%. W tym właśnie okresie zaobserwowano nagły wzrost stężenia CO<sub>2</sub> i obniżenie poziomu O<sub>2</sub> do wartości zbliżonych do 0. Uzyskane wyniki są zgodne z rezultatami badań prowadzonych przez Ke, Matheos i in (1993) [10] i danymi publikowanymi przez Rico, Martin-Diana (2007) [18].

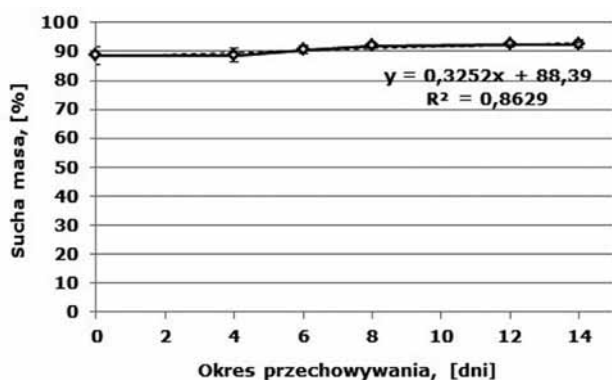


Rys. 4. Zmiana wartości pH papryki w trakcie przechowywania.

Fig. 4. Change in pH during red bell peppers storage.

Źródło: Badania własne

Zawartość suchej masy utrzymuje się na stałym poziomie (88,67%) do 4. dnia przechowywania, w dalszych dniach występuje stała tendencja wzrostowa, co potwierdza wyznaczona linia trendu (rys. 5).



Rys. 5. Zmiana procentowej zawartości suchej masy w papryce w trakcie przechowywania.

Fig. 5. Change in the percentage of dry matter in red bell pepper during storage.

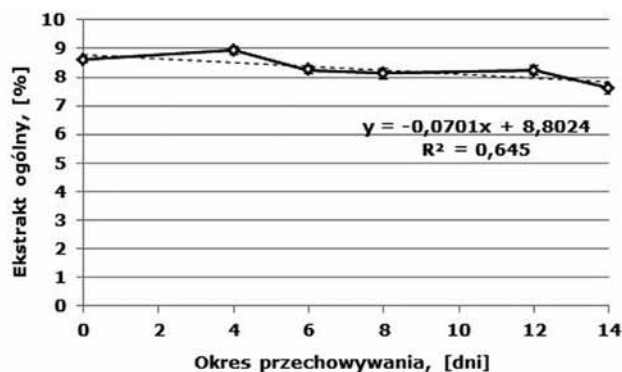
Źródło: Badania własne

Różnica zawartości suchej masy między próbą zerową (88,59 %) a 14. dniem przechowywania (92,49%) wyniosła około 5%. Wzrost ten może być spowodowany wysychaniem i mięknięciem papryki oraz efektami postępujących procesów degradacji uszkodzonych podczas rozdrabniania (krojenia) tkanek. Uzyskane wyniki są zgodne z doniesieniami literatury światowej, gdzie według badaczy Manolopoulos, Xanthopoulos i in. (2010) ubytek masy rozdrobnionej papryki właściwie przechowywanej w atmosferze ochronnej nie przekracza 5% [12]. Stwierdzony ubytek suchej masy potwierdza właściwy dobór składu mieszaniny i warunków przechowywania zastosowanych w badaniach własnych.

Zmiana średniej zawartości ekstraktu wykazuje tendencję spadkową, co potwierdza wyznaczona linia trendu (rys. 6). W pierwszym etapie czyli od badania próby zerowej do 4. dnia przechowywania zawartość ekstraktu wzrosła o 3,83%.

Natomiast spadek pomiędzy 4. a 6. dniem przechowywania wyniósł 7,61%. W tym okresie zmniejszenie średniej za-

wartości ekstraktu nie wpłynęło w znacznym stopniu na cechy sensoryczne papryki, która nadal charakteryzowała się cechami papryki świeżej (rys. 2).



Rys. 6. Zmiana wartości ekstraktu ogólnego w trakcie przechowywania.

Fig. 6. Change in the value of total extract during storage.

Źródło: Badania własne

## WNIOSKI

Na podstawie wyników badań sensorycznych i fizykochemicznych pokrojonej papryki sformułowano następujące wnioski:

1. W ciągu całego okresu przechowywania stężenie  $O_2$  w zastosowanej mieszaninie spadło o około 85%, natomiast stężenie  $CO_2$  wzrosło siedmiokrotnie w stosunku do ilości tego gazu w dniu zapakowania. Ten stan rzeczy mógł być spowodowany zachodzącymi w trakcie przechowywania procesami oddychania badanych warzyw. Zmiany mieszaniny gazowej przełożyły się na zmiany cech sensorycznych i właściwości fizykochemicznych papryki.
2. Uszkodzenie tkanek w wyniku rozdrabniania, może powodować wzrost dynamiki zmian sensorycznych i fizykochemicznych zachodzących w warzywach.
3. Rozdrobniona papryka pakowana w atmosferze modyfikowanej wykazuje stabilny poziom średniej oceny smaku, konsystencji oraz barwy utrzymujący się przez 6. dni przechowywania.
4. Właściwości fizykochemiczne (pH, sucha masa, ekstrakt ogólny) utrzymują się na stabilnym poziomie do 4. dnia. Po 6. dniu występują wyraźne efekty procesu psucia się produktu.
5. Na podstawie uzyskanych wyników można zaproponować skład mieszaniny gazów ochronnych przeznaczonej do pakowania świeżej, rozdrobnionej papryki.

## LITERATURA

- [1] BARTH M.M., ZUANG H., SALTVEIT M.E. 2004. Fresh-cut Vegetables. Agriculture Handbook, US Department of Agriculture, USA.
- [2] DONG S. L., KANG J. S., RENAULT P. 2000. Dynamics of internal atmosphere and humidity in perforated packages of peeled garlic cloves. International Journal of Food Science & Technology, 35, 5, 455-464.

- [3] **DONGHWAN CH., PAPADAKIS S. E., YAM K. L. 2003.** *Simple models for evaluating effects of small leaks on the gas barrier properties of food packages.* Packaging Technology and Science, 16, 2, 77-86.
- [4] **FISHMAN S., RODOV V., BEN-YHOSHUA J. 1996.** *Mathematical Model for Perforation Effect on Oxygen and Water Vapor Dynamics in Modified-Atmosphere Packages.* Journal of Food Science, 61, 5, 956-961.
- [5] **GAJEWSKI M. 2001.** Przechowalnictwo warzyw. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- [6] **GONZALEZ-AGUILAR G.A., AYALA-ZAVALA J.F., RUIZ-CRUZ S., ACEDO-FELIX E. DIAZ-CINCO M.E. 2004.** *Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh-cut bell peppers.* Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 37, 8, 817-826.
- [7] **GORNY J.R. 2001.** A summary of CA and MA Recommendations for selected Fresh-cut Fruits and Vegetables, Postharvest Horticulture Series No. 22A, University of California, Davis.
- [8] **KACENAK I., DANDRARA., SEKRETAR S. 2005.** *Nowoczesne sposoby pakowania i ich wpływ na jakość i trwałość produktów.* Przemysł Spożywczy, 9, 20-25.
- [9] **KADER A.A. 2002.** Postharvest Technology of Horticultural Crops.
- [10] **KE D., MATHEOS M., SIRIPANICH J., LI C., KADERR A.A. 1993.** *Carbon dioxide action on metabolism of organic and amino acids in crisphead lettuce.* Postharvest Biology and Technology, 3, 3, 235-247.
- [11] **LISIŃSKA-KUŚNIERZ M., UCHEREK M. 2003.** Postęp techniczny w opakowalnictwie. Wydawnictwo Akademia Ekonomiczna w Krakowie.
- [12] **MANOLOPOULOS H., XANTHOPOULOS G., DOUROS N., LAMBRINOS GR. 2010.** *Modified atmosphere packaging storage of green bell peppers: Quality criteria.* Biosystems Engineering, 106, 4, 535-543.
- [13] **MATTOS L.M., MORETTI C.L., FERREIRA M.D. 2012.** Modified Atmosphere Packaging for perishable Plant Products, in Dofan F., Technology. Polipropylene. Intech, Rijeka.
- [14] **PN-R-75528:1996.** *Papryka słodka.*
- [15] **PN-ISO 6658:1998.** *Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.*
- [16] **PN-EN 1132:1999.** *Soki owocowe i warzywne. Oznaczenie pH.*
- [17] **PN-90/A-75101/02.** *Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości ekstraktu ogólnego.*
- [18] **RICO D., MARTIN-DIANA A.B., BARAT J.M., BARRY-RYAN C. 2007.** *Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: review.* Trends in Food Science & Technology, 18, 373-386.
- [19] **ŚWIDERSKI F., SADOWSKA A. 2011.** *Pakowanie mięsa w warunkach zmodyfikowanej atmosfery i próżni.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 1, 98-102.
- [20] **WATADA A.E., QI L. 1999.** *Quality of fresh-cut produce.* Postharvest Biology and Technology, 15, 201-205.

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

## MATEMATYCZNY MODEL KSZTAŁTU NASION BOBIKU I JEGO PODSTAWOWYCH CZĘŚCI MORFOLOGICZNYCH<sup>®</sup>

Mathematical model of the shape of the faba bean seeds and primary part of the morphological<sup>®</sup>

**Słowa kluczowe:** nasiona bobiku, okrywa nasienna, liścienie, kształt, model matematyczny, dyskretna powierzchnia przestrzenna, model 3D.

Proponowana jest metoda matematycznego modelowania kształtu nasion bobiku (*Vicia faba minor*) odmiany Nadwiślański, jego okrywy nasiennej i liścieni. W modelu matematycznym do opisu kształtu nasion bobiku, okrywy nasiennej i liścieni zastosowano równania parametryczne powierzchni przestrzennej. W równaniach wprowadzono 3 parametry ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), za których pomocą ustalano podstawowe wymiary zewnętrzne modeli brył okrywy nasiennej i liścieni nasion bobiku (długość, szerokość, grubość). Kształt podstawowych części botanicznych nasion bobiku (okrywa nasienna i liścienie) zmieniano za pomocą 5 parametrów ( $k$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $g$ ), a liczbę południków i równoleżników na dyskretnej powierzchni przestrzennej zmienia się parametrem  $N$ . Do modelowania kształtu liścieni wprowadzono parametry  $nL$  i  $nP$ , za których pomocą ustalano zmienną zakresową  $i$ . Wizualizacji modeli 3D brył nasion bobiku dokonano za pomocą programu komputerowego Mathcad.

**Key words:** faba bean seeds, seed coat, cotyledons, shape, mathematical model, discrete surface spatial, 3D model.

Proposed is a method of mathematical modeling of the shape of the faba bean seeds (*Vicia faba minor*) variations Nadwiślański the seed coat and the cotyledons. The mathematical model to describe the shape of the faba bean seeds, seed coat and the cotyledons were used parametric equations spatial area. The equations introduced three parameters ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), as determined by the basic dimensions solid models of the seed coat and the cotyledons of faba bean seeds (length, width, thickness). The shape of the main part of the botanical faba bean seeds (seed coat and the cotyledons) was changed by 5 parameters ( $k$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $g$ ), and the number of meridians and parallels the discrete surface spatial change parameter  $N$ . To model the shape of the cotyledons were introduced parameters  $nL$  and  $nP$ , as determined by the variable-range  $i$ . Visualization of 3D models of seeds faba bean were made using a computer program Mathcad.

### WSTĘP

Plon główny bobiku (*Vicia faba minor*) stanowią nasiona, które zawierają ok. 33% białka i są surowcem dla przemysłu paszowego i spożywczego. Nasiono bobiku składa się z okrywy nasiennej, zarodka i dwóch symetrycznych, przylegających do siebie liścieni. Okrywa nasienna nie jest z liścieniami zrośnięta, tylko do nich przylega. Liścienie zawierają substancje zapasowe i stanowią główne źródło składników pokarmowych. Nasiona bobiku, pod względem budowy morfologicznej, to obiekty geometrycznie złożone. Ich cechy geometryczne zależą od wielu czynników. Na zmienność wymiarów nasion bobiku największy wpływ mają warunki glebowe, klimatyczne, agrotechniczne, a także cechy gatunkowe i odmianowe [5, 6, 8]. Geometria nasion ulega również zmianie pod wpływem zmiennej zawartości w nich wody. Według Podleśnego [15] drastycznie spadł areal uprawy roślin strączkowych w Polsce.

Zakaz żywienia zwierząt mączką mięsno kostną, jak podają Majchrzycki i in. [10], spowodował zwiększenie zapotrzebowania na pasze wysokobiałkowe pochodzenia roślinnego. W pozyskiwaniu białka bobik stanowi alternatywę dla soi. Nasiona bobiku poddaje się procesowi obłuskiwania

[11]. Obłuskiwanie nasion bobiku powoduje zwiększenie ich wartości pokarmowej w wyniku usunięcia składników antyżywnościowych występujących w okrywie nasiennej [1].

W wielu procesach przetwarzania nasion bobiku, jak obłuskiwanie [11, 13] i rozdrabnianie nasion [9], istotny wpływ mają cechy geometryczne okrywy nasiennej i liścieni.

W zbiorze nasion bobiku ich podstawowe elementy morfologiczne jak okrywa nasienna i liścienie mają zróżnicowane wymiary, przy zachowaniu kształtu przypisanemu gatunkowi i odmianie. Do charakterystyki geometrycznej nasion, wyznacza się trzy podstawowe wymiary jak długość, szerokość, grubość [5, 16]. Długość nasion bobiku odmiany Nadwiślański waha się w przedziale 10.1 – 13.6 mm, szerokość 8.3 – 11.9 mm, a grubość 7.4 – 9.7 mm [12].

Na użytek modelowania procesów przetwarzania nasion bobiku koniecznym jest określenie modelu bryły reprezentującej kształt nasiona bobiku i jego podstawowych elementów morfologicznych jak okrywa nasienna i liścienie. W roku 1993 Mieszkalski zaproponował kulę, jako model bryły reprezentującej nasiona bobiku w procesie ich obłuskiwania, a następnie elipsoidę [12, 13].



Grafika komputerowa [2, 7, 14] dostarcza metod matematycznego modelowania kształtu [3, 4], które pozwalają na dokładniejsze opisanie kształtu brył nasion bobiku i ich elementów morfologicznych.

Celem artykułu jest przedstawienie opracowanego matematycznego modelu kształtu okrywy nasiennej i liścieni nasiona bobiku, uwzględniającego zmianę ich podstawowych wymiarów.

### METODYKA

Materiałem do badań były nasiona bobiku odmiany Nadwiślański. Wybrano sześć nasion bobiku różnych pod względem wymiarowym. Wilgotność nasion określono metodą suszarkowo – wagową. Wynosiła ona 13,2%. Za pomocą suwmiarki, z dokładnością do 0,1 mm, dokonano pomiaru długości, szerokości i grubości nasion i liścieni. Opracowano model matematyczny, wykorzystując do tego celu równania parametryczne, pozwalające dla zadanych wymiarów (długość, szerokość, grubość) utworzyć powierzchnie brył, których kształt jest zbliżony do nasiona bobiku jego okrywy nasiennej i liścieni.

Wizualizacji modeli brył dokonano za pomocą programu komputerowego Mathcad.

**Wykaz ważniejszych oznaczeń:** *a* – długość nasiona; *b* – szerokość; *c* – grubość; *k, d, e, f, g* – parametry sterujące kształtem; *j, J* – kąty; *i* – liczba wierszy w macierzy; *j* – liczba kolumn w macierzy; *N* – liczba południków i równoleżników na dyskretnej powierzchni przestrzennej opisującej kształt nasiona bobiku; *nL, nP* – parametry do określania zmiennych zakresowych *i*.

### WYNIKI POMIARÓW

W tabeli 1 podano wyniki podstawowych wymiarów nasion bobiku i liścieni odmiany Nadwiślański.

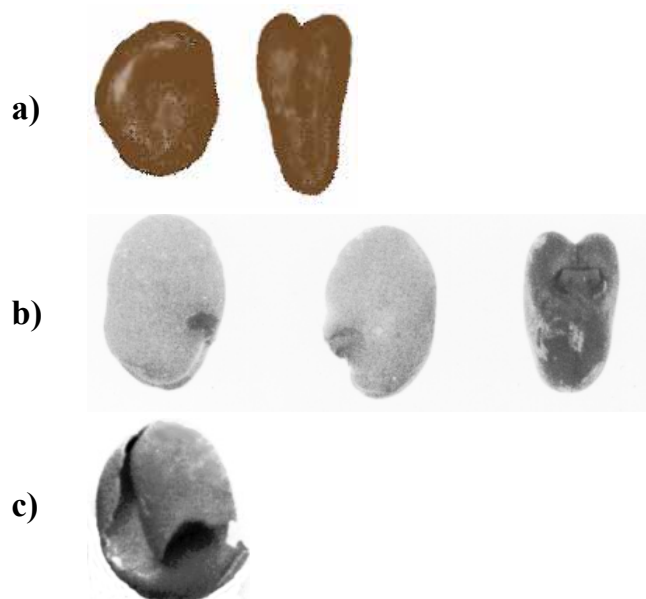
**Tabela 1. Podstawowe wymiary nasion bobiku i liścieni odmiany Nadwiślański (wilgotność 13,2%)**

**Table 1. Basic dimensions of faba bean seeds and cotyledons variety Nadwiślański (13.2% moisture)**

| Wymiar, mm   | Oznaczenie nasiona bobiku |      |      |      |      |      |
|--|---------------------------|------|------|------|------|------|
|  | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| Nasiona bobiku (zewewnętrzne wymiary okrywy nasiennej) |                           |      |      |      |      |      |
| Długość ( <i>a</i> )                                   | 12,7                      | 10,1 | 13,6 | 11,8 | 11,0 | 13,6 |
| Szerokość ( <i>b</i> )                                 | 10,1                      | 9,4  | 9,8  | 10,1 | 8,3  | 11,9 |
| Grubość ( <i>c</i> )                                   | 8,1                       | 7,6  | 8,2  | 8,3  | 7,4  | 9,7  |
| Liścienie lewe nasion bobiku                           |                           |      |      |      |      |      |
| Długość ( <i>a</i> )                                   | 11,7                      | 9,4  | 12,4 | 11,1 | 10,3 | 12,7 |
| Szerokość ( <i>b</i> )                                 | 9,2                       | 8,7  | 8,9  | 9,4  | 7,6  | 11,0 |
| Grubość ( <i>c</i> )                                   | 3,9                       | 3,6  | 3,8  | 4,1  | 3,6  | 4,5  |
| Liścienie prawe nasion bobiku                          |                           |      |      |      |      |      |
| Długość ( <i>a</i> )                                   | 11,6                      | 9,3  | 12,6 | 11,2 | 10,4 | 12,8 |
| Szerokość ( <i>b</i> )                                 | 9,3                       | 9,0  | 9,0  | 9,4  | 7,7  | 11,2 |
| Grubość ( <i>c</i> )                                   | 3,8                       | 3,7  | 4,0  | 3,9  | 3,5  | 4,8  |

Źródło: Badania własne

Przykładową fotografię nasiona bobiku odmiany Nadwiślański jego liścieni i fragment okrywy nasiennej, przedstawiono na rysunku 1.



**Rys. 1. Fotografia nasiona bobiku odmiany Nadwiślański: a – nasiono bobiku, b – liścienie, c – fragment okrywy nasiennej (wymiarzy w tabeli 1).**

**Fig. 1. Photography seeds of faba bean varieties Nadwiślański: a - faba bean seed, b - cotyledons, c - part of the seed coat (own dimensions in Table 1).**

Źródło: Opracowanie własne

### ZAŁOŻENIA DO MODELU PODSTAWOWYCH CZĘŚCI MORFOLOGICZNYCH NASIONA BOBIKU

Wykorzystane w modelu matematycznym i zapisane w macierzy (1) podstawowe wymiary nasion bobiku (*a, b, c*) pochodzą z pomiarów. Indeksy w macierzy (1) przy oznaczeniach wymiarów, odnoszą się do kolejnych nasion bobiku.

$$\begin{bmatrix} a1 & b1 & c1 \\ a2 & b2 & c2 \\ a3 & b3 & c3 \\ a4 & b4 & c4 \\ a5 & b5 & c5 \\ a6 & b6 & c6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12.7 & 10.1 & 8.1 \\ 10.1 & 9.4 & 7.6 \\ 13.6 & 9.8 & 8.2 \\ 11.8 & 10.1 & 8.3 \\ 11.0 & 8.3 & 7.4 \\ 13.6 & 11.9 & 9.7 \end{bmatrix} \quad (1)$$

W wektorze (2) podano liczbę południków i równoleżników na powierzchni modelowanego nasiona bobiku oraz parametry do określenia zmiennych zakresowych. Parametry kształtu są zgromadzone w wektorze (3).

$$\begin{bmatrix} N \\ nL \\ nP \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26 \\ 0.5 \cdot N \\ 0.5 \cdot N \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} d \\ e \\ f \\ g \\ k \\ k1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1.5 \\ 2 \\ 2 \\ 1.05 \\ 1/k \end{bmatrix} \quad (3)$$

Kąty dla zmiennych zakresowych, występujące w modelach matematycznych opisujących kształt brył, zapisano niżej:

$$\varphi_i = \frac{i \cdot \pi}{N} \quad (4)$$

$$g_j = \frac{j \cdot 2 \cdot \pi}{N} \quad (5)$$

### MATEMATYCZNY MODEL KSZTAŁTU BRYŁY OKRYWY NASIENNEJ NASIONA BOBIKU

W wektorze (6) zamieszczono zmienne zakresowe:

$$\begin{bmatrix} i \\ j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \dots N \\ 0 \dots N \end{bmatrix} \quad (6)$$

Macierzowe równania współrzędnych  $Xoz$ ,  $Yoz$ ,  $Zoz$  punktów powierzchni zewnętrznej opisującej kształt bryły nasiona bobiku, a tym samym i jego okrywy nasiennej, mają następującą postać:

$$Xoz_{i,j} = a \cdot k \cdot \sin(\varphi_i) \cdot [d \cdot (\cos(\varphi_i))^2 + e \cdot \cos(g_j)] \quad (7)$$

$$Yoz_{i,j} = b \cdot k \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \sin(g_j) \cdot [f \cdot (\cos(\varphi_i))^2 \cdot \sin(\varphi_i) + g \cdot \sin(\varphi_i)] \quad (8)$$

$$Zoz_{i,j} = c \cdot k \cdot \cos(\varphi_i) \quad (9)$$

Macierzowe równania współrzędnych  $Xow$ ,  $Yow$ ,  $Zow$  punktów powierzchni wewnętrznej opisującej kształt bryły okrywy nasiennej nasiona bobiku, mają następującą postać:

$$Xow_{i,j} = a \cdot \sin(\varphi_i) \cdot [d \cdot (\cos(\varphi_i))^2 + e \cdot \cos(g_j)] \quad (10)$$

$$Yow_{i,j} = b \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \sin(g_j) \cdot [f \cdot (\cos(\varphi_i))^2 \cdot \sin(\varphi_i) + g \cdot \sin(\varphi_i)] \quad (11)$$

$$Zow_{i,j} = c \cdot \cos(\varphi_i) \quad (12)$$

Uzyskanie zadanych wymiarów, zawartych w macierzy (1), dla powierzchni zewnętrznej modelu okrywy nasiennej, a tym samym i nasiona bobiku, wymaga skalowania równań (7), (8), (9). Macierzowe równania opisujące, dla określonego kształtu, podstawowe wymiary modelu powierzchni zewnętrznej okrywy nasiennej i nasiona bobiku mają następującą postać:

$$XNoz = \frac{a}{\max(Xoz) - \min(Xoz)} \cdot Xoz \quad (13)$$

$$YNoz = \frac{b}{\max(Yoz) - \min(Yoz)} \cdot Yoz \quad (14)$$

$$ZNoz = \frac{c}{\max(Zoz) - \min(Zoz)} \cdot Zoz \quad (15)$$

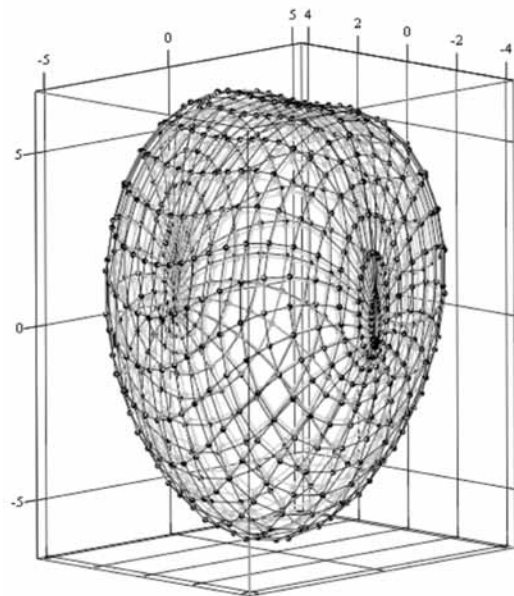
W celu uzyskania powierzchni wewnętrznej okrywy nasiennej nasiona bobiku dokonano skalowania równań (10), (11), (12). Macierzowe równania opisujące, dla określonego kształtu, podstawowe wymiary modelu powierzchni wewnętrznej okrywy nasiennej nasiona bobiku, mają następującą postać:

$$XNow = \frac{a \cdot k1}{\max(Xow) - \min(Xow)} \cdot Xow \quad (16)$$

$$YNow = \frac{b \cdot k1}{\max(Yow) - \min(Yow)} \cdot Yow \quad (17)$$

$$ZNow = \frac{c \cdot k1}{\max(Zow) - \min(Zow)} \cdot Zow \quad (18)$$

Na rysunku 2 przedstawiono model bryły okrywy nasiennej nasiona bobiku odmiany Nadwiślański.



Rys. 2. Model bryły okrywy nasiennej nasiona bobiku odmiany Nadwiślański.

Fig. 2. Solid model of seed coat varieties of faba bean seeds Nadwiślański.

Źródło: Opracowanie własne

### MATEMATYCZNY MODEL KSZTAŁTU BRYŁY LEWEGO LIŚCIENIA NASIONA BOBIKU

W wektorze (19) zamieszczono zmienne zakresowe odnoszące się do lewego liścienia nasiona bobiku:

$$\begin{bmatrix} i \\ j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \dots N - nL \\ 0 \dots N \end{bmatrix} \quad (19)$$

Macierzowe równania współrzędnych  $XL$ ,  $YL$ ,  $ZL$  punktów powierzchni opisującej kształt lewego liścienia nasiona bobiku mają następującą postać:

$$XL_{i,j} = a \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \left[ d \cdot (\cos(\varphi_i))^2 + e \cdot \cos(\vartheta_j) \right] \quad (20)$$

$$YL_{i,j} = b \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \sin(\vartheta_j) \cdot \left[ f \cdot (\cos(\varphi_i))^2 \cdot \sin(\varphi_i) + g \cdot \sin(\varphi_i) \right] \quad (21)$$

$$ZL_{i,j} = \frac{c}{2} \cdot \cos(\varphi_i) \quad (22)$$

Macierzowe równania (po wyskalowaniu) opisujące, dla zadanego kształtu, podstawowe wymiary modelu lewego liścienia nasiona bobiku mają następującą postać:

$$XL_a = \frac{a \cdot k1}{\max(XL) - \min(XL)} \cdot XL \quad (23)$$

$$YL_a = \frac{b \cdot k1}{\max(YL) - \min(YL)} \cdot YL \quad (24)$$

$$ZL_a = \frac{\frac{c}{2} \cdot k1}{\max(ZL) - \min(ZL)} \cdot ZL \quad (25)$$

W celu utworzenia powierzchni przylegania lewego liścienia należy z macierzy  $XL_a$ ,  $YL_a$ ,  $ZL_a$  wydzielić wiersze oznaczone jako zerowe (równania 26, 27, 28).

$$XL1 := (XL_a^T)^{\langle 0 \rangle T} \quad (26)$$

$$YL1 := (YL_a^T)^{\langle 0 \rangle T} \quad (27)$$

$$ZL1 := (ZL_a^T)^{\langle N-nL \rangle T} \quad (28)$$

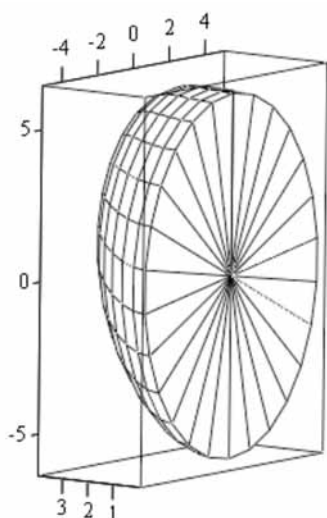
Kolejną operacją jest połączenie z macierzami  $XL_a$ ,  $YL_a$ ,  $ZL_a$  wierszy  $XL1$ ,  $YL1$ ,  $ZL1$  (równania 29, 30, 31):

$$XL2 = stack(XL_a, XL1) \quad (29)$$

$$YL2 = stack(YL_a, YL1) \quad (30)$$

$$ZL2 = stack(ZL_a, ZL1) \quad (31)$$

Na rysunku 3 przedstawiono model bryły lewego liścienia nasiona bobiku odmiany Nadwiślański.



**Rys. 3. Model bryły lewego liścienia nasiona bobiku odmiany Nadwiślański.**

**Fig. 3. Solid model left cotyledon seeds of faba bean varieties Nadwiślański.**

Źródło: Opracowanie własne

## MATEMATYCZNY MODEL KSZTAŁTU BRYŁY PRAWEGO LIŚCIENIA NASIONA BOBIKU

W wektorze (32) zamieszczono zmienne zakresowe odnoszące się do prawego liścienia nasiona bobiku:

$$\begin{bmatrix} i \\ j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nP \dots N \\ 0 \dots N \end{bmatrix} \quad (32)$$

Macierzowe równania współrzędnych  $XP$ ,  $YP$ ,  $ZP$  punktów powierzchni opisującej kształt bryły prawego liścienia nasiona bobiku, mają następującą postać:

$$XP_{i,j} = a \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \left[ d \cdot (\cos(\varphi_i))^2 + e \cdot \cos(\vartheta_j) \right] \quad (33)$$

$$YP_{i,j} = b \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \sin(\vartheta_j) \cdot \left[ f \cdot (\cos(\varphi_i))^2 \cdot \sin(\varphi_i) + g \cdot \sin(\varphi_i) \right] \quad (34)$$

$$ZP_{i,j} = \frac{c}{2} \cdot \cos(\varphi_i) \quad (35)$$

Macierzowe równania (po wyskalowaniu) opisujące, dla zadanego kształtu, podstawowe wymiary modelu prawego liścienia nasiona bobiku mają następującą postać:

$$XP_a = \frac{a \cdot k1}{\max(XP) - \min(XP)} \cdot XP \quad (36)$$

$$YP_a = \frac{b \cdot k1}{\max(YP) - \min(YP)} \cdot YP \quad (37)$$

$$ZP_a = \frac{\frac{c}{2} \cdot k1}{\max(ZP) - \min(ZP)} \cdot ZP \quad (38)$$

Podobnie jak dla lewego liścienia, w celu utworzenia powierzchni przylegania prawego liścienia należy z macierzy  $XP_a$ ,  $YP_a$ ,  $ZP_a$  wydzielić wiersze oznaczone jako zerowe (równania 39, 40, 41).

$$XP1 := (XP_a^T)^{\langle 0 \rangle T} \quad (39)$$

$$YP1 := (YP_a^T)^{\langle 0 \rangle T} \quad (40)$$

$$ZP1 := (ZP_a^T)^{\langle N-nP \rangle T} \quad (41)$$

Należy też połączyć z macierzami  $XP_a$ ,  $YP_a$ ,  $ZP_a$  wiersze  $XP1$ ,  $YP1$ ,  $ZP1$  (równania 42, 43, 44):

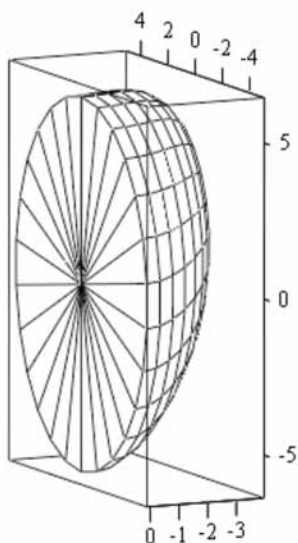
$$XP2 = stack(XP_a, XP1) \quad (42)$$

$$YP2 = stack(YP_a, YP1) \quad (43)$$

$$ZP2 = stack(ZP_a, ZP1) \quad (44)$$

W celu uzyskania zmiany wymiarów zgodnych z wymiarami pochodzącymi z pomiarów dla poszczególnych nasion (tabela 1), należy w równaniach od (7) do (18) i od (20) do (25) oraz od (33) do (38) przypisać odpowiednio wymiary zawarte w macierzy (1).

Na rysunku 4 przedstawiono model bryły prawego liścienia nasiona bobiku odmiany Nadwiślański.

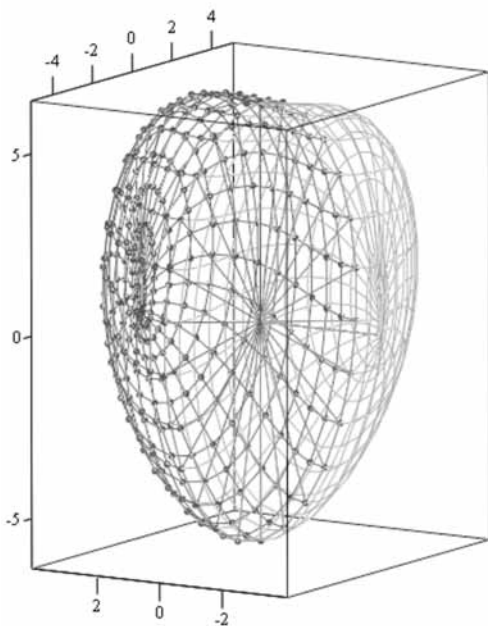


**Rys. 4. Model bryły prawego liścienia nasiona bobiku odmiany Nadwiślański.**

**Fig. 4. Solid model right cotyledon seeds of faba bean varieties Nadwiślański.**

**Źródło:** Opracowanie własne

Na rysunku 5 przedstawiono model przylegających do siebie liścieni. Model ten może reprezentować kształt przylegających liścieni uzyskanych w wyniku procesu obłuskiwania nasion bobiku [11].

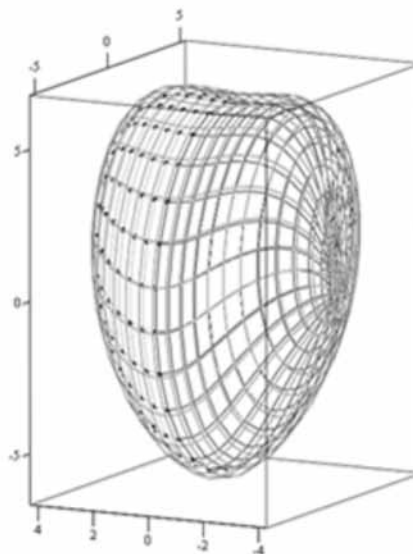


**Rys. 5. Model przylegających do siebie symetrycznych liścieni nasiona bobiku odmiany Nadwiślański.**

**Fig. 5. Model of adjacent symmetrical cotyledons of faba bean seed varieties Nadwiślański.**

**Źródło:** Opracowanie własne

Na rysunku 6 przedstawiono model bryły nasiona bobiku odmiany Nadwiślański złożony z okrywy nasiennej i liścieni.

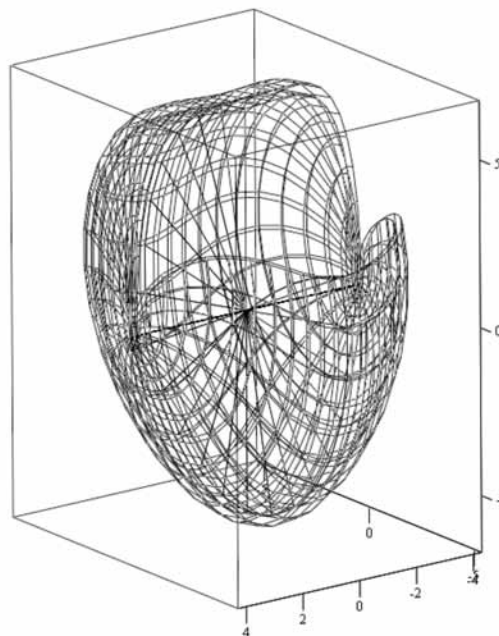


**Rys. 6. Model bryły nasiona bobiku odmiany Nadwiślański złożony z okrywy nasiennej i liścieni.**

**Fig. 6. Solid model of faba bean seed varieties Nadwiślański composed of the seed coat and the cotyledons.**

**Źródło:** Opracowanie własne

Na rysunku 7 zamieszczono model bryły nasiona bobiku odmiany Nadwiślański złożony z wyciętych fragmentów okrywy nasiennej i liścieni.



**Rys. 7. Model bryły nasiona bobiku odmiany Nadwiślański złożony z wycięciami okrywy nasiennej i liścieni.**

**Fig. 7. Solid model of faba bean seed varieties Nadwiślański filled with cutouts seed coat and the cotyledons.**

**Źródło:** Opracowanie własne



## WERYFIKACJA MODELI BRYŁ PODSTAWOWYCH CZĘŚCI MORFOLOGICZNYCH NASION BOBIKU

Weryfikacji poddano model matematyczny opisujący kształt nasion bobiku, okrywy nasiennej i liścieni za pomocą parametrycznych powierzchni przestrzennych. Charakterystycznymi wymiarami weryfikującymi dla nasiona bobiku jego okrywy nasiennej i liścieni były długości ( $a_1, \dots, a_6$ ), szerokości ( $b_1, \dots, b_6$ ) i grubość ( $c_1, \dots, c_6$ ). Model matematyczny opisujący kształt nasiona bobiku, okrywy nasiennej i liścieni za pomocą parametrycznej powierzchni przestrzennej należy uznać za zweryfikowany, jeżeli za pomocą dyskretnych powierzchni przestrzennych będzie możliwe wyznaczenie trzech podstawowych wymiarów nasiona bobiku, a tym samym zewnętrznych wymiarów okrywy nasiennej i liścieni, zbliżonych do wymiarów pochodzących z pomiarów.

Wyniki weryfikacji modeli powierzchni zewnętrznej okrywy nasiennej nasion bobiku odmiany Nadwiślański i ich liścieni reprezentowanych przez dyskretne powierzchnie przestrzenne są zamieszczone w tabeli 2, z której wynika, że dyskretne powierzchnie dokładnie przechodzą przez punkty określające podstawowe wymiary nasion bobiku i są takie same jak wymiary nasion pochodzące z pomiarów (błąd względny wynosi 0 tabela 3). Niewielkie różnice występują w przypadku modeli liścieni (maksymalny błąd względny wynosi 4.9% ( tabela 3).

**Tabela 2. Wyniki weryfikacji modeli nasion bobiku odmiany Nadwiślański ich okrywy nasiennej i liścieni reprezentowanych przez dyskretne powierzchnie przestrzenne**

**Table 2. Results of the verification models of faba bean seed varieties Nadwiślański their seed coat and the cotyledons are represented by discrete spatial surfaces**

| Wymiar, mm   | Oznaczenie nasiona bobiku |      |      |      |      |      |
|--|---------------------------|------|------|------|------|------|
|  | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| Nasiona bobiku (zewnątrzne wymiary okrywy nasiennej) |                           |      |      |      |      |      |
| Długość ( <i>a</i> )                                 | 12,7                      | 10,1 | 13,6 | 11,8 | 11,0 | 13,6 |
| Szerokość ( <i>b</i> )                               | 10,1                      | 9,4  | 9,8  | 10,1 | 8,3  | 11,9 |
| Grubość ( <i>c</i> )                                 | 8,1                       | 7,6  | 8,2  | 8,3  | 7,4  | 9,7  |
| Liścienie lewy i prawy                               |                           |      |      |      |      |      |
| Długość ( <i>a</i> )                                 | 12,1                      | 9,6  | 12,9 | 11,2 | 10,5 | 12,9 |
| Szerokość ( <i>b</i> )                               | 9,6                       | 8,9  | 9,3  | 9,6  | 7,9  | 11,3 |
| Grubość ( <i>c</i> )                                 | 3,9                       | 3,6  | 3,9  | 3,9  | 3,5  | 4,6  |

Źródło: Badania własne

Ze względu na to, że powierzchnia przestrzenna wyznaczona według przedstawionego modelu matematycznego zawsze przechodzi przez punkty określające rzeczywiste podstawowe wymiary nasion bobiku (okrywa nasiennej), a w przypadku liścieni błąd nie jest większy niż 4.9%, można uznać proponowany model matematyczny za zweryfikowany i można

go stosować do opisu kształtu nasion bobiku i jego podstawowych części morfologicznych.

**Tabela 3. Błąd względny porównania wyników pomiaru z wynikami otrzymanymi z modelu matematycznego podstawowych wymiarów nasion bobiku odmiany Nadwiślański i ich okrywy nasiennej i liścieni**

**Table 3. Error relative comparison of measurement results with the results obtained from the mathematical model of the basic dimensions of faba bean seed varieties Nadwiślański and their seed coat and the cotyledons**

| Wymiar   | Oznaczenie nasiona bobiku |       |       |       |       |       |
|--|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|  | %                         | %     | %     | %     | %     | %     |
| Nasiona bobiku (zewnątrzne wymiary okrywy nasiennej) |                           |       |       |       |       |       |
| Długość ( <i>a</i> )                                 | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Szerokość ( <i>b</i> )                               | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Grubość ( <i>c</i> )                                 | 0                         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Liścienie lewe                                       |                           |       |       |       |       |       |
| Długość ( <i>a</i> )                                 | - 3,4                     | - 2,1 | - 4   | - 0,9 | - 1,9 | - 1,6 |
| Szerokość ( <i>b</i> )                               | - 4,3                     | - 2,3 | - 4,5 | - 2,1 | - 3,9 | - 2,7 |
| Grubość ( <i>c</i> )                                 | 0                         | 0     | - 2,6 | 4,9   | 2,8   | - 2,2 |
| Liścienie prawe                                      |                           |       |       |       |       |       |
| Długość ( <i>a</i> )                                 | - 4,3                     | - 3,2 | - 2,4 | 0     | - 1   | - 0,8 |
| Szerokość ( <i>b</i> )                               | - 3,2                     | 1,1   | - 3,3 | - 2,1 | - 2,6 | - 0,9 |
| Grubość ( <i>c</i> )                                 | - 2,7                     | 2,7   | 2,5   | 0     | 0     | 4,2   |

Źródło: Badania własne

## WNIOSKI

1. Proponowanym modelem matematycznym można opisać z wystarczającą dokładnością kształt nasion bobiku składających się z okrywy nasiennej i liścieni.
2. Pomiar trzech podstawowych wymiarów (długość, szerokość, grubość) nasiona bobiku wystarczy do opisu kształtu, proponowanym modelem matematycznym, nasion bobiku składających się z okrywy nasiennej i liścieni.

## LITERATURA

- [1] **FLIS M., ZDUŃCZYK Z., SOBOTKA W. 1996.** *Możliwości zwiększenia przydatności paszowej bobiku i łubinu poprzez obtuskanie nasion.* Post. Nauk Rol., nr 5: 104-114.
- [2] **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.
- [3] **GIELIS J. 2003.** *A generic geometric transformation that unifies a wide range of natural, and abstract shapes.* American Journal of Botany, 90(3), 333-338.

- [4] **GIELIS J., T. GERATS. 2004.** A botanical perspective on modeling plants and plant shapes in computer graphics. International Conference on Computer, Communication and Control Technologies. Austin, Texas.
- [5] **GRZESIUŁ S., KULKA K. 1981.** Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa.
- [6] **JERZAK M. A., D. CZERWIŃSKA-KAYZER, J. FLOREK, M. ŚMIGŁAK-KRAJEWSKA. 2012.** *Determinanty produkcji roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka – w ramach nowego obszaru polityki rolnej w Polsce.* Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G, T. 99, z. 1.
- [7] **KICIAK, P. 2000.** Podstawy modelowania krzywych i powierzchni. Zastosowania w grafice komputerowej. WNT, Warszawa, ISBN 83-204-2464-X.
- [8] **KULIG B., E. PISULEWSKA, A. SAJDAK. 2007.** *Wpływ ilości wysiewu na plonowanie oraz wielkość powierzchni asymilacyjnej wybranych odmian bobiku.* Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 522: 263-270.
- [9] **ŁYSIAK G., J. LASKOWSKI. 2004.** *Investigation of mechanical properties of faba bean for grinding behavior prediction.* Acta Agrophysica, 4(3), 753-762.
- [10] **MAJCHRZYCKI D., PEPLIŃSKI B., BAUM R. 2002.** *Oplacalność uprawy roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka paszowego.* „Roczniki Akademii Rolniczej” t. CCCXLIII, Poznań, 129-136.
- [11] **MIESZKALSKI L. 1993.** Studia nad procesem obłuskiwania nasion bobiku. Acta Academiae Agriculturae Ac Technice Olstenensis, (444), Agricultura Nr 56, Supplementum A. Rozprawa habilitacyjna). Wydawnictwo ART. Olsztyn.
- [12] **MIESZKALSKI L., R. LEWANDOWSKI. 1996.** *Modelowanie bryły nasiona bobiku na potrzeby matematycznego opisu procesu obłuskiwania.* Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych, z 443, 255-263.
- [13] **MIESZKALSKI L. 1999.** Matematyczne modelowanie procesu obłuskiwania nasion. Rozprawy i monografie. Nr 15. Wydawnictwo ART. Olsztyn.
- [14] **MIESZKALSKI L. 2012.** *Metoda matematycznego modelowania kształtu części morfologicznych główki czosnku (Allium sativum L.) za pomocą krzywych przestrzennych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 1, 60-65.
- [15] **PODLEŚNY J. 2005.** *Rośliny strączkowe w Polsce – perspektywy uprawy i wykorzystanie nasion.* „Acta Agrophysica”, 6(1), 213-224.
- [16] **SZOT B. 1987.** Przegląd stosowanych statycznych metod badania właściwości mechanicznych roślin i płodów rolnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 320.

Dr inż. Małgorzata KOWALSKA  
Katedra Chemii  
Dr inż. Magdalena PAŹDZIÓR  
Katedra Wzornictwa, Technologii Obuwia i Odzieży  
Dr hab. inż. Krzysztof ŚMIECHOWSKI, prof. UHT w Radomiu  
Katedra Ochrony Środowiska  
Wydział Materiałoznawstwa Technologii i Wzornictwa  
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

## WYKORZYSTANIE PROGRAMU KOMPUTEROWEGO OPARTEGO NA METODZIE KLEMMANA JAKO NARZĘDZIA POZWALAJĄCEGO UZYSKAĆ STABILNĄ EMULSJĘ SPOŻYWCZĄ®

The use of a computer program based on Kleeman's method as a tool  
to obtain a stable food emulsion®

*W artykule przedstawiono uzyskane wyniki oceny wpływu ilości zagęstnika oraz czasu homogenizacji na stabilność emulsyjnych układów dyspersyjnych. Do wytypowania parametrów stabilnych układów dyspersyjnych posłużono się programem komputerowym Kateskor. Na podstawie założonych wartości parametrów wyjściowych charakteryzujących stabilną emulsję (średnia wielkość cząstek zdyspergowanych, lepkość, liczba faz, współczynnik dyspersyjności oraz rozrzut cząstek) otrzymano kompromisowe optimum parametrów wejściowych: ilość zagęstnika od 0,86 do 1,11 %, czas homogenizacji od 2,64 do 3,9 min.*

*In this study the stability of dispersion systems containing different amount of thickener and different time of homogenization was determined. The optimization program Kateskor was used to estimate the composition of the emulsion with the best stability. In accordance to preset values of output parameters (average particle size of emulsion, viscosity, number of fractions, dispersity index), the compromise optimum of input parameters was obtained: i.e. the amount of thickener in the emulsion (0.86 – 1.11 %) and homogenization time (2.64 – 3.9 min).*

### WPROWADZENIE

Teoria eksperymentu stanowi rozległą i stale rozwijającą dziedzinę wiedzy [10]. Planowanie doświadczeń (ang. design of experiment, w skrócie DOE) jest interdyscyplinarną dziedziną nauki leżącą na pograniczu metrologii, matematyki stosowanej, statystyki i informatyki [9], której w artykułach i opracowaniach dotyczących jakości poświęca się stosunkowo dużo miejsca [2]. Proces tworzenia nowej jakości produktu integruje badania teoretyczne i badania empiryczne. Stosowanie metod współczesnej teorii eksperymentu należy uznać za w pełni uzasadnione oraz pomocne w dążeniu do obniżenia kosztów i czasu trwania badań z zakresu projektowania parametrów wyrobów [10].

Metody planowania dowolnego eksperymentu mają charakter uniwersalny, niezależny od merytorycznego obszaru, w którym jest on realizowany. Możliwe jest to dzięki wprowadzeniu przyczynowo-skutkowego modelu obiektu badań [1]. W ujęciu ogólnym metody planowania eksperymentu można rozważać jako:

a) planowanie jakościowe – wybór konfiguracji wejście – wyjście w celu zapewnienia identyfikacji wszystkich nieznanymi (lub tylko niezbędnymi) parametrów rozważanego systemu;

b) planowanie ilościowe – optymalizacja schematu próbkowania (liczby i lokalizacji próbek lub funkcji zmiennych) w celu zapewnienia możliwości uzyskania maksimum informacji przy jak najmniejszej liczbie badań i w kontekście występujących błędów i niepewności pomiarów [14].

Istotnym etapem badań doświadczalnych (po charakterystyce obiektu i ustaleniu celu badań) jest wyznaczenie zbioru punktów pomiarowych, czyli generacja lub wybór planu eksperymentu. Algorytmy generacji planów ustala teoria eksperymentu na podstawie określonych reguł matematycznych. Prowadząc badania doświadczalne najczęściej wybierany jest jeden plan (z bazy planów eksperymentów) dedykowany określonej celowi badawczemu np. identyfikacji modelu liniowego, optymalizacji modelu liniowo-kwadratowego, badaniu wpływu poszczególnych składników na właściwości mieszaniny chemicznej [14]. W zapisie matematycznym plan eksperymentu stanowi macierz.

Wybór odpowiedniej metody optymalizacji, adekwatnej do rozważanego problemu badawczego prowadzi do znacznej redukcji czasu i zaangażowanych zasobów [11, 12]. Jedną z ważniejszych technik eksperymentalnych z tego obszaru jest zgrupowana pod wspólną nazwą Metoda Powierzchni

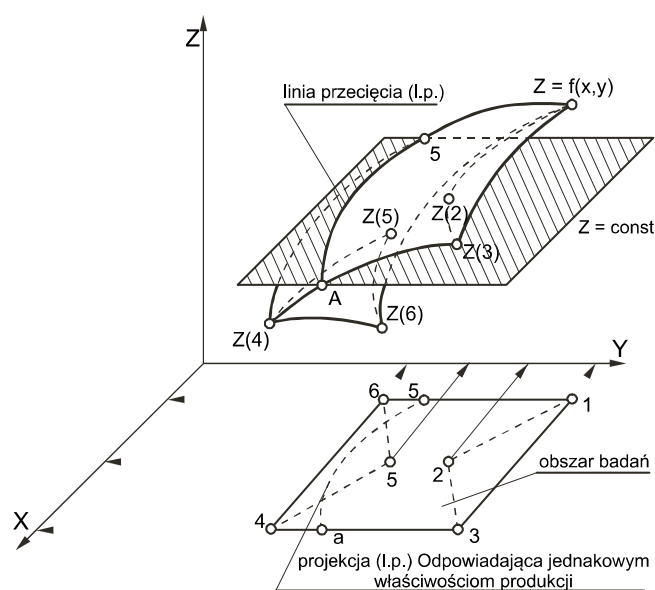
Odpowiedzi (RSM – Response Surface Methodology), pozwalająca na rozwiązywanie problemów optymalizacji poprzez wyznaczenie warunków prowadzenia procesu, przy których jakość produktu będzie uważana za satysfakcjonującą. W literaturze cytowane są przykłady stosowania tej metody planowania doświadczeń w procesie prowadzenia prac rozwojowych lub projektowania i doskonalenia jakości produktów spożywczych.

Współczesny badacz ma do dyspozycji szereg programów analitycznych wspomagających jego działania. Programy te powstają jako samodzielne aplikacje, albo włączane są jako oddzielne moduły znanych programów matematyczno – statystycznych. Popularnym przykładem jest tu moduł Planowanie doświadczeń programu STATISTICA (StatSoft) [2]. W niniejszym opracowaniu, jako przeciwagę dla powszechnie stosowanego oprogramowania, zaprezentowano możliwość aplikacji graficznej metody planowania eksperymentu wg Kleemana oraz zastosowania opracowanego na jej podstawie programu komputerowego.

Można stwierdzić że skład i parametry technologiczne potrzebne do wytworzenia np. stabilnych systemów emulsyjnych mogą być dobierane empirycznie lub poprzez wykorzystanie optymalizacyjnych programów komputerowych [13]. Pierwsza metoda jest czasochłonna i wymaga dużych nakładów pracy, natomiast druga wydaje się być korzystniejsza w wielu aspektach.

**Celem artykułu jest przedstawienie optymalizacji parametrów stabilnej emulsji przy wykorzystaniu programu komputerowego opartego na metodzie Kleemana.**

## CHARAKTERYSTYKA METODY KLEEMANA



**Rys. 1. Schemat planowania eksperymentu według Kleemana [9].**

**Fig. 1. Planning schema of the experiment according to Kleeman's method [9].**

**Źródło:** Opracowanie własne

Metoda opiera się na wyborze obszaru badań w kształcie prostokąta zawierającego punkty, których matematyczną zależność pomiędzy właściwościami i zmiennymi czynnikami obrazuje funkcja  $Z = f(x,y)$  [3]. Wspomniane punkty znajdują się na powierzchni kulistej w przestrzeni trójwymiarowej. Krzywe, które ograniczają odcinki prostokąta przy przecięciu kulistej powierzchni z poziomymi płaszczyznami odpowiadającymi jednakowym wartościom badanych właściwości, rzutowane są na poziomą płaszczyznę współrzędnych. Wykres obrazuje zależność między właściwościami i zmiennymi czynnikami w przestrzeni trójwymiarowej (rys.1).

Metoda Kleemana jest bardzo pomocna w określeniu parametrów produktu gotowego. Pozwala ona, przy wykorzystaniu minimalnej ilości eksperymentów uzyskać graficzne kompromisowe optimum właściwości maksymalnie odpowiadających postawionemu zadaniu.

Kolejność operacji w metodzie Kleemana przedstawia się następująco:

1. Zaproponowanie eksperymentu (np. 6 układów dyspersyjnych),
2. Nadanie wyjściowym parametrom X,Y nazw lub jednostek pomiarowych [X], [Y] np. oś X [czas homogenizacji], Y [ilość emulgatora],
3. Zapisanie w tabeli parametrów wyjściowych dla sześciu doświadczeń,
4. Realizacja eksperymentu wraz z określeniem właściwości (Z).  
Nadanie każdej z nich oznaczenia i jednostki, np. wydajność powierzchni [%],
5. Zapisanie w tabeli danych uzyskanych w wyniku eksperymentu ( $Z_1, Z_2, Z_3, \dots$ ),
6. Wykonanie przekroju poziomego płaszczyzny  $Z_1-Z_6$  przez wyznaczone odcinki osi Z dla każdej właściwości produktu gotowego,
7. Wybranie i zapamiętanie jednej z grupy krzywych właściwości,
8. Przypomnienie i zamieszczenie na płaszczyźnie X – Y wszystkich wybranych krzywych,
9. Określenie obszaru zawierającego kompleks krzywych zadowalających właściwości oraz zanotowanie wyników,
10. Zaprojektowanie na osi X – Y obszaru kompromisowego optimum właściwości i określenie parametrów roboczych  $X_1, Y_1$ , przy których należy prowadzić proces technologiczny celem osiągnięcia żądanych właściwości produktu gotowego [3].

## MATERIAŁ I METODY

Do wytworzenia układów dyspersyjnych wykorzystano olej z orzechów włoskich (Oleofarm s. c.). W roli emulgatora zastosowano lecytynę słonecznikową (RF Solutions) pochodzenia naturalnego o właściwościach powierzchniowo czynnych i poprawiających strukturę emulsji. Jako zagęstnik poprawiający cechy reologiczne emulsji została użyta Karboksymetyloceluloza (Barentz). Ponadto wykorzystano: benzoosan sodu (ORffa Food Eastern Europe), jako środek konserwujący. Wszystkie układy zostały uzupełnione wodą do 100g.



**Skład recepturowy i technologia otrzymywania emulsji**

Receptury emulsji opracowano na podstawie własnej specyfikacji. Sporządzono sześć układów emulsyjnych różniących się zawartością zagęstnika oraz czasem homogenizacji (tab. 1). Emulsje wytwarzano na ciepło podgrzewając obie fazy (olejową i wodną) do temperatury 40°C. Zmieszane fazy homogenizowano za pomocą homogenizatora SILVERSON L4R, przy 16000 rpm. Czas homogenizowania był jednym z czynników zmiennych w przedziale od 1,3 do 6,5 minut.

**Tabela 1. Skład recepturowy i czas homogenizacji emulsji**

**Table 1. The composition of the prescription and homogenization time**

| Składniki/ Ingredients             | Wariant emulsji/<br>Variant of emulsion |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|---|------|------|------|------|------|
|                                    | I                                       | II   | III  | IV   | V    | VI   |
| Emulgator [g]<br>(lecycyna sojowa) | 5,5                                     | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5  |
| Karboksymetyloceluloza [g]         | 0,3                                     | 0,3  | 0,6  | 0,9  | 1,2  | 1,2  |
| Olej z orzechów włoskich [g]       | 30,0                                    | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| Benzoesan sodu [g]                 | 0,25                                    | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Woda [g]                           | Uzupełnienie do 100g                    |      |      |      |      |      |
| Czas homogenizacji [min]           | 1,3                                     | 6,5  | 3,9  | 3,9  | 6,5  | 1,3  |

Źródło: Badania własne

**METODYKA BADAŃ**

Lepkość, średnią wielkość oraz rozkład cząstek emulsji oznaczono po 24 h od ich wytworzenia. Pomiar lepkości porzecznej wykonywano w temp. próbki 20 ± 1 °C, przy użyciu reometru Rheotest–2 Typ RV2 zgodnie z instrukcją urządzenia. Lepkość emulsji obliczono z równania:

$$\eta = Z \cdot \alpha / 10 \text{ Dr}$$

gdzie:  $\eta$  – lepkość [Pa·s],

$\alpha$  – współczynnik kątowy,

Dr – szybkość ścinania [s<sup>-1</sup>],

Z – stała aparatu 2,4428 [Pa].

Wielkość cząstek fazy zdyspergowanej oznaczono metodą dyfrakcji laserowej przy użyciu spektrometru laserowego Microtrac FRA/UPA (Leed’s & Northrup, USA), zgodnie z instrukcją urządzenia. Wielkość cząstek oznaczano trzykrotnie w czasie 30 s. Współczynnik dyspersyjności k obliczono ze wzoru:

$$k = (K_{90\%} - K_{10\%}) / K_{50\%}$$

gdzie:  $K_{90\%}$ ,  $K_{10\%}$ ,  $K_{50\%}$  – średnice cząstek (μm), odczytywane z krzywej skumulowanej rozkładu (odpowiednio 90, 50, 10% cząstek ma średnice nie większe od tych wartości).

**OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW**

Rozmiar kropeł emulsji, rozrzut oraz ilość frakcji określają właściwości układu emulsyjnego. Na podstawie znajomości wymienionych parametrów można określić stopień dyspersji, który również określa stabilność emulsji. Wielkość cząstek fazy zdyspergowanej jest bardzo istotna w emulsjach spożywczych. Poprzez określenie rozmiaru kropeł emulsji w czasie, bądź w zmieniających się warunkach przechowywania można monitorować zmiany termodynamiczne zachodzące w układzie [4]. Wyniki przeprowadzonych badań (tab. 2) wskazują, że po 24h od wytworzenia emulsji najmniejszą średnią wielkością cząstek oraz najmniejszą wartością współczynnika dyspersyjności charakteryzowały się emulsje z dodatkiem emulgatora w ilości 0,9 i 1,2 %, homogenizowane odpowiednio przez 3,9 i 6,5 minut (wariant IV i V). Rozkład cząstek tych emulsji (rys. 2d i e) świadczył o tym, że były to układy jednofrakcyjne. Analizując pozostałe emulsje można stwierdzić że emulsja w wariacie II była układem najbardziej niestabilnym. Świadczą o tym: jej dwufrakcyjny rozkład, najwyższa średnia wielkość cząstek, najwyższy współczynnik dyspersyjności oraz najszerszy rozrzut wielkości cząstek (rys. 2b, tabela 2). Emulsje I, III, VI pozostają na podobnym poziomie, ich parametry charakteryzują się porównywalnymi wartościami (rys 2a, c, e tabela 2).

**Tabela 2. Charakterystyka emulsji po 24h od wytworzenia i po 2 tygodniach przechowywania**

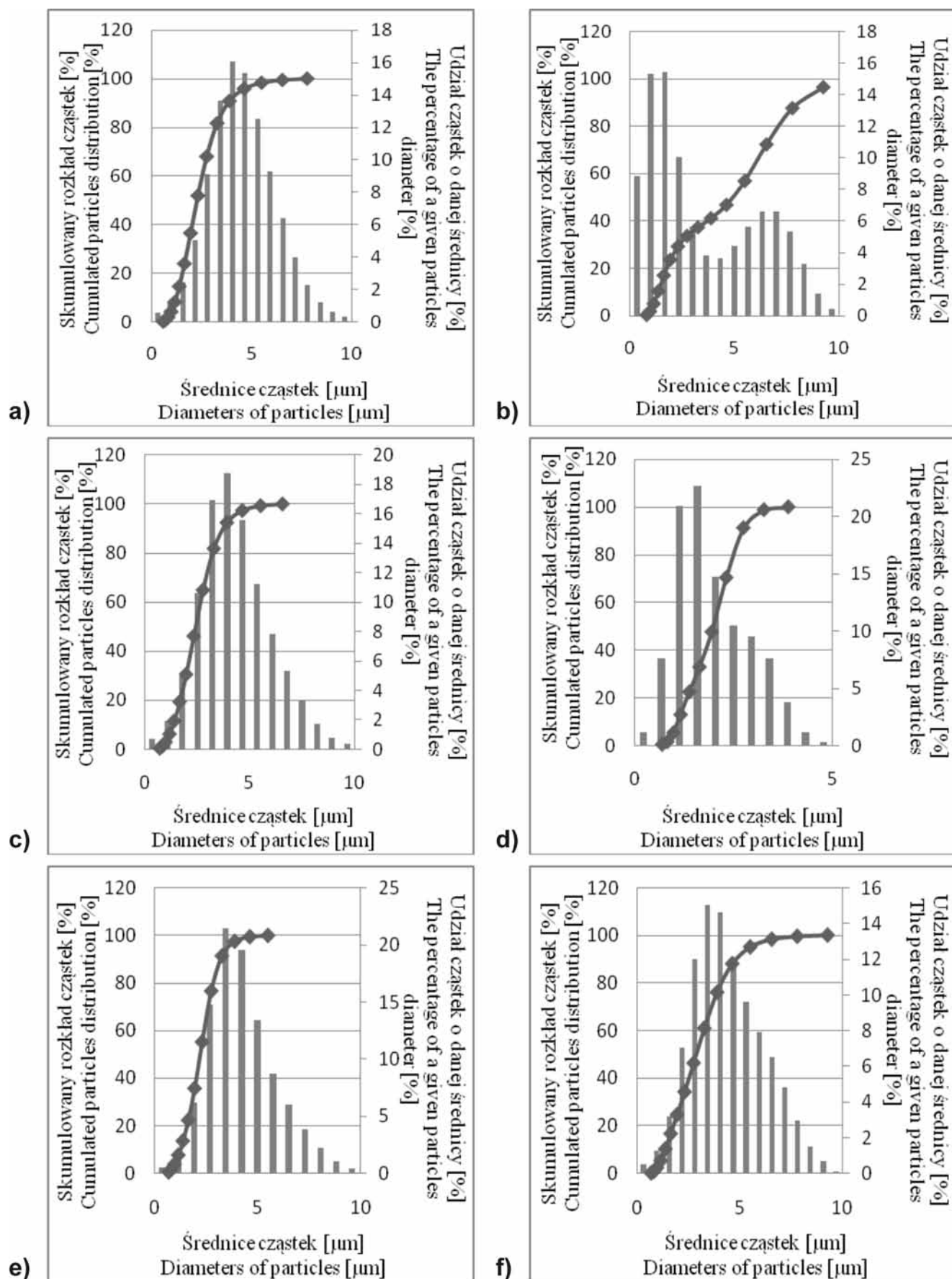
**Table 2. Characteristic of emulsion after 24h and 2 weeks from manufacturing**

| Emulsja | Średnia wielkość (μm) | Ilość frakcji | Współczynnik dyspersyjności | Lepkość (mPa*s) | Zakres cząstek (rozrzut) |
|---------|-----------------------|---------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------|
| I       | 2,4                   | 1             | 1,20                        | 390             | 7,30                     |
| II      | 4,7                   | 2             | 1,4                         | 410             | 12,4                     |
| III     | 2,5                   | 1             | 1,0                         | 600             | 5,96                     |
| IV      | 1,9                   | 1             | 0,8                         | 1040            | 3,31                     |
| V       | 2,2                   | 1             | 0,9                         | 1550            | 4,90                     |
| VI      | 3,0                   | 1             | 1,2                         | 1610            | 8,67                     |

Źródło: Badania własne

**OPTIMALIZACJA PARAMETRÓW EMULSJI**

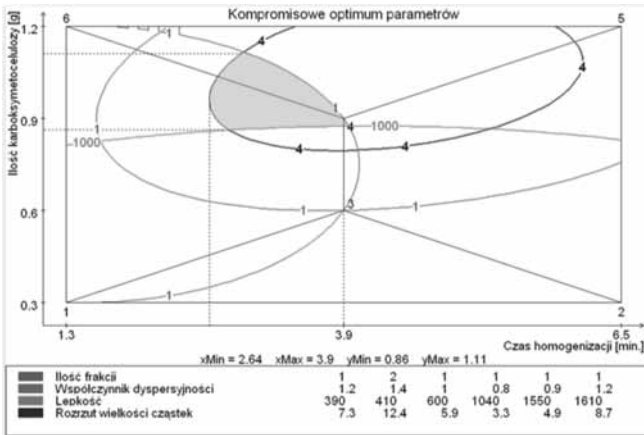
Optymalizacja ilości zagęstnika w emulsji oraz czasu homogenizacji została przeprowadzona za pomocą programu Kateskór. Program opiera się na metodzie Kleemana, pozwalającej na minimalizację ilości przeprowadzanych eksperymentów do 6 różnych próbek. Mirhosseini i wsp. [5] przeprowadzili optymalizację emulsji napojów pozwalającą producentom na ocenę procesu rozwojowego optymalnego produktu o maksymalnej stabilności a zarazem minimalnej zawartości związków lotnych uwalnianych w warunkach przyspieszonego starzenia. Podobne prace były prowadzone przez Myers i Montgomery [8] z zastosowaniem metodologii powierzchni odpowiedzi (RSM). Badali oni kilka zmiennych z minimalnej liczby prób, co pozwoliło na znalezienie zależności między zmiennymi.



Rys. 2. Rozkłady wielkości cząstek w a) emulsji I, b) emulsji II c) emulsji III d) emulsji IV e) emulsji V f) emulsji VI po 24 h od wytworzenia.

Fig. 2. Distribution of particle size in e) variant V f) variant VI after 24h from manufacturing of emulsion.

Źródło: Opracowanie własne



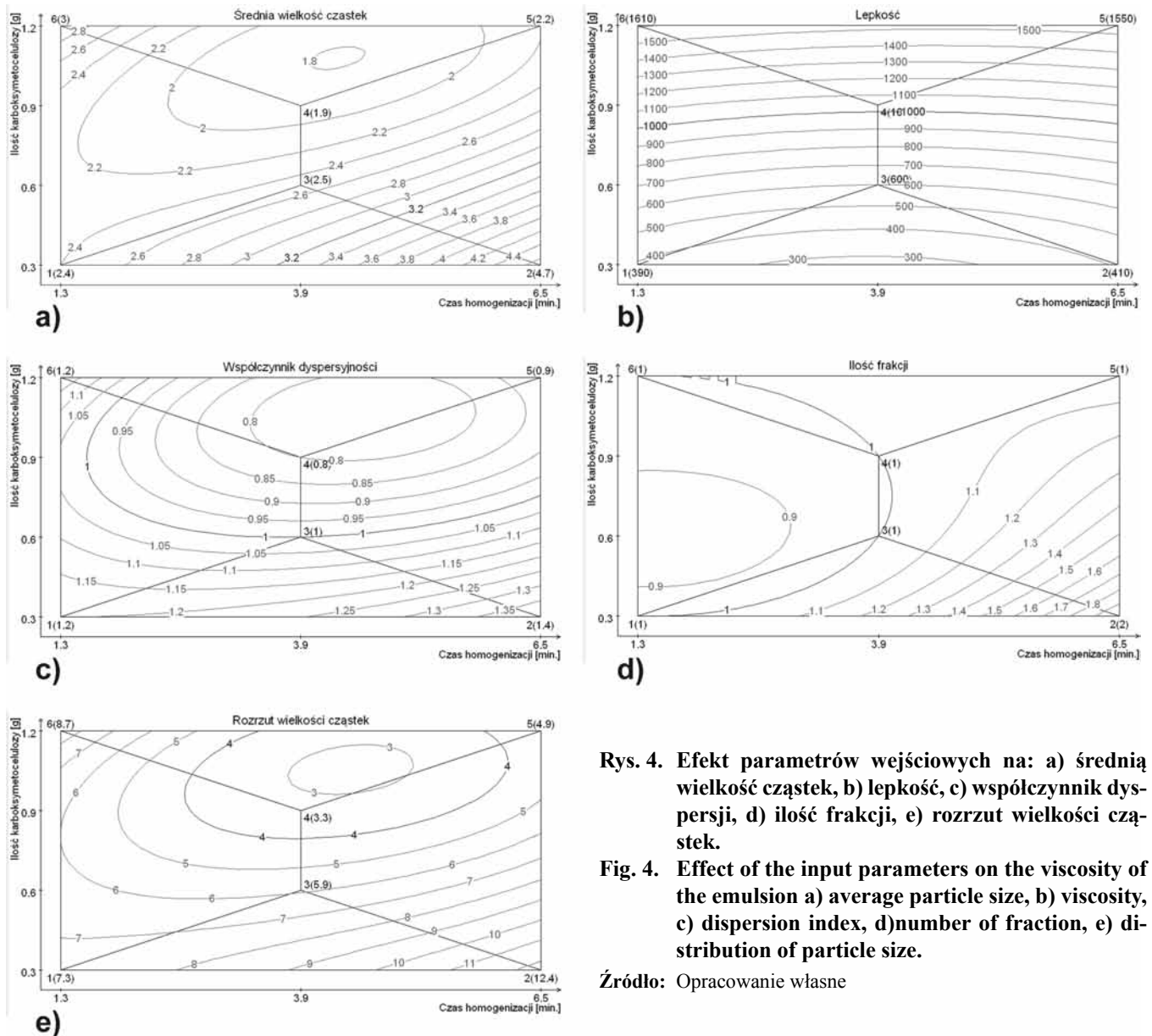
Rys. 3. Kompromisowe optimum parametrów badanych emulsji.

Fig. 3. Compromise optimum of parameters of studied emulsions.

Źródło: Opracowanie własne

Można powiedzieć, że wybór kompromisowego optimum zależy od oczekiwań badaczy, którzy wybierają wartości graniczne zmierzonych parametrów i na tej podstawie program opracowuje zakres zadanych parametrów, dla których emulsja powinna wykazywać charakter stabilny. W prezentowanych badaniach przyjęty model stabilnego układu emulsyjnego charakteryzował się następującymi parametrami: lepkość – 1000 mPa\*s; liczba frakcji – 1; współczynnik dyspersyjności – 1; średnia wielkość cząstek emulsji – 3,2 μm; rozrzut wielkości cząstek 4. Zmierzone oraz obliczone parametry zostały wykorzystane do przeprowadzenia optymalizacji czasu homogenizacji i dodatku zagęstnika, przy których emulsja wykazuje najlepszą stabilność.

Z przeprowadzonej analizy optymalizacji parametrów stabilności emulsji (rys. 3) wynika, że w przypadku wytworzonych emulsji, o zadanych na początku doświadczenia parametrach, optymalna ilość zagęstnika mieści się w przedziale od 0,86 do 1,11 %, a optymalny czas homogenizacji w zakresie od 2,64 do 3,9 min. Można stwierdzić, że jedyną, mieszczącą się we wskazanym przez program zakresie, jest



Rys. 4. Efekt parametrów wejściowych na: a) średnią wielkość cząstek, b) lepkość, c) współczynnik dyspersji, d) ilość frakcji, e) rozrzut wielkości cząstek.

Fig. 4. Effect of the input parameters on the viscosity of the emulsion a) average particle size, b) viscosity, c) dispersion index, d) number of fraction, e) distribution of particle size.

Źródło: Opracowanie własne



emulsja IV (0,9 % zagęstnika czas homogenizowana 3,9 minuty). Mirhosseini i wsp. [6] potwierdzili zasadność przeprowadzania optymalizacji głównych składników emulsji. Praktyczny aspekt stosowania metody RSM, jako efektywnego narzędzia w przypadku dużego wymiaru przestrzeni cech, do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych w badaniach i opracowaniach emulsji, wykazali Raymundo i wsp. [12]. Mohammad i wsp. [7], wskazują również na wymierne zalety metody RMS, uznając ją za mniej kosztowną oraz czasochłonną w porównaniu do metod klasycznych a także zwracają uwagę na szerokie jej wykorzystanie dla potrzeb optymalizacji różnych procesów.

Na rysunku 4 przedstawiono wpływ zmiennych parametrów (parametry wejściowe – ilości zagęstnika, czas homogenizacji) na lepkość, współczynnik dyspersji, średnią wielkość cząstek, rozrzut wielkości cząstek, oraz ilość frakcji. Wraz ze wzrostem zawartości zagęstnika najczęściej następował spadek oznaczanych parametrów, natomiast odwrotną tendencję większości parametrów zaobserwowano dla czasu homogenizacji. Ze wzrostem czasu homogenizacji ich wartość rosła. Analiza średniej wielkości cząstek z wartościami od 1,8 do 4,4  $\mu\text{m}$  pozwoliła na zaobserwowanie optimum dla czasu homogenizacji bliskiego 4 min. i ilości zagęstnika w granicach 1,1 %. Podobne optimum zaobserwowano również dla wartości współczynnika dyspersyjności w zakresie 0,8-1,35 oraz rozrzutu wielkości cząstek z zakresu 3-11. Dokładną interpretację powyższych zależności podaje Tabela 3.

**Tabela 3. Wpływ zawartości zagęstnika oraz czasu homogenizacji na parametry wejściowe**

**Table 3. Effect of thickening agent and the time of input parameters of homogenization**

| Parametry wejściowe         | Zawartość zagęstnika $\uparrow$ | Czas homogenizacji $\uparrow$ |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Lepkość                     | $\uparrow$                      | Brak wpływu                   |
| Współczynnik dyspersyjności | $\downarrow$                    | $\uparrow$                    |
| Średnia wielkość cząstek    | $\downarrow$                    | $\uparrow$                    |
| Rozrzut wielkości cząstek   | $\downarrow$                    | $\uparrow$                    |
| Ilość frakcji               | Brak wpływu                     | $\uparrow$                    |

**Źródło:** Badania własne

## WNIOSKI

- Przeprowadzając analizę wielkości i rozkładu cząstek wszystkich badanych emulsji za optymalne układy uznano warianty IV i V charakteryzujące się dodatkiem zagęstnika na poziomie 0,9% (emulsja IV) i 1,2% (emulsja V) oraz 3,9 i 6,5 minutowym czasem homogenizacji. Układy te wykazywały najmniejszą wielkość cząstki, najniższe współczynniki dyspersyjności oraz największy zakres rozrzutu cząstek. Emulsje miały charakter monodispersyjny.
- Analiza komputerowa wykazała, że wielkość dodatku zagęstnika powinna mieścić się w przedziale od 0,86 do 1,11%, a czas homogenizacji wynosił od 2,64 do 3,9 minuty. Oznacza to, że jedynie emulsja w wariantie IV spełnia wymogi parametrów zadanych przez program Kateskór.

- Otrzymane rezultaty dowodzą przydatności komputerowej optymalizacji do ustalania właściwego składu i doborzenia parametrów technologicznych stabilnych układów emulsyjnych.

## LITERATURA

- BOGACKI M.** *Metody planowania eksperymentów.* [w:] [http://www2.fct.put.poznan.pl/MPE\\_Rozdzial1.pdf](http://www2.fct.put.poznan.pl/MPE_Rozdzial1.pdf).
- BOGUCKI M., STĄCZEK P. 2003.** *Zastosowanie metody największego spadku w optymalizacji procesu wtryskiwania.* *Eksploracja i Niezawodność*, 2, 18-20.
- KLEEMAN W. 1964.** *Plast und Kautschuk*, 11, 723.
- KOWALSKA M. ZBIKOWSKA A. 2013.** *Sposoby określania wielkości cząstek ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania metody rozpraszania światła laserowego w układach emulsyjnych.* *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 23/42, 1, 100-105.
- MIRHOSSEINI, H., TAN, C. P., HAMID, N. S. A., YUSOF, S. (2008).** *Effect of arabic gum, xanthan gum and orange oil on flavor release from diluted orange beverage emulsion.* *Food Chemistry*, 107, 1161-1172.
- MIRHOSSEINI, H., TAN, C. P., TAHERIAN, A. R., BOO, H. C. 2009.** *Modeling the physicochemical properties of orange beverage emulsion as function of main emulsion components using response surface methodology.* *Carbohydrate Polymers*, 75, 512-520.
- MOHAMMAD S., GHARIBZAHEDI T., MOUSAVI S.M., HAMED M., KHODAIYAN F. 2013.** *Application of response surface modeling to optimize critical structural components of walnut-beverage emulsion with respect to analysis of the physicochemical aspects.* *Food Bioprocess Technol.*, 6 (2), 456-469.
- MYERS, R.H., MONTGOMERY, D.C., ANDERSON-COOK, C.M. 2009.** *Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments.* Third Edition, Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- PIETRASZEK J.** *Planowanie doświadczeń – możliwość czy konieczność.* [w:] <http://www.statsoft.pl/czytelnia/jakosc/doe.pdf>.
- POLAŃSKI Z.** *Planowanie doświadczeń w kreowaniu jakości.* [w:] [http://www.statsoft.pl/czytelnia/jakosc/Planowanie\\_doswiadczen\\_Polanski.pdf](http://www.statsoft.pl/czytelnia/jakosc/Planowanie_doswiadczen_Polanski.pdf).
- POLAŃSKI Z. 1984.** *Planowanie doświadczeń w technice.* Warszawa, PWN.
- RAYMUNDO A., FRANCO J.M., EMPIS J., SOUSA I. 2002.** *Optimization of the composition of low-fat oil-in-water emulsions stabilized by white lupin protein.* *JAACS*, 79 (8), 783-790.
- ROLAND I., PIEL G., DELATTRE L., EVRARD B. 2003.** *Systematic characterization of oil-in-water emulsions for formulation design.* *International Journal of Pharmaceutics*, 263, 1-2, 85-94.
- [http://www.eti.pg.gda.pl/katedry/kmoe/dydaktyka/Metrologia/planowanie\\_eksperymentu.pdf](http://www.eti.pg.gda.pl/katedry/kmoe/dydaktyka/Metrologia/planowanie_eksperymentu.pdf).



Dr inż. Aneta CHOIŃSKA  
Dr hab. inż. Krzysztof GÓRNICKI  
Dr inż. Radosław WINICZENKO  
Prof. dr hab. inż. Agnieszka KALETA  
Katedra Podstaw Inżynierii, Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## WPŁYW WARUNKÓW REHYDRACJI NA ZMIANĘ OBJĘTOŚCI CZĄSTEK KRAJANKI SUSZU Z JABŁEK®

The influence of rehydration conditions on the volume change of dried apple cossettes®

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego N N313 780940 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki*

**Słowa kluczowe:** susze jabłkowe, medium rehydracyjne, temperatura rehydracji.

*Celem przeprowadzonej pracy badawczej była analiza wpływu parametrów rehydracji (temperatury i rodzaju medium) na wzrost objętości suszonych jabłek odmiany Ligol. Jabłka (plastry o grubości 3 i 10 mm, kostki o boku 10 mm) suszono następującymi metodami: konwekcja naturalna (temperatura suszenia 60°C), konwekcja wymuszona (suszaraka tunelowa, parametry powietrza suszącego: 50, 60, 70°C, 0,5, 2 m/s), suszenie fluidalne (60°C). Susz rehydratowano w wodzie destylowanej (w temperaturach 20, 45, 70 i 95°C), soku jabłkowym (20°C), 0,5% roztworze kwasu cytrynowego (20°C) i 16,5% roztworze sacharozy (20°C). Badania wykazały wpływ rodzaju medium i temperatury na przebieg procesu rehydracji.*

**Key words:** dried apples, immersion medium, rehydration temperature.

*The objective of the research work was to investigate the influence of rehydration parameters (temperature, immersion medium) on the volume increase of dried apples (var. Ligol). Apples (slices of 3 mm and 10 mm in thickness, cubes of 10 mm in thickness) were dried in the: drying chamber (natural convection at 60°C), convective dryer (at 50, 60, and 70°C and 0.5 and 2 m/s) and fluidized bed dryer (at 60°C). The dried apples samples were rehydrated by immersion in: distilled water (at 20, 45, 70, and 95), apple juice at 20°C, 0.5% citric acid solution at 20°C, 16.5% sucrose solution at 20°C. The results have shown that the immersion medium and temperature influence on the rehydration behaviour of dried apples.*

### WSTĘP

Obecnie na rynku można spotkać różnorodne suszone produkty lub produkty zawierające suszone warzywa bądź owoce w postaci mieszanek np. z płatkami (musli), kaszek, deserów, jogurtów, ciast. Dodatek suszonych owoców jest cenny ze względu na wartość odżywczą oraz sensoryczną produktów. Suszone jabłka są szczególnie ważnym składnikiem, gdyż w porównaniu do innych suszonych owoców zawierają mało kalorii [9]. Proces suszenia powoduje usunięcie wody z materiału (zmniejszenie masy i objętości produktu), spowolnienie reakcji enzymatycznych, hamowanie rozwoju drobnoustrojów, jednak wpływa on niekorzystnie na właściwości suszonego materiału: pogorszenie smaku, aromatu, barwy tekstury, właściwości odżywczych [5,16]. Wiele suszonych produktów spożywa się lub poddaje dalszej obróbce przemysłowej po wcześniejszym uwodnieniu. Najlepiej, aby produkty po rehydracji miały odpowiednią strukturę, a proces przebiegał szybko. Przebieg rehydracji zależy od składu chemicznego materiału, strukturalnych i chemicznych zmian zachodzących w nim podczas suszenia oraz warunków procesu uwadniania [8,17]. Podczas rehydracji

następuje zwiększenie masy i objętości suszu, a jednocześnie obniża się zawartość rozpuszczalnych składników suchej substancji [10].

W literaturze badania dotyczące zmiany objętości suszonych produktów spożywczych podczas ich rehydracji są stosunkowo rzadko opisywane. Bilbo-Sáinz i in. [2] suszyli jabłka odmiany Granny Smith metodą konwekcyjno-mikrofalową, a następnie rehydratowali je przez 7 godzin w wodzie destylowanej o temperaturze 70°C. Górnicki i in. [7] badali zmiany objętości suszonych konwekcyjnie plasterków korzenia pietruszki podczas ich rehydracji przez 6 h w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C. Maskan [12] badał przyrost objętości ziarn pszenicy podczas ich rehydracji w wodzie destylowanej o temperaturze 20, 30, 50 i 70°C. Saguy i in. [14] rehydratowali w 22°C liofilizowane cząstki marchwi w następujących mediach: roztwory sacharozy, roztwór skrobi pęczniejącej, roztwór gumy guarowej, absolutny (bezwodny) etanol. Sokhansanj i Lang [15] badali pęcznienie wysuszonych ziaren pszenicy i kukurydzy podczas ich nawilżania w powietrzu o temperaturze 40°C i wilgotności względnej 90%. Witrowa-Rajchert [17,18] analizowała zmiany

objętości suszonych konwekcyjnie jabłek odmiany Idared, pietruszki, marchwi, ziemniaków i dyni podczas ich rehydratacji w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C. Yadaw i Jindal [19] natomiast badali zmiany objętości ziaren ryżu podczas ich rehydratacji w wodzie destylowanej o temperaturze 25°C.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu warunków rehydratacji na zmianę objętości suszonych jabłek.**

## MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Do badań wykorzystano jabłka odmiany Ligol. Odmiana ta jest bardzo popularna w Polsce i obserwuje się dla niej ciągły wzrost liczby drzew owocujących (z 937 w 2000 r. do 5 494 tys. szt. w 2009 r.) oraz wielkości zbiorów w ogólnej strukturze (z 1,5 w 2000 r. do 5,4% w 2010 r.). Podyktowane jest to m.in. zmieniającymi się preferencjami konsumentów w Polsce, którzy zazwyczaj nabywają jabłka duże, wybarwione, częściej czerwone, niekoniecznie słodkie [3,13].

Surowiec myto i krojono w plastry i kostki. Plastry miały grubość 3 i 10 mm, a kostka 10 mm. Surowiec suszono następującymi metodami:

- konwekcja naturalna, temperatura powietrza suszącego w suszarce (KCW-100, PREMEDI, Marki) wynosiła 60°C,
- konwekcja wymuszona, temperatura powietrza suszącego w suszarce tunelowej wynosiła 50, 60 i 70°C, prędkość powietrza suszącego przyjmowała wartości 0,5 i 2 m×s<sup>-1</sup>,
- suszenie fluidalne, temperatura powietrza suszącego wynosiła 60°C.

Suszenie trwało do ustalenia się stałej wartości masy suszu. Susz otrzymany w danych warunkach z trzech niezależnych doświadczeń mieszano i przetrzymywano w szczelnie zamkniętym pojemniku przez kilka dni w temperaturze 20°C, po czym pobierano próbki do dalszych badań.

Proces rehydratacji przeprowadzono w następujących mediach:

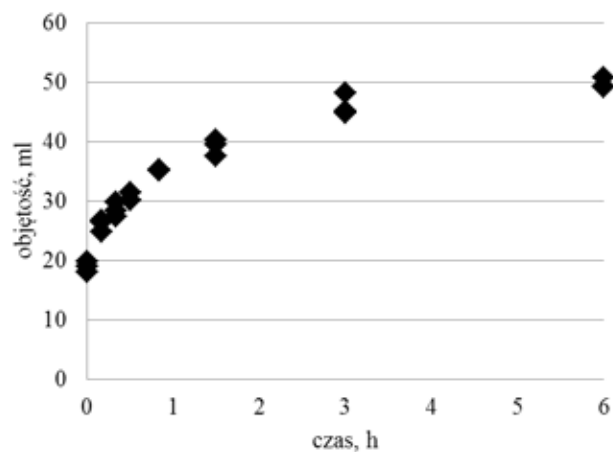
- woda destylowana (w temperaturach 20, 45, 70 i 95°C),
- sok jabłkowy (w temperaturze 20°C),
- 0,5% roztwór kwasu cytrynowego (w temperaturze 20°C),
- 16,5% roztwór sacharozy (w temperaturze 20°C).

Rehydratacja trwała od 6h (dla temperatury medium wynoszącej 20°C) do 2h (dla temperatury medium wynoszącej 95°C).

Oznaczenie objętości wykonano metodą wyporu w eterze naftowym. Pomiar przeprowadzono dla suszu oraz w czasie procesu rehydratacji. Podczas rehydratacji dokonywano przynajmniej 7 pomiarów objętości. Każda próbka poddana rehydratacji posłużyła do pojedynczego pomiaru objętości. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Maksymalny błąd względny wyznaczania objętości wynosił 5%.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

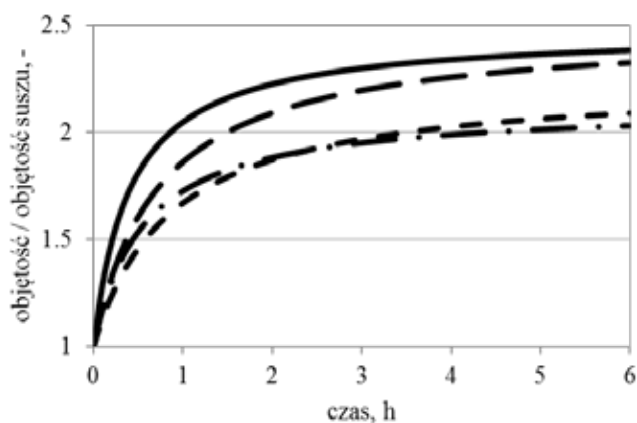
Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy wykres przyrostu objętości materiału suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, suszone w konwekcji naturalnej w temperaturze 60°C) podczas rehydratacji w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C. Na rysunku tym przedstawiono punkty pomiarowe.



**Rys. 1.** Przyrost objętości materiału suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, suszone w konwekcji naturalnej w temperaturze 60°C) podczas rehydratacji w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C.

**Fig. 1.** Increase in dry material volume (10 mm apple cubes dried at natural convection at 60°C) immersed in distilled water at 20°C.

**Źródło:** Badania własne



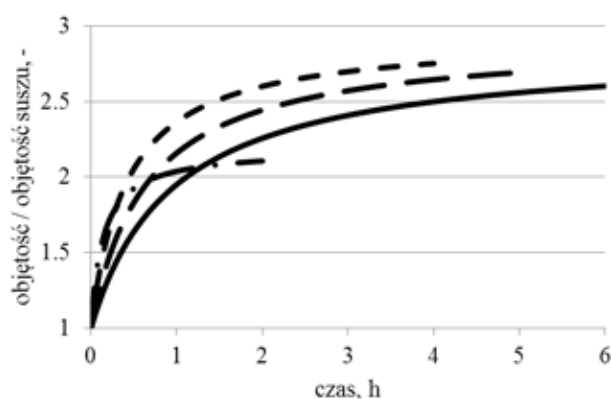
**Rys. 2.** Przyrost objętości materiału suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, suszone w suszarce tunelowej, temperatura powietrza suszącego 60°C, prędkość powietrza suszącego 0,5 m/s) podczas rehydratacji w różnych mediach o temperaturze 20°C: (—) woda destylowana, (— —) 0,5% roztwór kwasu cytrynowego, (- - -) sok jabłkowy, (- · -) 16,5% roztwór sacharozy.

**Fig. 2.** Increase in dry material volume (10 mm apple cubes dried in convective dryer at 60°C and 0.5 m/s) immersed in different media at 20°C: (—) distilled water, (— —) 0,5% citric acid solution, (- - -) apple juice, (- · -) 16,5% sucrose solution.

**Źródło:** Badania własne

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono funkcje aproksymujące wyniki trzech powtórzeń pomiarów zmian objętości w czasie omawianego procesu.

Na rysunku 2 przedstawiono wpływ rodzaju medium rehydratującego na przyrost objętości suszonych jabłek podczas rehydratacji. Można zauważyć, że dla wszystkich badanych rodzajów medium przyrost ten jest największy na początku rehydratacji, a po około 2 godzinach proces zaczyna przebiegać znacznie wolniej. Jego przebieg zależy od rodzaju medium, w jakim odbywa się proces. Największy przyrost objętości zaobserwowano dla wody destylowanej i 0,5% roztworu kwasu cytrynowego, najmniejszy natomiast dla soku jabłkowego i 16,5% roztworu sacharozy.



**Rys. 3.** Przyrost objętości materialu suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, konwekcja naturalna, temperatura powietrza suszącego 60°C) podczas rehydratacji w wodzie destylowanej o różnych temperaturach: (—) 20°C, (— —) 45°C, (- - -) 70°C, (— . —) 95°C.

**Fig. 3.** Increase in dry material volume (10 mm apple cubes dried at natural convection at 60°C) immersed in distilled water at different temperatures: (—) 20°C, (— —) 45°C, (- - -) 70°C, (— . —) 95°C.

Źródło: Badania własne

Rysunek 3 ukazuje wpływ temperatury rehydratacji na zmiany objętości uwadnianego suszu. Analizując przebieg procesu widać, że w początkowej jego fazie przyrost objętości, zwłaszcza podczas rehydratacji w wyższej temperaturze, jest szybki, natomiast w niższej temperaturze uwadnianie przebiega bardziej równomiernie i wolniej. Im wyższa temperatura rehydratacji, tym przyrost objętości próbki przebiega szybciej. Rehydratacja suszu w wodzie o temperaturze wyższej niż temperatura suszu powoduje jego nagrzewanie. Wraz ze wzrostem temperatury rehydratowanej cząstki wzrasta intensywność dyfuzji, zmniejsza się również opór warstwy granicznej. Proces rehydratacji, w więc również wzrost objętości następuje szybciej. W przedziale temperatur 20-70°C końcowa objętość rehydratowanej próbki rośnie wraz ze wzrostem temperatury. W temperaturze 95°C proces uwadniania przebiega inaczej. Przez pierwsze 20 minut jego szybkość jest największa. Po dwóch godzinach proces praktycznie ustaje i końcowa objętość próbki ma wartość niższą od końcowej objętości próbki rehydratowanej w temperaturze 20°C. Taki przebieg procesu (w temperaturze 95°) może

być tłumaczony spadkiem przepuszczalności tkanki owocu/warzywa spowodowanym oddziaływaniem płynu o wysokiej temperaturze. Podobny przebieg procesu rehydratacji w wysokich temperaturach zauważono dla fasoli [1], grzybów [6], liści kolokazji [11] i ziemniaków [4].

## WNIOSKI

Przyrost objętości suszonych jabłek podczas rehydratacji zależy od rodzaju medium, w jakim odbywa się ten proces. Największy przyrost objętości zaobserwowano dla wody destylowanej i 0,5% roztworu kwasu cytrynowego, najmniejszy zaś dla soku jabłkowego i 16,5% roztworu sacharozy.

Przyrost objętości suszonych jabłek podczas rehydratacji zależy od temperatury rehydratacji. Im wyższa temperatura, tym ten przyrost przebiega szybciej i wyższa jest końcowa objętość uwadnianej próbki. Jedynie w temperaturze 95°C końcowa objętość rehydratowanej próbki ma wartość niższą od końcowej objętości próbki rehydratowanej w temperaturze 20°C.

Dalsze prace powinny być prowadzone w kierunku badania wpływu innych rodzajów mediów na wzrost objętości suszonych jabłek podczas ich rehydratacji.

## LITERATURA

- [1] ABU-GHANNAM N., MC KENNA B. 1997. *Hydration kinetics of red kidney beans (Phaseolus vulgaris L.)*. Journal of Food Science, 62, 520-523.
- [2] BILBAO-SÁINZ, C., ANDRÉS, A., FITO, P. 2005. *Hydration kinetics of dried apple as affected by drying conditions*. Journal of Food Engineering, 68, 369-376.
- [3] BOROWSKA A. 2013. *Zmiana na rynku jabłek w Polsce z uwzględnieniem jabłek regionalnych*. Roczniki Ekonomiki i Rozwoju Obszarów Wiejskich, 100(1), 152-167.
- [4] CUNNINGHAM S.E., MCMINN W.A.M., MAGEE T.R.A., RICHARDSON P.S. 2008. *Effect of processing conditions on the water absorption and texture kinetics of potato*. Journal of Food Engineering, 84, 214-223.
- [5] FIJAŁKOWSKA, A., NOWACKA M., WITROWA-RAJCHERT, D. 2013. *Wpływ oddziaływania ultradźwięków na barwę suszonej konwekcyjnie tkanki jabłka*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 40-44.
- [6] GARCIA-PASCUAL P., SANJUAN N., BON J., CARRERES J., MULET A. 2005. *Rehydration process of Boletus edulis mushroom: characteristics and modelling*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 1397-1404.
- [7] GÓRNICKI K., KALETA A., WIERZBICKA A., PACAK-ŻUK S. 2009. *Badanie przebiegu zmian objętości plasterków korzenia pietruszki podczas suszenia i nawilżania*. Acta Agrophysica, 13(1), 103-112.
- [8] GÓRNICKI K., KALETA A., ZDROIK K., GULSKI M. 2013. *Matematyczny opis zmian masy w procesie rehydratacji suszonych plasterków korzenia pie-*

- truszki. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2, 48-51.
- [9] **KOWALSKA H., MARZEC A., OMEN K. 2012.** *Wpływ wstępnego odwadniania osmotycznego na wybrane właściwości rehydracyjne suszonych jabłek.* *Acta Agrophysica*, 19(1), 65-76.
- [10] **LEWICKI P.P. 1998.** *Some remarks on rehydration of dried foods.* *Journal of Food Engineering*, 36, 81-87.
- [11] **MAHARAJ V., SONKAT C.K. 2000.** *The rehydration characteristics and quality of dehydrated dasheen leaves.* *Canadian Agricultural Engineering*, 42(2), 81-85.
- [12] **MASKAN M. 2001.** *Effect of maturation and processing on water uptake characteristics of wheat.* *Journal of Food Engineering*, 47, 51-57.
- [13] **RADZIEWICZ J. 2008.** *Polskie odmiany jabłoni.* *Rolniczy Magazyn Elektroniczny CBR* 28, listopad.
- [14] **SAGUY I.S., MARABIA., WALLACH R. 2005.** *Liquid imbibition during rehydration of dry porous foods.* *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 37-43.
- [15] **SOKHANSANJ S., LANG W. 1996.** *Prediction of kernel and bulk volume of wheat and conola during adsorption and desorption.* *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63, 129-136.
- [16] **VELIĆ, D., PLANINIĆ, M., TOMAS, S., BILIĆ, S. 2004.** *Influence of airflow velocity on kinetics of convection apple drying.* *Journal of Food Engineering*, 64(1), 97-102.
- [17] **WITROWA-RAJCHERT, D. 2003.** *Badanie zmian objętości suszonej tkanki roślinnej podczas rehydracji.* *Acta Agrophysica*, 2(4), 867-878.
- [18] **WITROWA-RAJCHERT, D. 2003.** *Matematyczne modelowanie procesu rehydracji suszonej tkanki jabłka.* *Acta Agrophysica*, 82, 193-204.
- [19] **YADOV B.K., JINDAL V.K. 2007.** *Modeling changes in milled rice (*Oryza sativa L.*) kernel dimensions during soaking by image analysis.* *Journal of Food Engineering*, 80, 359-369.



Dr inż. Mariusz S. KUBIAK,  
Dr inż. Joanna PIEPIÓRKA-STEPUK  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

## HIGIENIZACJA KOMÓR WĘDZARNICZO-PARZELNICZYCH – PROBLEMY I ROZWIĄZANIA®

Hygienization of the smoke dry chambers – problems and solutions®

*Artykuł napisany w ramach pracy naukowej finansowanej przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju na lata 2010-2013, jako projekt rozwojowy nr NR12 0125 10*

**Słowa kluczowe:** komory wędzarnicze, zanieczyszczenia, higiena, mycie i dezynfekcja.

*Komory wędzarnicze, to urządzenia, w których podczas procesu wędzenia powstają trudne do usunięcia zanieczyszczenia w postaci smółki i sadzy. W artykule zwrócono uwagę na zagrożenia związane z występowaniem tych zanieczyszczeń oraz trudności związane z ich usuwaniem podczas procesu mycia. Zaprezentowano nowoczesne rozwiązania i aplikacje technik mycia przeznaczonych do higienizacji komór wędzarniczych oraz realizowane w nich programy mycia.*

**Key words:** smoke-dry chambers, contaminants, hygiene, cleaning and disinfection.

*The article presents smoking chambers are shown as a tools in which during its work difficult to clean substances are build up. Those are meconium and smoke black. At the risks associated with their occurrence and the difficulties associated with their removal during the cleaning process attention has been paid. Modern solutions and applications of cleaning techniques intended to hygienisation of the smoking chambers are presented as well as realized cleaning programs.*

### WSTĘP

Specyfika produkcji zakładów mięsnych i masarni sprzyja gromadzeniu się dużych ilości osadów heterogenicznych, z przewagą związków organicznych, tłuszczów i białek. Zanieczyszczenia tego rodzaju są często przyczyną wtórnych zakażeń wytwarzanych produktów, ponieważ stwarzają optymalne warunki do rozwoju drobnoustrojów. Konieczne jest zatem utrzymywanie odpowiedniego stanu higieny urządzeń produkcyjnych, pomieszczeń oraz personelu. Umożliwia to wyprodukowanie bezpiecznej żywności, jak również zmniejszenie strat ekonomicznych. Podstawę podejmowanych w tym zakresie działań stanowią procesy mycia i dezynfekcji zapewniające uzyskanie czystości fizycznej, chemicznej, ale przede wszystkim mikrobiologicznej. Oznacza to, że powierzchnie produkcyjne są wolne od osadów fizycznych widocznych gołym okiem, brak jest na nich pozostałości środków chemicznych użytych do mycia i dezynfekcji a mikroorganizmy powodujące psucie się żywności oraz wywołujące u człowieka choroby, są nieobecne. W szerokim zakresie higiena produkcji określana jest programami wstępnymi (GMP, GHP), obejmującymi nie tylko procesy mycia, ale również lokalizację, otoczenie i infrastrukturę zakładu, obiekty zakładu, media produkcyjne oraz maszyny i urządzenia.

Technika mycia i dezynfekcji zależna jest od wielkości i charakterystycznych cech obiektu oraz od rodzaju usuwanego osadu. Temat ten został szerzej omówiony na przykładach branży mięsnej [10] oraz branży mleczarskiej [11].

Typowymi technikami mycia wykorzystywanymi w przetwórstwie mięsnym są:

- technika mycia pianowego, stanowiąca podstawę utrzymania higieny dużych i otwartych powierzchni [2],
- mycie w obiegu zamkniętym, realizowane w myjkach tunelowych, komorowych, oraz w niewielkim zakresie przez stacje mycia CIP [10, 11].

Obecnie stosowane rozwiązania techniczne oraz postęp technologiczny sprzyjają pełnemu zautomatyzowaniu układów myjących [9]. Do najnowszych rozwiązań należy automatyzacja procesu mycia komór wędzarniczych metodą pianową.

Proces wędzenia, jest jedną z najstarszych metod utrwalania żywności m.in. ryb, mięsa czy serów. Nadaje on produktom charakterystyczny i niepowtarzalny smak, zapach i aromat [3, 6]. Duże zainteresowanie konsumentów wyrobami wędzonymi wpływa na wzrost zapotrzebowania rynku na te produkty, jak również, na szybki rozwój technologii wędzenia (opracowania nowych, innowacyjnych, wysokosprawnych i wysokowydajnych technik produkcyjnych) [7, 13, 14].

W procesie wędzenia mięso ma długotrwały kontakt z dymem, powstającym podczas pirolizy drewna. Dym ten zawiera wiele niebezpiecznych dla zdrowia związków chemicznych, m.in. związki WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne) oraz substancje smoliste (sadza, smółka i wytopiony z surowca tłuszcz) [8, 12]. Powstaje również tlenek węgla, który wraz zanieczyszczeniami stałymi osadzającymi się wewnątrz komory tworzy mieszaninę wybuchową, mogącą prowadzić do samozapłonu lub eksplozji. Związki te mają niekorzystny wpływ nie tylko na zdrowie człowieka, ale również eksploatację urządzeń. Osadzając się na elementach

konstrukcyjnych komory wędzarniczej, powodują m.in. jej niszczenie. Zasadne jest zatem poszukiwanie rozwiązań, które zapewnią skuteczne usuwanie zanieczyszczeń poprodukcyjnych, wpływając tym samym na produkcję zdrowej żywności i bezpieczne użytkowanie urządzeń produkcyjnych.

Po wejściu Polski do Unii Europejskiej zakłady przetwórstwa spożywczego mają obowiązek prowadzenia produkcji zgodnie z 7 zasadami systemu HACCP. Gwarantuje to wyprodukowanie bezpiecznej żywności. W tym systemie proces wędzenia, jako etap utrwalania żywności, to Krytyczny Punkt Kontroli, wymagający stałego monitorowania w celu zapobieżenia, wyeliminowania i zminimalizowania zanieczyszczeń. Świadomość konsumentów na temat bezpieczeństwa i zdrowotności żywności, spowodowała, że zaczęto wymagać standaryzowania wytwarzanych wyrobów i wprowadzono ograniczenia, co do występowania w nich szkodliwych dla zdrowia substancji, w tym również związków WWA [1, 4]. Istotne stały się zabiegi higienizacji urządzeń, zmniejszające niebezpieczeństwo zanieczyszczenia w toku produkcji, a w przypadku komór wędzarniczych, również zminimalizowanie zagrożenia związanego z możliwością wybuchu lub samozapłonu mieszaniny gazów oraz zanieczyszczeń stałych tworzących się podczas procesu wędzenia. Rozwój techniki i wzrastająca świadomość zagrożeń w zakresie bezpieczeństwa żywności, stanowią podstawę postępu w całej technice i technologii wędzenia, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów higienicznych. Zaowocowało to rozwojem nowych rozwiązań w konstrukcji komór w aspekcie procesów mycia i utrzymania ich w czystości. W komory wędzarnicze zaczęto wbudowywać wewnętrzne stacje myjące, traktując proces mycia, jako kolejny, obowiązkowy etap po procesie wędzenia. Najnowsze systemy sterowania, opracowywane dla komór wędzarniczych, umożliwiają nie tylko precyzyjną kontrolę wszystkich etapów wędzenia, ale również ich higienizację na wysokim poziomie [13].

**Celem artykułu jest przybliżenie problemów związanych z higienizacją komór wędzarniczo – parzelniczych oraz wskazanie rozwiązań, jakie stosowane są przez większość zakładów mięsnych w trakcie przeprowadzania mycia i dezynfekcji po procesie obróbki wędzarniczej.**

## MYCIE KOMÓR WĘDZARNICZYCH

Do niedawna, smólkę i inne osady powędzarnicze z wnętrza komór usuwano ręcznie, poprzez ich zeszkrobwanie. Był to proces mało efektywny, czasochłonny i wymagał dużych nakładów pracy, a ciągłe użytkowanie komór nie dawało szans na całkowite wyczyszczenie [5, 9]. Obecnie, proces mycia powierzchni ścian komór wędzarniczych prowadzony jest każdorazowo, po zakończonym wędzeniu, metodą mycia pianowego. Mycie ręczne jest tylko wspomaganie metody pionowej. Higienizacja komór wędzarniczych obejmuje również mycie przewodów doprowadzających mieszaninę dymu oraz dysz zasilających. Program ich mycia prowadzony jest nie rzadziej niż po pięciu zakończonych cyklach wędzenia. Zapobiega to nadmiernemu gromadzeniu się w przewodach zanieczyszczeń smolistych, będących częstą przyczyną pożaru, jak również nadmuchiowaniu cząstek stałych na wsad surowcowy.

Rolę aktywnego środka myjącego pełni nałożona piana, w postaci pęcherzyków powietrza rozproszonych w roztworze preparatu chemicznego. Powinna ona posiadać określone właściwości m.in. być gęsta, dobrze przylegająca do mytej powierzchni i nie spływać z niej przed czasem określonym przez producenta środków chemicznych. W 90% pianę tworzy powietrze, pozostałą część stanowi woda, a użyty preparat chemiczny to zaledwie 0,2 – 0,3% [2, 9]. W momencie pęknięcia pęcherzyków stopniowo uwalniają się nowe porcje roztworu myjącego, powodujące odrywanie zanieczyszczeń od powierzchni oraz ich usunięcie podczas spłukiwania.

Tłuszcze i białka pochodzące z surowców, to podstawowe składniki osadów powędzarniczych. Podczas obróbki termicznej w procesie wędzenia ulegają one krystalizacji, polimeryzacji i denaturacji, stając się trudnymi do usunięcia. Najbardziej skutecznymi substancjami aktywnymi przeznaczonymi do usuwania tego typu zanieczyszczeń są alkaliczne substancje myjące. Najczęściej stanowią one kompozycję wodorotlenków: potasowego i wapniowego. Środki te wzbogacone są w związki powierzchniowo-czynne, substancje zmiękczające, kompleksujące i konserwujące czyszczone powierzchnie [2]. Skutecznie usuwają one smólkę wędzarniczą, tłuszcze, białka oraz uporczywe naloty dymu, smoły i głęboko osadzonych zanieczyszczeń na powierzchniach ścian komory. Zapewniają dobrą penetrację i zmiękczenie osadów a obecność frakcji alkalicznych optymalizuje funkcjonowanie detergentów oraz proces zmydlania tłuszczów. Efektywność mycia intensyfikowana jest temperaturą, w jakiej odbywa się proces. Do płukania wstępnego i spłukiwania piany stosuje się ogrzaną wodę, rzadziej podgrzewa się roztwory środków myjących (sporządzone z koncentratu i gorącej wody). Metoda jest szybka i prosta w wykonaniu, jednak mało efektywna, ze względu na szybkie wychłodzenie roztworu w trakcie jego nanoszenia. Bardziej efektywne jest nanoszenie piany w rozgrzanej komorze. Proces mycia najlepiej prowadzić po zakończonym wędzeniu i opróżnieniu komory lub celowym rozgrzaniu i zaparowaniu (dodatkowe zwilżenie powierzchni).

## TECHNICZNE ROZWIĄZANIA PROCESÓW MYCIA KOMÓR WĘDZARNICZYCH

W zależności od stopnia nowoczesności konstrukcji komory, system mycia pianowego może być wbudowany (stacjonarny) lub centralny/mobilny (niestacjonarny). W obu systemach technika mycia polega na nałożeniu na wewnętrzne powierzchnie komory aktywnej piany a następnie jej spłukaniu po określonym czasie, zwykle 15 – 20 minutach.

W przypadku stacji zintegrowanych z obudową, proces mycia najczęściej kierowany jest przez mikroprocesorowy system sterowania i nie wymaga dodatkowej obsługi operatora. Instalacja mycia jest wbudowana w taki sposób, że zapewnia mycie dysz i systemu rozprowadzającego dym. Podstawowy element instalacji to wytwornica piany, najczęściej zamocowana na tylnej ścianie komory, bądź w innym dogodnym dla personelu obsługującego miejscu. Pod wpływem działania ciśnienia wody pompowanej do wytwornicy następuje zassanie chemicznego środka przeznaczonego do



mycia, który jest mieszany z wodą oraz ze sprężonym powietrzem. Tworząca się piana, podawana jest do kolektora zbiorczego i kierowana poprzez głowice pianotwórcze do komory (Fot. 1). Ciśnienie w głowicach pianotwórczych zwykle nie przekracza 10 barów podobnie jak ciśnienie powietrza. Usytuowanie głowic gwarantuje pokrycie wszystkich wewnętrznych powierzchni komory narażonych na osadzanie

się zanieczyszczeń aktywną pianą środka myjącego. Uruchomienie wentylatorów komory intensyfikuje rozprówdzenie piany środka myjącego. Nanoszona w ten sposób piana, pod wpływem sił grawitacji powoli spływa po wewnętrznych ścianach komory oraz znajdujących się tam elementach konstrukcyjnych (m.in. sterownicach mieszanki dymu), pokrywając je w całości (Fot. 2). Istotny jest fakt, że jedna



Fot. 1. Układ głowic pianotwórczych wewnątrz komory wędzarniczej pod sufitem i wentylatorem.

Fot. 1. Heads foaming system inside of the smoking chamber under the ceiling and ventilator.

Źródło: Materiał własny  
Own material



Fot. 2. Sterownice do kierowania mieszaniną dymu zamontowane po obu ścianach.

Fot. 2. Control gear for targeting a smoke mixture mounted on both walls.

Źródło: Materiał własny  
Own material





Fot. 3. Kratownica i dysze wlotowe, rozprowadzające pianę w trakcie mycia.

Fot. 3. A truss and inlet nozzles, distributing foam during cleaning.

Źródło: Materiał własny

Own material



Fot. 4. Niedomyte zanieczyszczenia (smółka) wewnątrz komory.

Fot. 4. Not cleaned contaminants (meconium) inside the chamber.

Źródło: Materiał własny

Own material

wytwornica piany może obsługiwać wiele komór wędzarniczo-parzelniczych, pod warunkiem, że mycie urządzeń odbywa się pojedynczo.

Po procesie mycia pianą następuje etap płukania komory czystą wodą. Nakładanie piany odbywa się przy szczelnie zamkniętych drzwiach urządzenia i wszystkich przepustnicach (klapach), a spłukiwanie, prowadzone jest przez operatora myjki przy drzwiach otwartych. Umożliwia to odpływ wody do kanalizacji znajdującej się poza komorą. System szybkozłącz, wraz z rurociągami, zaworami otwierającymi przepływ i pompami dozującymi, umieszczony jest z tyłu komory, natomiast zbiorniki z środkiem chemicznym

znajdują się w oddzielnym pomieszczeniu, przeznaczonym do tego celu. W większości komór, proces mycia odbywa się automatycznie, z wykorzystaniem ustawionego programu w całym cyklu procesu [15]. Mniej zautomatyzowane rozwiązania nie posiadają sterownika mikroprocesorowego i wymagają manualnego przełączania zaworów doprowadzających roztwory myjące do obiegu.

Konstrukcje zewnętrzne, to standardowe stacje mycia pianowego niskociśnieniowego. Składają się one z centralnej stacji pompująco-dozującej, rurociągów rozprowadzających, głowic dystrybucyjnych wraz ze zwijakami węży i lanc rozprowadzających. Do obsługi wymagają obecności operatora. Jego



zadaniem jest nałożenie równomiernej warstwy piany środka myjącego na wewnętrzne powierzchnie ścian komory, w odległości nie mniejszej niż 0,5 m, (w kierunku od dołu ku górze), kończąc na wprowadzeniu piany do dysz zasilających. Po czasie określonym instrukcją mycia przystępuje się do jej splukiwania, które prowadzone jest w kierunku przeciwnym. System szybkozłącz, w które wyposażone jest urządzenie, daje możliwość sprawniej wymiany lanc myjących, natomiast elastyczny wąż umożliwia dotarcie do trudno dostępnych miejsc. Załączone w układ zbiorniki ze środkiem myjącym i splukującym, pozwalają bez większych strat przejść ze środków alkalicznych na kwasowe, jeśli jest taka konieczność [9, 10]. System ten daje możliwość umycia komory z zewnątrz, jeśli jest zanieczyszczona smółką. Wcześniej należy jednak zabezpieczyć wszystkie gniazda elektryczne narażone na zalanie w czasie mycia. Należy unikać nakładania piany na elementy wykonane z aluminium, ponieważ stosowane preparaty, zwykle mocno zasadowe, powodują ich intensywną korozję.

Bez względu na istniejący w zakładzie system mycia, każdorazowo po jego ukończeniu, należy zdemontować żaluzje kanału wyciągowego, (integralna część komory) i umyć je ręcznie (Fot. 3), podobnie jak czujniki temperatury. Etap ten prowadzony jest przy otwartych drzwiach komory. Dopiero po jego zakończeniu przystępuje się do oceny czystości powierzchni, którą każdorazowo prowadzi się wizualnie oraz mikrobiologicznie, według zakładowego harmonogramu. W momencie stwierdzenia miejscowego niedomycia, szczególnie posadzek, dolnych części ścian lub drzwi, mycie należy powtórzyć (Fot. 4). Najczęściej jest ono prowadzone ręcznie. W przypadku, gdy mycie komory było zupełnie nieskuteczne, proces nakładania piany jest powtarzany, o czym decyduje pracownik myjący odpowiadający za utrzymanie komory w czystości. Po skończonym myciu komory, dodatkowo prowadzi się jej osuszanie przez krótkotrwałe uruchomienie wentylatorów przy otwartym obiegu powietrza (otwarte: kłapa świeżego powietrza i przepustnica komina).

## PODSUMOWANIE

Nieustannie prowadzone są prace nad rozwiązaniami, które pozwolą zapewnić standardy wytyczone przez urzędy nadzorujące bezpieczeństwo żywności oraz pozwolą na lepsze utrzymanie w czystości urządzeń do wędzenia. Dotyczy to zarówno nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych, jak również nowych receptur chemicznych środków myjących, stosowanych do higienizacji. Postęp techniczny w konstrukcji urządzeń wędzarniczych zmierza w kierunku opracowania inteligentnych oprogramowań w panelu sterującym, pozwalających na wybór wielu programów roboczych w trakcie etapu kończącego technologiczny proces produkcyjny. Wielu producentów, w swoich działaniach konstruktorskich, bierze również pod uwagę aspekt produkcji bezpiecznej żywności wędzonej i jej wpływu na środowisko, przez zastosowanie innowacyjnych rozwiązań konstrukcji komór dla obiegu czynnika myjącego i dezynfekującego. Priorytetem wszystkich modyfikacji i zmian w technice i technologii wędzenia, jest wytworzenie produktów bezpiecznych dla zdrowia przy zachowaniu specyficznych i niepowtarzalnych walorów sensorycznych, za które tak cenione są wyroby wędzone.

## PODZIĘKOWANIA

Autorzy składają podziękowania prezesowi firmy PEK-MONT oraz właścicielom Zakładu Przetwórstwa Mięsnego I. Z. Grabowscy za udostępnione materiały oraz przekazanie wielu cennych informacji praktycznych z obszaru budowy, konstrukcji i eksploatacji komór wędzarniczych.

## LITERATURA

- [1] ANDRÉE S., JIRA W., SCHWIND K.-H., WAGNER H., SCHWÄGELE F., 2010. *Chemical safety of meat and meat products*. Meat Science 86: 38-48.
- [2] DIAKUN J. 2013. *Przegląd, systematyka i analiza metod mycia*. Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego, 1/4, (5): 5-10.
- [3] GODLEWSKA K. 2007. *Nowoczesne rozwiązania mycia i dezynfekcji*. Przemysł Spożywczy, 8: 68-71.
- [4] IARC – INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. 2010. *Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk to humans*. vol. 92. Lyon France: International Agency for Research on Cancer.  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol.92.pdf>.
- [5] KUBIAK M.S. 2012. *Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne stosowane w komorach wędzarniczo-parzelniczych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 22 (40): 83-86.
- [6] KUBIAK M.S. 2013. *Nowe techniki i technologie a tradycja w procesie wędzenia wyrobów mięsnych*. Nauki Inżynierskie i Technologie, 1(8): 39-50.
- [7] MARIAŃSKI S., MARIAŃSKI A., MARIAŃSKI R. 2009. *Meat Smoking and Smokehouse design*, Bookmagic, LLC, Seminole, Florida.
- [8] MCLACHLAN M.S. 1995. *Bioaccumulation of hydrophobic chemicals in agricultural food chains*. Environmental Science and Technology. 30(1): 252-259.
- [9] MIERZEJEWSKA S., STAWCZYK S. 2013. *Oceńa skuteczności usuwania zanieczyszczeń tłuszczowych z różnych powierzchni techniką mycia pianowego*. Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego 2(6): 18-20.
- [10] PIEPIÓRKA J., DIAKUN J., KUBIAK M.S., SENCIO M. 2009. *Techniki mycia stosowane w przemyśle mięsnym*. Gospodarka Mięsna, 4: 6-9.
- [11] PIEPIÓRKA-STEPUK J. 2011. *Metody mycia stosowane w przemyśle mleczarskim*. Przemysł Spożywczy 4: 26 - 30.
- [12] SHARMA R.K., HAJALIGOL M.R. 2003. *Effect of pyrolysis conditions on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from polyphenolic compounds*. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 66: 123-144.
- [13] VANDENDRIESSCHE F. 2008. *Meat products in the past, today and in the future*. Meat Science 78, (1-2): 104-113.
- [14] VÖGEL U., BÄRWINKEL K. 2005. *Eine Rauchart mit Zukunft*. Fleischwirtschaft 5: 47-50.
- [15] [www.pekmont.pl](http://www.pekmont.pl) – materiały firmowe.

Mgr inż. Monika PRZEOR  
 Prof. dr hab. Ewa FLACZYK  
 Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## PORÓWNANIE AKTYWNOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCEJ PRZYPRAW ZIOŁOWYCH STOSOWANYCH W KUCHNI POLSKIEJ I SUSZU LIŚCI MORWY BIAŁEJ®

The comparison of antioxidant activity of herbs used in polish cuisine  
 and white mulberry leaves drought®

*Badania wykonane w ramach projektu PO IG 01.01.02-00-061/09  
 „Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych”*

**Słowa kluczowe:** aktywność przeciwutleniająca, morwa biała, zioła przyprawowe.

*Surowce zielarskie były stosowane w praktyce leczniczej już w świecie starożytnym. Znaczenie zdrowotne wielu ziół, w tym przypraw zostało poparte wieloma badaniami naukowymi. W zapobieganiu i terapii chorób cywilizacyjnych, popularne przyprawy ziołowe mogą odgrywać znaczącą rolę. Badaniom poddano 5 przypraw ziołowych (bazylię, cząber, majeranek, oregano, tymianek) powszechnie dostępnych w Polsce, oraz wysuszone liście morwy białej odmiany wielkolistna żółwińska.*

*Zarówno zioła powszechnie stosowane w polskiej kuchni, jak i suszone liście morwy białej wykazują aktywność przeciwutleniającą. Morwa biała pomimo mniejszych wartości niektórych z oznaczonych wskaźników, dzięki swoim właściwościom, może poszerzyć asortyment roślin zielarskich stosowanych w Polsce do przygotowywania potraw.*

**Key words:** antioxidant activity, white mulberry, spice herbs.

*Dried herbs have been already used in medical practice in the ancient times. The importance of the health of many herbs, including spices supported by numerous scientific studies. Therefore, in the prevention and treatment of civilization diseases, a popular herbal spices may play a significant role. The study involved five spice herbs (basil, savory, marjoram, oregano, thyme) commonly available in Poland, and dried white mulberry leaves.*

*Both, herbs commonly used in Polish Cuisine, as well as the dried white mulberry leaves, demonstrate antioxidant activity. Despite slightly lower values of certain indexes, due to its properties, white mulberry leaves may expand the range of herbal plants used in Polish Cuisine.*

### WPROWADZENIE

Wiele odkryć archeologicznych wskazuje, że ludzkość znała i wykorzystywała niektóre rośliny w celach leczniczych od początku swoich dziejów. Wiedza na temat działania ziół na organizmy była przekazywana kolejnym pokoleniom. Taki przepływ informacji podtrzymywała tradycja tworzona często na podstawie kulinarnych dokonań. Odległość stref geograficznych, uniemożliwiała niegdyś jednoczesne stosowanie różnych roślin zielarskich. Dziś, postęp komunikacyjny sprawił, że korzystanie z walorów tych roślin możliwe jest niemalże w każdym miejscu na świecie. Smak potraw tworzonych także w kuchni polskiej jest wzbogacony roślinami zielarskimi. Przyprawy ziołowe są stosowane obecnie ku zadowoleniu konsumentów, ze względu na różnorodność smaków, aromatów, a także ich właściwości zdrowotne.

Polska należy do grupy liczących się w świecie producentów surowców zielarskich, w tym przypraw ziołowych. Sztuka leczenia roślinami sięga w Polsce średniowiecza. Aktualnie osiągnęła ona status nowoczesnej metody leczenia,

zwanej fitoterapią (Lutowski, [20]). Dostępność surowca sprawia, że dzisiejsze potrawy często wzbogacane są w suszone zioła, z których właściwości nie zawsze zdajemy sobie sprawę. Do powszechnie dostępnych i stosowanych w polskiej sztuce kulinarnej zaliczają się majeranek, oregano, tymianek, cząber i bazylię. Wszystkie one należą do rodziny *Lamiaceae*.

Majeranek (*Majorana hortensis*) znany był już przez starożytnych Egipcjan, Greków, Rzymian (Tainer i Grenis, [27]), i uważany był przez nich za symbol szczęścia. Olejki eteryczne z majeranku, posiadają właściwości przeciwbakteryjne wobec bakterii występujących w żywności oraz przeciwgrzybicze (Baratta i wsp., [4]; Ezzedine i wsp., [10]). W medycynie ludowej majeranek stosowany był jako środek przeciw astmie, niestrawności, bólowi głowy i reumatyzmowi (Jun i wsp., [15]). Zawiera on ok. 44 mg/100g produktu kwasu askorbinowego (Nowak, [22]). Ponadto posiada właściwości antyoksydacyjne. Wynika to z obecności witaminy C i polifenoli, tak ważnych w walce z niezakaźnymi chorobami chronicznymi (Dapkevicius i wsp., [7]; Dorman i wsp., [8]).

Oregano (*Origanum vulgare*) wywodzące się od słów *oros* – góra i *ganos* – ozdoba, intensywnie rośnie na nasłonecznionych wzgórzach Grecji, i nazywane jest dzikim majerankiem, a w Polsce – lebiodką lub macierzycą (Mścisz i Czosnowska, [21]). Oregano zawiera do 3% olejku, bogatego m.in. w karwakrol, nadający mu swoisty smak i aromat (Lukas, [19]). Ziele to posiada silne działanie antyoksydacyjne i ochronne dla dróg oddechowych, spowalnia procesy starzenia, ma właściwości przeciwbakteryjne, przeciwpasożytnicze, przeciwgrzybicze i przeciwzapalne (Fecka i Turek, [11]).

Tymianek (*Thymus vulgaris*) jest bogaty w olejek eteryczny (0,7– 5,4%), flawonoidy, garbniki, fenolokwasy, związki triterpenowe, gorycze, saponiny, cukry, witaminy i związki mineralne (Pavel i wsp., [23]). Olejek tymiankowy zawiera głównie tymol (18–80%) i karwakrol (1–20%) i znalazł zastosowanie w leczeniu zakażeń dróg oddechowych, zaburzeń trawienia i niestrawności. Zewnętrznie stosowany jest w preparatach rozgrzewających w bólach reumatycznych. Ponadto działa hamująco wobec bakterii tlenowych (Kędzia i wsp., [16]). W kuchni tymianek używany jest jako przyprawa wędliniarska, do sosów, sałatek jarzynowych i likierów ziołowych.

Cząber ogrodowy (*Satureja hortensis*) to roślina znana już Rzymianom jako surowiec rozwalniający i wykrztuśny, ale także uśmierający bóle głowy i przewodu pokarmowego, zwalczający pasożyty jelit. Ponadto znane są jego właściwości przeciwbakteryjne, przeciwbiegunkowe i antyoksydacyjne (Balcerek i Modnicki, [3]).

Bazylija (*Ocimum basilicum*) jest jedną z najciekawszych roślin przyprawowych. Swoją nazwę zawdzięcza grekiemu *basileus* – król. Obok starożytnej Grecji i państwa rzymskiego, prowadzono jej uprawy także w Indiach. Ta jednoroczna roślina wykorzystywana niegdyś do leczenia biegunek oraz zaparć (Klimankova i wsp., [17]), posiada także udowodnione właściwości przeciwutleniające i przeciwbakteryjne (Hanif i wsp., [12]).

Obok dobrze znanych polskim kucharzom ziół, znaczące miejsce mogą niedługo zająć **suszone liście morwy białej** (*Morus alba*). Medycyna Dalekiego Wschodu od wieków wykorzystywała ich **działanie przeciwgorączkowe, ochronne dla wątroby, poprawiające wzrok i obniżające ciśnienie krwi** (Butt i wsp., [5]). Ostatnie badania wskazują, że **liście morwy białej** bogate w polifenole, alkaloidy przeciwdiabetyczne, triterpeny i steroidy, są ważnym surowcem w walce z niezakaźnymi chorobami chronicznymi (Hansawasdi i Kawabata, [13]). W składzie chemicznym liści morwy szczególną uwagę zwraca się na polifenole – głównie fenolokwasy i flawonole, które **wykazują aktywność przeciwmiażdżycową**. Drugą istotną grupą związków są alkaloidy, przede wszystkim 1,5-dideoksy-1,5-imino-D-sorbitol (DNJ) i ich pochodne, hamujące aktywność glikozydaz. Zgodnie z najnowszymi badaniami obu grupom związków przypisuje się korzystny wpływ na metabolizm węglowodanów. **Wzbogacanie potraw w suszone liście morwy białej może być korzystne w zapobieganiu chorobom układu krążenia, otyłości i cukrzycy.**

Rosnące zainteresowanie przyprawami związane jest z ich właściwościami wspomagającymi funkcje fizjologiczne

i działanie przeciwbakteryjne. Właściwości przeciwutleniające suszonych liści morwy białej, jako surowca rozszerzającego asortyment roślin przyprawowych, nie były dotąd analizowane w zestawieniu z popularnymi przyprawami ziołowymi, dlatego też podjęto prezentowane poniżej badania.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących określenia i porównania aktywności przeciwutleniającej pięciu przypraw ziołowych powszechnie stosowanych w kuchni polskiej oraz suszu liści morwy białej.**

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły suszone przyprawy ziołowe firmy KAMIS (bazylija, cząber, majeranek, oregano, tymianek) zakupione w sieci detalicznej miasta Poznania oraz liście morwy białej odmiany wielkolista żółwińska, zebrane z Plantacji Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich (Pętkowo k. Poznania) w lipcu 2012 roku. W celu optymalnego przeprowadzenia procesu ekstrakcji badaniom poddano susze ziołowe w ilościach: bazylija – 15g, cząber – 15g, majeranek – 7,5g, oregano – 10g, tymianek – 12,5g. Świeże liście morwy białej skrócono, pocięto i wysuszono w temperaturze 60°C. Susz rozdrobniono w młynku laboratoryjnym i 15g suszu poddano analizie. Określono skład chemiczny otrzymanego suszu: zawartość suchej masy (PN-A-75101-03:1990), popiołu (AOAC, 1990) tłuszczu (AOAC, 1990), białka (AOAC, 1990), fenolokwasów ogółem (Siger i wsp. [26]) oraz flawonoli ogółem (Kobus i wsp. [18]). Wyniki zamieszczono w tabeli 1.

**Tabela 1. Skład chemiczny suszu liści *Morus alba***  
**Table 1. Proximate compounds of *Morus alba* leaves drough**

| Składniki<br><i>Compounds</i>                     | Jednostka<br><i>Unit</i> | Susz liści <i>Morus alba</i><br><i>Morus alba</i> leaves drough |
|---|--------------------------|---|
| Sucha masa<br><i>Dry matter</i>                   | g/100g                   | 91,4 ± 0,1  |
| Białko<br><i>Protein</i>                          | g/100g                   | 21,5 ± 0,5  |
| Tłuszcz<br><i>Fat</i>                             | g/100g                   | 2,2 ± 0,1   |
| Popiół<br><i>Ash</i>                              | g/100g                   | 17,2 ± 0,2  |
| Fenolokwasy ogółem<br><i>Total phenolic acids</i> | mg/100g                  | 38,1 ± 1,0  |
| Flawonole ogółem<br><i>Total flavonols</i>        | mg/100g                  | 102,0 ± 2,1   |
| Węglowodany*<br><i>Carbohydrates*</i>             | g/100g                   | 50,47*  |

Średnia ± odchylenie standardowe; DNJ- 1,5-dideoksy-1,5-imino-D-sorbitol; \* obliczone z różnicy

Mean±SD; 1-deoxynojirimycin; \*calculated by difference

**Źródło:** Badania własne

Wszystkie zioła poddano jednokrotnej ekstrakcji wysokociśnieniowej (ekstraktor ASE 350, firmy Dionex, USA) wodą w temperaturze 60°C przez 5 minut w celach o objętości 33 cm<sup>3</sup>, według opisu z tabeli (Tab. 2). Fazę wypełniającą

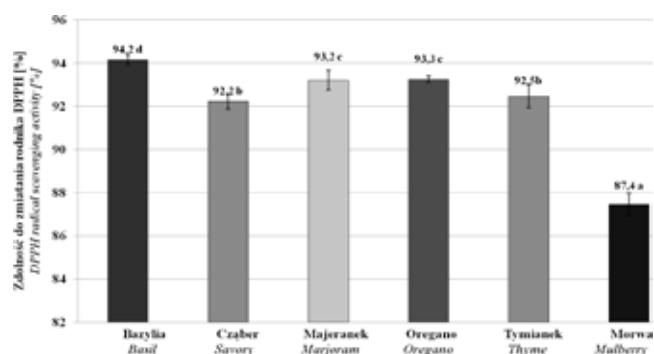
**Tabela 2. Charakterystyka procesu ekstrakcji**  
**Table 2. Characteristic of the extraction process**

| Materiał roślinny<br><i>Raw material</i> | Masa ekstrahowanego suszu [g]<br><i>Sample weight used to extraction [g]</i> | Wydajność procesu ekstrakcji [%]<br><i>Extraction efficiency [%]</i> | Ekstrakcja<br><i>Extraction</i>     |                   |
|--|--|--|-------------------------------------|-------------------|
| Bazylija<br><i>Basil</i>                 | 3,004  | 17,497   | Ekstrahent<br><i>Solvent</i>        | woda <i>water</i> |
| Cząber<br><i>Savory</i>                  | 2,987  | 19,490   | Temperatura<br><i>Temperature</i>   | 60°C              |
| Majeranek<br><i>Marjoram</i>             | 1,529  | 20,764   | Ogrzewanie<br><i>Heat</i>           | 5 min             |
| Oregano<br><i>Oregano</i>                | 2,020  | 16,898   | Przetrzymanie<br><i>Static time</i> | 5 min             |
| Tymianek<br><i>Thyme</i>                 | 2,559  | 12,145   | Cykle<br><i>Cycles</i>              | 1                 |
| Morwa biała<br><i>White Mulberry</i>     | 3,014  | 11,546   | Przedmuchiwanie<br><i>Purge</i>     | 30 s              |

**Źródło:** Badania własne

cele stanowiła ziemia okrzemkowa. Oznaczono zawartość polifenoli ogółem metodą Folina-Ciocalteu (Cheung i wsp., [6]) w rozcieńczeniach 1:100 i wyrażono jako ekwiwalent kwasu galusowego (GAE) na 1 g suchej masy ekstraktu (mg GAE/g s.m. ekstraktu). Do oznaczenia aktywności przeciworodnikowej ekstraktów wykorzystano metodę z rodnikiem DPPH dla rozcieńczeń 1:1 (Amarowicz i wsp., [1]). Zdolność do chelatowania jonów  $Fe^{2+}$  zmierzono za pomocą metody opracowanej przez Tang'a i wsp. [28] w rozcieńczeniach 1:5. Analizy wykonano w pięciu powtórzeniach, wyniki poddano jednoczynnikowej analizie statystycznej ANOVA (Statistica 8.0). Określono istotność różnic za pomocą testu Tuckey'a przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

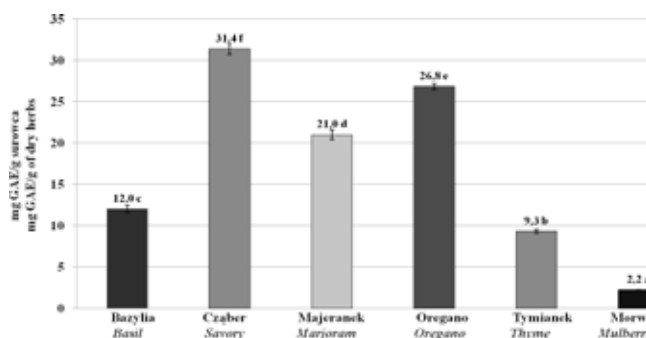
## WYNIKI



**Rys. 1. Zdolność do zmiatania rodnika DPPH (a-d – istotność różnic dla  $p \leq 0,05$ ).**  
**Fig. 1. DPPH radical scavenging activity (a-d – differ significantly  $p \leq 0,05$ ).**

**Źródło:** Badania własne

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że wodne ekstrakty z wszystkich badanych roślin posiadały **zdolność do zmiatania rodnika DPPH**. Oscylowała ona w przedziale 85-95%, przy czym **najwyższe wartości odnotowano dla bazylii, majeranku i oregano** (Rys. 1). Zawartość polifenoli w badanych ziołach była zróżnicowana (Rys. 2). Największą ilość polifenoli ogółem oznaczono w suszach cząbr

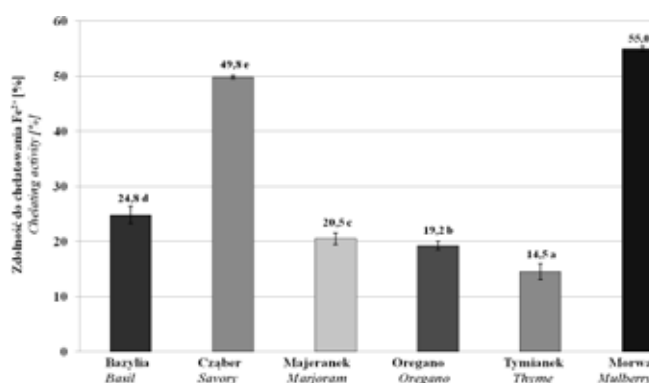


**Rys. 2. Ogólna zawartość polifenoli w ekstraktach (a-f – istotność różnic dla  $p \leq 0,05$ ).**

**Fig. 2. Total content of polyphenols in extracts (a-f – differ significantly  $p \leq 0,05$ ).**

GAE-gallic acid equivalent

**Źródło:** Badania własne



**Rys. 3. Zdolność do chelatowania  $Fe^{2+}$  (a-f – istotność różnic dla  $p \leq 0,05$ ).**

**Fig. 3. Chelating activity (a-f – differ significantly  $p \leq 0,05$ ).**

**Źródło:** Badania własne

i oregano. W bazylii i tymianku było ich o 30-45% mniej. W obu omawianych analizach suszone liście morwy białej osiągnęły najniższe wartości spośród badanych suszów roślinnych. Z kolei w **teście oceniającym właściwości chelatujące wykazano znacznie wyższą aktywność liści morwy**



białej (zdolność chelatowania  $\text{Fe}^{+2}$   $55,0 \pm 0,5$  %) w porównaniu z innymi surowcami zielarskimi (Rys. 3), w tym niemal czterokrotnie wyższą niż tymianek oraz ponad dwukrotnie wyższą niż majeranek i bazylię.

## DYSKUSJA

Zainteresowanie naturalnymi surowcami o właściwościach prozdrowotnych w ostatnich latach znacznie wzrosło. Tendencja ta wynika z dynamicznego rozwoju świadomości społeczeństwa, poszukującego łatwych i skutecznych metod zachowania dobrego zdrowia. Cukrzyca, choroby sercowo-naczyniowe, otyłość, choroba wrzodowa, nowotwory to schorzenia, u których podłoża leży stres oksydacyjny. Styl życia oraz sposób żywienia mają znaczący wpływ na powstawanie wolnych rodników, ich nadmierna ilość prowadzi do rozwoju wyżej wymienionych chorób. Powrót do tradycyjnych metod zapobiegania i leczenia wydaje się być uzasadniony, ze względu na wielowiekowe doświadczenie w ich stosowaniu. Wyniki badań pokazują, że naturalne przeciwutleniacze takie jak np. polifenole zdolne do neutralizacji wolnych rodników, skutecznie zapobiegają rozwojowi chorób oraz spowalniają procesy starzenia. Taką rolę pełnią przeciwutleniacze z roślin zielarskich, które powszechnie goszczą na naszych stołach jako przyprawy. Wskazane byłoby poszerzenie asortymentu ziół o surowce, których właściwości wykazują także inne działanie prozdrowotne.

Badania własne wykazały, że liście morwy białej oprócz dużej ilości białka, zawierają znaczne ilości kwasów fenolowych i flawonoli zaliczanych do polifenoli, jak również 1,5-dideoksy-1,5-imino-D-sorbitol (DNJ) (Tab. 2). Zawartość polifenoli oznaczona w warunkach doświadczenia była niższa niż podana przez Arabshahi-Delouee i Urooj [2] dla wodnych ekstraktów z liści morwy białej pochodzącej z Indii (71,0 mg GAE/g ekstraktu, ekstrakcja 24 godziny, temperatura pokojowa). Na wyniki badań oprócz odmiany i warunków klimatycznych mogła mieć wpływ temperatura i czas ekstrakcji. We wcześniejszych badaniach własnych ekstrakcję prowadzono wrzącą wodą przez 15 minut i wówczas zawartość polifenoli ogółem wynosiła 55,6 mg GAE/g s.m. ekstraktu, czyli 5,3 mg GAE/g s.m. liści (Przeor i Flaczyk, [24]). Z kolei Jeszka i wsp. [14] uzyskali zawartość polifenoli równą 4,9 mg GAE/g s.m. liści. Wyniki nasze uzyskane dla tymianku i majeranku były odmienne od przedstawionych przez innych autorów. Fecka i Turek [11] w badaniach z użyciem HPLC otrzymali 39,7 mg polifenoli w 1 g ziela tymianku i 47,9 mg/g majeranku. Z kolei Roby i wsp. [25] w ekstraktach metanolowych uzyskali znacznie mniejsze ilości polifenoli (8,1 mg GAE/g s.m. ekstraktu tymianku i 5,2 mg GAE/g s.m. ekstraktu majeranku). Celem aktualnie prowadzonych badań było przede wszystkim porównanie zawartości polifenoli w równoległe standardowo otrzymanych wodnych ekstraktach przypraw ziołowych i liściach morwy białej.

Zdolność do zmiatania wolnych rodników przez badany materiał najczęściej określa się za pomocą testu z syntetycznym rodnikiem DPPH. Przeciwutleniacz reagując z DPPH zmniejsza ich ilość równą ilości posiadanych i dostępnych grup hydroksylowych. W omawianych badaniach najwyższą zdolność zmiatania DPPH wykazały bazylię, oregano

i majeranek, które niemal w 95% zmiatały rodniki DPPH. Exarchou i wsp. [9] dla ekstraktu etanolowego oregano uzyskali nieco wyższe wyniki (99,1%), ale znacznie niższe dla ekstraktu acetonowego (54,4%). Autorzy ci określili dla cząbku zmiatanie rodnika DPPH na poziomie 95,8% w ekstrakcie etanolowym, co było zbliżone do otrzymanego przez nas wyniku dla ekstraktu wodnego. Ekstrakt z suszu liści morwy białej zmiatał rodnik DPPH w 87,4%, a wartości te były o około 10% wyższe od uzyskanych przez Jeszkę i wsp. [14]. Mogło być to związane z zastosowanymi przez autorki innymi warunkami ekstrakcji jak również innym okresem wegetacji rośliny (zbiór morwy pod koniec okresu wegetacji), a także innymi warunkami pogodowymi, bowiem materiał roślinny pochodził ze zbiorów 2009 roku.

W przeprowadzonych badaniach wszystkie ekstrakty wykazywały właściwości chelatujące. Susz liści morwy białej odznaczał się najwyższą zdolnością do chelatowania prooksydacyjnego jonu – żelaza (II) osiągając wysoką średnią wartość 55,0%. Była to znacząco wyższa zdolność do chelatowania żelaza (II) w porównaniu z oznaczoną dla bazylii, oregano, majeranku i tymianku. Wartości te były także wyższe niż przedstawiane we wcześniejszych doniesieniach dotyczących suszu liści morwy białej (Przeor i Flaczyk, [24]; Jeszka i wsp., [14]). Otrzymane wyniki dla suszu liści morwy znacznie różniły się od wcześniejszych, co mogło być związane przede wszystkim z warunkami ekstrakcji i zmiennością materiału biologicznego.

Przedstawione wyniki pokazują zróżnicowane właściwości badanych przypraw zielarskich i suszu liści morwy białej. To zróżnicowanie może wynikać ze znacznej odmienności gatunkowej, gdyż badane zioła (bazylię, cząbku, majeranek, oregano, tymianek) należą do rodziny *Lamiaceae*, podczas gdy morwa biała należy do rodziny *Moraceae*.

## WNIOSKI

Przeprowadzone badania potwierdziły, że susz liści morwy białej posiada właściwości przeciwutleniające. Zawartość polifenoli i zdolność zmiatania wolnych rodników suszu liści morwy białej w stosunku do popularnych ziół przyprawowych, jest niższa, natomiast wyższa zdolność do chelatowania żelaza.

Obecnie zainteresowanie naturalnymi surowcami o właściwościach prozdrowotnych przeżywa renesans.

Z uwagi na zbliżoną formę suszu liści morwy i suszu przypraw ziołowych oraz znaczne walory prozdrowotne – susz z liści morwy mógłby stanowić komponent mieszanek przyprawowych.

## LITERATURA

- [1] AMAROWICZ R., KARAMAC M., WEIDNER S., ABE S., SHAHIDI F. 2002. *Antioxidant activity of wheat caryopses and embryos extracts*. Journal of Food Lipids, 9, 201-210.
- [2] ARABSHAHI-DELOUEE S., UROOJ A. 2007. *Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (Morus indica L.) leaves*. Food Chemistry, 102, 1233-1240.

- [3] **BALCEREK M., MODNICKI D. 2007.** *Czqber ogrodowy – nowe własciwości w swietle aktualnych doniesień.* Panacea, 2, 18-19.
- [4] **BARATTA M.T., DORMAN H.J.D., DEANS S.G., BIONDI D.M., RUBERTO G. 1998.** *Chemical composition, antimicrobial and oxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils.* Journal of Essential Oil Research, 10, 618-627.
- [5] **BUTT M.S., NAZIR A., SULTAN T., SCHROEN K. 2008.** *Morus alba L. nature's functional tonic.* Trends in Food Science & Technology, 19, 505-512.
- [6] **CHEUNG L.M., CHEUNG P.C.K., OOI V.E.C. 2003.** *Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts.* Food Chemistry, 81, 249-255.
- [7] **DAPKEVICIUS A., VAN BEEK T.A., LELYVELD G.P., VAN VELDHUIZEN A., DEGROOT A., LINSSEN J.P.H., VENS KUTONIS R. 2002.** *Isolation and structure elucidation of radical scavengers from Thymus vulgaris leaves.* Journal of Natural Products, 65, 892-896.
- [8] **DORMAN H.J.D., BACHMAYER O., KOSAR M., HILTUNEN R. 2004.** *Antioxidant properties of aqueous extracts from selected Lamiaceae species grown in Turkey.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 762-770.
- [9] **EXARCHOU V., NENADIS N., TSIMIDOU M., GEROTHANASSIS P., TROGANIS A., BOSKOU D. 2002.** *Antioxidant activities and phenolic composition of extracts from greek oregano, greek sage, and summer savory.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 5294-5299.
- [10] **EZZEDDINE N.B., ABDELKEFI M.M., BEN AISSA R., CHAABOUNI M.M. 2001.** *Antibacterial screening of Origanum majorana L. oil from Tunisia.* Journal of Essential Oil Research, 13, 295-297.
- [11] **FECKA I., TUREK S. 2008.** *Determination of polyphenolic compounds in commercial herbal drugs and spices from Lamiaceae: thyme, wild thyme and sweet marjoram by chromatographic techniques.* Food Chemistry, 108, 1039-1053.
- [12] **HANIF M.A., AL-MASKARI M.Y., AL-MASKARI A., AL-SHUKAILI A., AL-MASKARI A.Y., AL-SABAHI N. 2011.** *Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of unexplored Omani basil.* Journal of Medicinal Plants Research, 5, 751-757.
- [13] **HANSAWASDI C., KAWABATA J. 2006.** *Alpha-glucosidase inhibitory effect of mulberry (Morus alba) leaves on Caco-2.* Fitoterapia, 77, 568-573.
- [14] **JESZKA M., KOBUS J., FLACZYK E. 2009.** *Określenie potencjału antyoksydacyjnego ekstraktów z liści morwy białej.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, XLII, 885-889.
- [15] **JUN W.J., HAN B.K., YU K.W., KIM M.S., CHANG I.S., KIM H.Y., CHO H.Y. 2001.** *Antioxidant effects of Origanum majorana L. on superoxide anion radicals.* Food Chemistry, 75, 439-444.
- [16] **KĘDZIA A., DERA-TOMASZEWSKA B., ZIÓLKOWSKA-KLINKOSZ M., KĘDZIA A.W., KOCHAŃSKA B., GĘBSKA A. 2012.** *Aktywność olejku tymiankowego (Oleum Thymi) wobec bakterii tlenowych.* Postępy Fitoterapii, 2, 67-71.
- [17] **KLIMANKOVA E., HOLADOVA K., HAJLSLOVA J., CAJKA T., POUSTKA J., KOUDELA M. 2008.** *Aroma profiles of five basil (Ocimum basilicum L.) cultivars grown under conventional and organic conditions.* Food Chemistry, 107, 464-472.
- [18] **KOBUS J., FLACZYK E., SIGER A., NOGALA-KAŁUCKA M., KORCZAK J., PEGG R.B. 2009.** *Phenolic compounds and antioxidant activity of extracts of Ginkgo leaves.* Eur J Lipid Sci Technol., 111, 1140-1150.
- [19] **LUKAS B., SCHMIDERER C., MITTEREGGER U., NOVAK J. 2010.** *Arbutin in marjoram and oregano.* Food Chemistry 121, 185-190.
- [20] **LUTOMSKI J. 2000.** *Ziola, fitofarmaceutyki i nutraceutyki.* Postępy Fitoterapii, 1, 4-6.
- [21] **MŚCISZ A., CZOSNOWSKA E. 2008.** *Oregano – fascynująca przyprawa, ale czy tylko? Możliwe zastosowania, substancje aktywne, właściwości terapeutyczne.* Postępy Fitoterapii, 4, 233-239.
- [22] **NOWAK R. 2004.** *Natura – niedoceniane źródło kwasu askorbinowego.* Postępy Fitoterapii, 1, 14-18.
- [23] **PAVEL M., RADULESCU V., ILIES D.C. 2009.** *GC-MS analysis of essential oil obtained from the species Thymus comosus Heuff. Ex. Griseb. (Lamiaceae).* Farmacia, 57, 479-484.
- [24] **PRZEOR M., FLACZYK E. 2011.** *Wpływ temperatury suszenia pędów i liści morwy białej (Morus alba) na aktywność przeciwutleniającą.* Zeszyty Problemove Postępów Nauk Rolniczych, 569, 277-283.
- [25] **ROBY M.H.H., SARHAN M.A., SELIM K.A.-H., KHALEL K.I. 2013.** *Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (Thymus vulgaris L.), sage (Salvia officinalis L.), and marjoram (Origanum majorana L.) extracts.* Industrial Crops and Products, 43, 827-831.
- [26] **SIGER A., NOGALA-KAŁUCKA A., LAMPART-SZCZAPA E., HOFFMANN A. 2004.** *Zawartość związków fenolowych w nowych odmianach rzepaku.* Rośliny Oleiste, 25, 263-274.
- [27] **TAINTER D.R., GRENIS A.T. 1993.** *Spices and Seasonings: A Food Technology Handbook.* VCH, Publishers.
- [28] **TANG S.Z., KERRY J.P., SHEEHAN D., BUCKLEY D.J. 2002.** *Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems.* Food Chemistry, 76, 45-51.

Dr Iwona OLENIUCH  
Katedra Przedsiębiorczości, Zarządzania i Ekoinnowacyjności  
Wydział Zarządzania, Politechnika Rzeszowska

## WIZERUNEK TRADYCYJNEJ ŻYWNOŚCI REGIONALNEJ W OCZACH MIESZKAŃCÓW PODKARPACIA – OCENA W ŚWIETLE BADAŃ WŁASNYCH®

The image of the traditional and region food products in the eyes  
of the Podkarpackie Province citizens – the assessment based  
on the author's own research®

**Słowa kluczowe:** żywność tradycyjna, żywność regionalna, wizerunek żywności, województwo podkarpackie, postawy konsumentów.

*Ostatnia dekada przyniosła w Polsce wzrost zainteresowania kategoriami żywności tradycyjnej i regionalnej. Jest ono widoczne zarówno po stronie popytu, jak i podaży. W konsekwencji władze i organizacje pozarządowe poszukują dróg wsparcia i rozwoju tego sektora. Bariery ograniczającą efektywność ich działań jest m.in. brak badań statystycznych odnoszących się do tej kategorii towarowej.*

*Tradycyjna żywność regionalna charakteryzuje się pozytywnym wizerunkiem w oczach mieszkańców województwa podkarpackiego. Jest postrzegana podobnie do żywności ekologicznej.*

**Key words:** traditional food, regional food, food image, the Podkarpackie Province, consumer attitudes.

*The last decade has brought in Poland an increased interest in traditional and regional foods. It is noticeable both in the demand and the supply. As a result, government and non-governmental organizations are looking for methods of support and development of this sector. One of the barriers to the effectiveness of their activities is the lack of surveys relating to this category of goods. Traditional food products with the regional character have a positive image in the eyes of citizens of the Podkarpackie Province. This type of food is considered as similar to the organic one.*

### WPROWADZENIE

Zainteresowanie w Polsce na większą skalę żywnością tradycyjną i regionalną należy łączyć z dostosowywaniem prawa krajowego do unijnego. Jak dowodzą autorzy zajmujący się tym tematem, kolejne lata przynosiły systematyczny wzrost zainteresowania w.w. żywnością, co powinno pociągnąć – ich zdaniem – planowe działania dla rozwoju tego sektora produkcji (Byszewska [2, 3]; Jasiński, Rzytki [8]). Jednocześnie jednak, zarówno w kraju, jak i we Wspólnocie, wciąż brakuje danych statystycznych, które dałyby podstawę dla rzetelnej oceny skali zainteresowania nabywców tymi kategoriami (*Evaluation...*, [5]).

Na potrzeby artykułu produkty tradycyjne o regionalnym charakterze zostały zdefiniowane jako część wspólna żywności tradycyjnej i regionalnej, określanej tak jak czyni to rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1151/2012 [16], w kontekście oznaczeń ochronnych dla tych kategorii. Przyjmuje się więc, że produkt tradycyjny o regionalnym charakterze musi posiadać:

- specyfikę, odróżniającą go w sposób widoczny od innych wyrobów żywnościowych,
- tradycyjny charakter,
- regionalny charakter.

**Celem artykułu jest prezentacja wyników badań pozwalających ocenić stosunek mieszkańców województwa Podkarpackiego do żywności tradycyjnej o regionalnym charakterze. Wyniki analiz mogą posłużyć władzom samorządowym do planowania działań rozwojowych dotyczących tego sektora żywności, a w kontekście kraju, stać się materiałem do analiz porównawczych.**

### MATERIAŁ I METODY

Dla oceny wizerunku rozpatrywanej żywności posłużono się skalą dyferencjału semantycznego Osgooda, którą skonstruowano w oparciu o 18 skal dwubiegunowych, mierzących konotacyjne znaczenia wybranych cech żywności.

Badanie stanowiło część projektu zrealizowanego w okresie czerwiec-wrzesień 2010 r. Ankietom poddano 655 mieszkańców Podkarpacia w wieku 18-79 lat, stosując metodę wywiadu bezpośredniego. W doborze próby posłużono się metodą kwotową. Za zmienne kontrolne przyjęto: płeć, wiek i miejsce zamieszkania.

Określenia włączone do dyferencjału semantycznego przyjęto uwzględniając wyniki analiz poświęconych żywności przez innych autorów (Jeżewska-Zychowicz [9]; Żakowska-Biemas, Kuc [18]; Guerrero i wsp. [7]; Karcz, Kędzior [10]; Pieniak i wsp. [12]; Borowska [1]; Chen [4]). Skalę przetestowano pod względem jednowymiarowości i homogeniczności,



co skutkowało eliminacją 5 cech. Współczynnik alfa-Cronbacha dla oczyszczonego narzędzia wyniósł 0,71, co pozwoliło przyjąć do badań właściwych skalę opartą na 13 cechach opisujących żywność.

## WYNIKI BADAŃ

### Wizerunek żywności tradycyjnej o regionalnym charakterze

W tabeli 1 zaprezentowano częstości i udział procentowy odpowiedzi respondentów w zakresie cech produktów tradycyjnych o regionalnym charakterze. Dla każdej własności wyznaczono wartości: średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego i dominanty.

Wysokie wartości średniej i dominanty świadczą o postrzeganiu tradycyjnej żywności regionalnej przez większość ankietowanych mieszkańców Podkarpacia jako: naturalna, wysokiej jakości, smaczna, apetycznie wyglądająca, przyjazna środowisku i zdrowa. Jednocześnie niskie wartości miar dowodzą wiązania jej z: wysokimi cenami i trudną dostępnością. Zróżnicowanie ocen, wyrażone odchyleniem standardowym, okazało się być najwyższe dla cech: modna-niemodna oraz trudno-łatwo dostępna. Największa zgodność opinii wystąpiła dla jakości i naturalności.

Pozytywne oceny w 9 na 13 skal składowych dyferencjału oraz wartość średniej arytmetycznej ocen sumowanych 13 cech, wyznaczona dla wszystkich ankietowanych ( $\bar{x} = 59,53$  przy  $SD = 8,96$ ), pozwala przyjąć, że mieszkańcy Podkarpacia mają pozytywne postawy wobec polskiej tradycyjnej żywności regionalnej.

**Tabela 1. Cztery typy żywności – ocena na skali dyferencjału semantycznego**

**Table 1. Four types of food products – assessment of the semantic differential scale**

| cecha                        | kategoria żywności |      |    |                |      |    |             |      |    |           |      |    |
|------------------------------|--------------------|------|----|----------------|------|----|-------------|------|----|-----------|------|----|
|                              | tradycyjna         |      |    | konwencjonalna |      |    | ekologiczna |      |    | fast-food |      |    |
|                              | $\bar{x}$          | SD   | Do | $\bar{x}$      | SD   | Do | $\bar{x}$   | SD   | Do | $\bar{x}$ | SD   | Do |
| droga – tania                | 2,51               | 1,34 | 2  | 4,90           | 1,54 | 4  | 1,97        | 1,21 | 1  | 5,07      | 1,80 | 7  |
| niesmaczna – smaczna         | 5,42               | 1,56 | 6  | 4,19           | 1,48 | 4  | 4,96        | 1,64 | 6  | 3,93      | 1,97 | 4  |
| nieapetyczna – apetyczna     | 5,36               | 1,48 | 6  | 4,46           | 1,53 | 4  | 4,83        | 1,55 | 4  | 4,50      | 1,90 | 6  |
| niskiej – wysokiej jakości   | 5,45               | 1,29 | 6  | 3,21           | 1,53 | 4  | 5,61        | 1,35 | 7  | 2,24      | 1,50 | 1  |
| szkodliwa – zdrowa           | 5,13               | 1,55 | 6  | 3,72           | 1,41 | 4  | 5,51        | 1,68 | 7  | 2,05      | 1,51 | 1  |
| tuczająca – dietetyczna      | 3,67               | 1,47 | 4  | 3,21           | 1,37 | 4  | 4,74        | 1,43 | 4  | 1,85      | 1,48 | 1  |
| sztuczna – naturalna         | 5,74               | 1,29 | 7  | 2,91           | 1,44 | 3  | 5,84        | 1,47 | 7  | 1,95      | 1,35 | 1  |
| trudna – łatwa w konsumpcji  | 4,51               | 1,53 | 4  | 5,41           | 1,45 | 7  | 4,43        | 1,61 | 4  | 6,05      | 1,38 | 7  |
| anty – prośrodowiskowa       | 5,26               | 1,41 | 6  | 3,40           | 1,54 | 4  | 5,70        | 1,53 | 7  | 2,48      | 1,48 | 1  |
| ciężko – lekkostrawna        | 3,78               | 1,58 | 4  | 3,18           | 1,33 | 4  | 4,83        | 1,47 | 4  | 2,00      | 1,42 | 1  |
| niemodna – modna             | 4,73               | 1,63 | 4  | 4,54           | 1,52 | 4  | 5,13        | 1,79 | 7  | 5,45      | 1,76 | 7  |
| trudno – łatwo dostępna      | 3,20               | 1,61 | 2  | 6,09           | 1,45 | 7  | 3,23        | 1,59 | 3  | 6,33      | 1,25 | 7  |
| niehigieniczna – higieniczna | 4,77               | 1,45 | 4  | 4,40           | 1,57 | 4  | 5,20        | 1,46 | 6  | 3,67      | 1,85 | 4  |

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Do – dominanta

**Źródło:** Opracowanie własne

**Source:** Own elaboration

Wartość średniej arytmetycznej, wyrażająca postawę neutralną wyniosła dla niniejszej skali 52. Postawę negatywną oznaczały wartości z zakresu 13-51, zaś pozytywną z przedziału 53-91.

### Produkty tradycyjne o regionalnym charakterze na tle innych typów żywności

Wizerunek żywności tradycyjnej o regionalnym charakterze odniesiono do żywności: konwencjonalnej, ekologicznej i *fast-food*. Wartości miar położenia w odniesieniu do produktów konwencjonalnych zaprezentowano w tabeli 1.

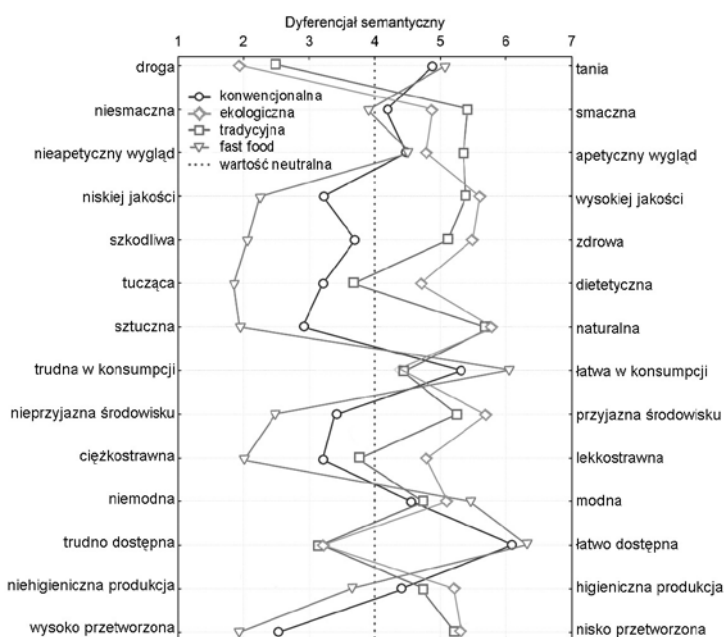
Najwyższe wartości średniej i dominanty cechowały dostępność, co potwierdza charakter tego typu żywności (zwana masową) oraz łatwość jej konsumpcji. Niska wartość miar dowodzi postrzegania żywności konwencjonalnej przez większość respondentów jako „sztuczna” (nienaturalna, przetworzona). Dominanta dla pozostałych cech wyniosła 4, co oddaje neutralny charakter ocen większości ankietowanych. Największe zróżnicowanie opinii wystąpiło dla cech: produkowana w higienicznych-niehigienicznych warunkach, największa spójność natomiast dla właściwości: ciężkostrawna-lekkostrawna oraz tuczająca-dietetyczna.

Analogicznie przeanalizowano postrzeganie żywności ekologicznej (tab. 1). Z uwagi na wysoką wartość średniej arytmetycznej i dominanty należy przyjąć, że przez większość przebadanych żywność ekologiczna jest postrzegana jako: naturalna, przyjazna środowisku, wysokiej jakości, zdrowa, modna, wytwarzana w higienicznych warunkach oraz smaczna. Równocześnie niskie wartości miar świadczą o przyznaniu jej przez ankietowanych cech: droga i trudno dostępna. Największe zróżnicowanie ocen wystąpiło dla właściwości: modna-niemodna, największa zgodność zaś dla poziomu cen.

Ostatnim z ocenianych typów była żywność określana jako *fast food* (tab. 1). W przypadku produktów *fast-food* badani wykazali się najbardziej skrajnymi ocenami. Większość ankietowanych postrzega tę kategorię jako: tuczająca, sztuczna, ciężkostrawna, szkodliwa, niskiej jakości i nieprzyjazna środowisku (niskie wartości miar), a jednocześnie jako: łatwo dostępna, łatwa w konsumpcji, modna, tania i apetycznie wyglądająca.

Jedynie dwie charakterystyki (smak i higieniczność warunków produkcji) uzyskały neutralną wartość dominanty i średnią zbliżoną do tej wartości. Największe zróżnicowanie ocen wystąpiło dla: smaku, apetyczności wyglądu i ceny. Najbardziej zbliżone oceny respondenci przyznawali cechom: dostępność, łatwość konsumpcji i „naturalność”.





**Rys. 1. Profile polaryzacji dla 4 typów żywności.**  
**Fig. 1. Polarization profiles for four types of food products.**

Źródło: Opracowanie własne  
 Source: Own elaboration

Porównania czterech typów żywności dokonano wyznaczając profile polaryzacji pojęć, z wykorzystaniem wartości średniej arytmetycznej (Rys. 1.).

Jak wynika z rysunku, w większości kategorii tradycyjna żywność regionalna była oceniana podobnie jak ekologiczna, zaś konwencjonalna w sposób zbliżony do *fast food*. Dotyczy to w głównej mierze:

- ceny (wysoka – przypisywana żywności ekologicznej i tradycyjnej; niska – żywności konwencjonalnej i *fast food*);
- jakości (wysoka – żywność ekologiczna i tradycyjna, niska – *fast food* i konwencjonalna);
- pozytywnego wpływu na zdrowie (tradycyjna i ekologiczna);
- „sztuczności” (konwencjonalna i *fast food*) i naturalności (ekologiczna i tradycyjna);
- przyjazności środowisku (ekologiczna i tradycyjna);

**Tabela 2. Średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe dla postaw wobec 4 typów żywności**  
**Table 2. The arithmetic mean and standard deviation values for four types of food products**

| typ żywności             | $\bar{x}$ | SD   |
|--------------------------|-----------|------|
| żywność ekologiczna      | 61,97     | 9,20 |
| żywność tradycyjna       | 59,53     | 8,96 |
| żywność konwencjonalna   | 53,62     | 7,87 |
| żywność <i>fast food</i> | 47,56     | 8,27 |

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe

Źródło: Opracowanie własne  
 Source: Own elaboration

– dostępności (łatwo dostępna – konwencjonalna i *fast food*; trudno dostępna – ekologiczna i tradycyjna).

Najmniejsze różnice w ocenie wszystkich rodzajów żywności wystąpiły dla: smaku, wyglądu, łatwości-trudności konsumpcji, mody oraz higieniczności warunków wytwarzania.

Jednocześnie tradycyjna żywność regionalna wyróżniła się w stosunku do pozostałych typów takimi własnościami jak: smak (najsmaczniejsza), wygląd (najbardziej apetyczny), dostępność (trudno dostępna – na równi z ekologiczną). Za najbardziej naturalną uznano żywność ekologiczną, zaś zaraz za nią tradycyjną, przy czym różnica wartości średniej arytmetycznej dla obydwu typów wyniosła zaledwie 0,1.

Zestawienie wartości miar położenia prowadzi do wniosku, że najbardziej pozytywnym wizerunkiem w oczach mieszkańców Podkarpacia cieszą się żywność ekologiczna i tradycyjna o regionalnym charakterze. Postawy tej grupy wobec żywności konwencjonalnej są bliskie neutralnym, a względem produktów *fast food* – przeciętnie negatywne (tab. 2.).

## DYSKUSJA

Wyniki badań są zgodne z obserwacjami (Żakowskiej-Biemas i Kuc [18]), dotyczącymi postrzegania żywności tradycyjnej i regionalnej przez mieszkańców Warszawy i okolic. Ankietowani z tego regionu, podobnie jak mieszkańcy Podkarpacia, łączyli rozpatrywane produkty z wyjątkowym smakiem (35% badanych) i pozytywnym wpływem na zdrowie (50% respondentów). Dodatkowo 8% spośród nich określiło żywność tradycyjną i regionalną jako wolną od konserwantów, co można uznać za odpowiednik „naturalnej”.

Na wysoką jakość zwrócili natomiast uwagę badani przez Borowską [1]. W analizie przeciętnego konsumenta żywności tradycyjnej / regionalnej, autorka stwierdziła łączenie żywności tego rodzaju przez Polaków przede wszystkim ze smakiem (18,6%), wysoką jakością (12,2%) i brakiem chemicznych dodatków (10,4%). Znaczenie smaku dla nabycia żywności tradycyjnej i regionalnej podkreślają w badaniach własnych Grębowiec [6] (20% uczestników); Rybowska i Chełstowska (41%) oraz Pomianowski [13] (47%).

Na wartości sensoryczne uwagę zwrócili Guerrero i wsp. [7], w badaniach poświęconych postrzeganiu produktów tradycyjnych w sześciu krajach Europy, w których korzystano ze zbioru wolnych skojarzeń. Stwierdzono w nich m.in., że Polacy kojarzą termin „żywność tradycyjna” przede wszystkim z określeniami: smaczna (17 z 121 badanych) i rodzima (16). Spośród innych skojarzeń uwzględnionych w niniejszym badaniu pojawiły się także „naturalna” (5 respondentów). Żaden z Polaków nie podał jednak określenia związanego z jakością, podczas gdy nasuwało się ono Francuzom, Hiszpanom i Norwegom. O łączeniu wartości sensorycznych i jakościowych z żywnością tradycyjną wnioskuje Lengard Almi i wsp. [11]. Z ich badań, poświęconych postrzeganiu żywności tradycyjnej przez Europejczyków wynika, że Polacy przypisują żywności tradycyjnej głównie następujące cechy: dobry i wyjątkowy smak (specyficzny, unikatowy),

wsparcie dla rozwoju lokalnej gospodarki i wysoka jakość. W dalszej kolejności Polacy podkreślali: przyjazność środowisku, bezpieczeństwo, wysokie wartości odżywcze, zdrowotność i apetyczny wygląd.

Ogólne konkluzje z badań o pozytywnym wizerunku tradycyjnej żywności o regionalnym charakterze w oczach mieszkańców Podkarpacia są także zbieżne z wynikami uzyskanymi przez Lengard Almi i wsp. [11] odnośnie postaw Polaków i z analizami europejskimi Pieniak i wsp. [12] oraz wnioskami Żakowskiej-Biemas i Kuc [18] z badań krajowych. W analizach porównawczych Lengard Almi i wsp. [11] Polacy okazali się zajmować drugą lokatę pod względem pozytywnego stosunku do żywności tradycyjnej wśród sześciu rozpatrywanych nacji (Hiszpanie, Francuzi, Polacy, Norwegowie, Włosi i Belgowie). Autorzy doszli do wniosku, że postawy Europejczyków wobec żywności tradycyjnej są generalnie bardzo pozytywne. Średnia dla polskich konsumentów wyniosła 6,01 (odchylenie standardowe 1,11) na 7-mio stopniowej skali Likerta, co plasowało ich zaraz za wykazującymi najbardziej pozytywny stosunek Hiszpanami (średnia 6,04, odchylenie standardowe).

## WNIOSKI

Tradycyjne produkty regionalne posiadają pozytywny wizerunek w oczach mieszkańców Podkarpacia. Korzystny stosunek konsumentów do tej kategorii produktów uzasadnia podejmowanie działań wspierających ich rozwój tak w kontekście gospodarki regionalnej, jak i krajowej.

Tradycyjna żywność regionalna jest postrzegana w sposób zbliżony do produktów ekologicznych. Obserwacja ta potwierdza słuszność wspólnego promowania tych kategorii pod szyldem „żywności wysokiej jakości”, tak przez władze samorządowe (*Regionalna...*[14], 2004; *Strategia...* [17], 2006; *Regionalny...*[15], 2007), jak organizacje trzeciego sektora<sup>1</sup>.

## LITERATURA

- [1] **BOROWSKA A. 2007.** Charakterystyka konsumentów produktów tradycyjnych/regionalnych w Polsce. Raport z badań Grant Fundacji „Fundusz Współpracy” (W:) Konferencja „Rynek tradycyjnej żywności o uznanej jakości. Materiały konferencyjne, Ożarów Mazowiecki, 10-11.12.2007, 7-23.
- [2] **BYSZEWSKA I. 2009.** Podkarpacki Produkt Regionalny w Unii Europejskiej (W:) Materiały konferencyjne, Wydawnictwo PODR, Boguchwała, s. 3-18.
- [3] **BYSZEWSKA I. 2011.** Strażnik kulinarnego dziedzictwa i jakości żywności (W:) Dziedzictwo i nowoczesność. Ochrona wiedzy tradycyjnej w Polsce i na świecie – konferencja, Urząd Patentowy RP, Warszawa, 15 kwietnia. [www.uprp.pl/uprp/redir.jsp?placce=Gallery-Stats&id=29288](http://www.uprp.pl/uprp/redir.jsp?placce=Gallery-Stats&id=29288) (dostęp: 06.05.2012)
- [4] **CHEN M-F. 2008.** *An integrated research framework to understand consumer attitudes and purchase intentions toward genetically modified foods.* British Food Journal, 110, 6, 559-579.
- [5] Evaluation of the CAP policy on protected designations of origin (PDO) and protected geographical indications (PGI). Final report, London Economics, London 2008.
- [6] **GRĘBOWIEC M. 2010.** Rola produktów tradycyjnych i regionalnych w podejmowaniu decyzji nabywczych przez konsumentów na rynku dóbr żywnościowych w Polsce. *Zeszyty Naukowe SGGW*, 10, XXV, 2, 22-31.
- [7] **GUERRERO L., CLARET A., VERBEKE W., ENDERLI G., ŻAKOWSKA-BIEMAS S., VANHONACKER F., SAJDAKOWSKA M., GRANLI B.S., SCALVEDI L., CONTEL M., HERSLETH M. 2010.** *Perception of traditional food products in six European regions using free word associations.* Food Quality and Preference, 21, 1008-1021.
- [8] **JASIŃSKI J., RZYTKI M. 2007.** Rynek produktów regionalnych i tradycyjnych (W:) *Biuletyn Informacyjny ARR* 1, 187, 33-44.
- [9] **JEŻEWSKA-ZYCHOWICZ M. 1995.** Czynniki warunkujące zachowania żywieniowe we współczesnych gospodarstwach domowych. *Gospodarstwo domowe*, 1, 25-28.
- [10] **Karcz K., Kędzior Z. 1999.** Postawy konsumentów wobec produktów krajowych i zagranicznych, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice.
- [11] **Lengard Almi V., Verbeke W., Vanhonacker F., Næs T., Hersleth M. 2011.** *General image and attribute perception of traditional food.* Food Quality and Preference, 22, 1, 129-138.
- [12] **Pieniak Z., Verbeke W., Vanhonacker F., Guerrero L., Hersleth M. 2009.** *Association between traditional food consumption and motives for food choice in six European countries.* Appetite, 53, 101-108.
- [13] **Pomianowski J. 2009.** Badania konsumenckie żywności regionalnej. *Biuletyn Naukowy UWM*, 30, 41-47.
- [14] Regionalna Strategia Innowacji Województwa Podkarpackiego na lata 2005-2013, Oficyna Wyd. PRz, Rzeszów 2004.
- [15] Regionalny Program Operacyjny Województwa Podkarpackiego na lata 2007-2013, Wyd. Zarząd Województwa Podkarpackiego, Rzeszów 2007.
- [16] **Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1151/2012** z dnia 21 listopada 2012 r. w sprawie systemów jakości produktów rolnych i środków spożywczych (Dz.Urz. UE L 343 z 14.12.2012).
- [17] Strategia Rozwoju Województwa Podkarpackiego 2007-2020, Wyd. Zarząd Województwa Podkarpackiego, Rzeszów 2006.
- [18] **Żakowska-Biemas S., Kuc K. 2009.** *Żywność tradycyjna i regionalna w opinii i zachowaniach polskich konsumentów.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3, 64, 105-114.

<sup>1</sup> 16.01.2013 r. Stowarzyszenie na Rzecz Rozwoju i Promocji Podkarpacia „Pro Carpathia” z Rzeszowa powołało klaster „Podkarpackie Smaki”. Wśród jego celów znalazły się m.in. stymulowanie rozwoju i promocja żywności ekologicznej, tradycyjnej, regionalnej i lokalnej z terenu Podkarpacia.

Dr inż. Andrzej WESOŁOWSKI  
 Katedra Podstaw Bezpieczeństwa, Wydział Nauk Technicznych  
 Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
 Dr inż. Agnieszka SZPARAGA  
 Katedra Biochemii i Biotechnologii  
 Dr inż. Maria DYMKOWSKA-MALESA  
 Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
 Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

## WPŁYW GRUBOŚCI PŁASTRÓW JABŁEK PRZED SUSZENIEM PROMIENNIKOWYM NA ICH REHYDRACJĘ®

The influence of apple slices' thickness before being dried with infrared radiation on their rehydration®

**Słowa kluczowe:** suszenie, promieniowanie podczerwone, rehydracja, grubość, jabłka, owoce.

*Praca przedstawia wyniki badań autorów będące kontynuacją badań wpływu mocy promienników podczerwieni na zdolność pochłaniania wody przez plastry jabłek odmiany Lobo. Do badań użyto plasterów jabłek odmiany Lobo o średnicy 40mm i grubościach 2,5mm, 5,0mm, 10mm. Materiał naświetlano promiennikami podczerwieni o łącznej mocy 500W. Stwierdzono, że grubość materiału przed suszeniem ma wpływ na jego późniejszą rehydrację. Zależność ta jest liniowa. Zdolność pochłaniania wody maleje wraz ze wzrostem grubości materiału. Przedłużanie procesu suszenia ma negatywny wpływ na zdolność pochłaniania wody, co świadczy o naruszeniu lub zniszczeniu struktury materiału.*

**Key words:** dehydration, infrared radiation, rehydration, thickness, apples, fruits.

*This elaboration shows the results of author's research work on the influence of infrared radiators power on the ability of absorbing water by slices of lobo apples. The samples were prepared the same way as during previous research. The total power of radiators was 550 W, optimal according to the previous research. It was found that the thickness of slices was important for their ability of absorbing water. It's the maximum rehydration coefficient. The character of that is linear. The ability of absorbing water is going lower together with the thickness of sample. Making the drying process longer makes the ability of absorbing water worse, that means the structure of sample gets damaged or destroyed. The optimal time of rehydration the dried apples, with water of a temperature 20° C, takes 5 hours.*

### Oznaczenia

$\delta$  (delta) – błąd,  
 a, b, c – współczynniki równania,  
 s – grubość plasterów jabłek [m],  
 $m_0$  – masa początkowa [kg],  
 $m_{ss}$  – masa suchej substancji [kg],  
 m(t) – masa suszonego materiału [kg],  
 RC – współczynnik rehydracji [-],

$RC_{max}$  – największa, uzyskana w badaniach wartość współczynnika rehydracji [-],  
 $RC_{teoret}$  – teoretycznie największa wartość współczynnika rehydracji [-],  
 r – współczynnik korelacji,  
 $r^2$  – współczynnik determinacji,  
 $t_{sr}$  – średni czas suszenia [s],  
 $d(RC)/dt$  – szybkość nawilżania [ $kg \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ ].

### WPROWADZENIE

Rehydracja jest procesem niezwykle złożonym. W jej trakcie mamy do czynienia z dwoma strumieniami masy przemieszczającymi się w przeciwnych kierunkach. Woda z otoczenia jest wchłaniania przez odwodniony materiał, natomiast rozpuszczone w materiale składniki (cukry, kwasy, minerały, witaminy) przedostają się do otoczenia [8, 11]. Przebieg procesu zależy więc zarówno od cech surowca jak i od warunków procesu suszenia i zabiegów wstępnych [12, 13, 14]. Szybkość i stopień rehydracji zależy od warunków, w jakich przeprowadzany jest proces suszenia, a także od zastosowanej metody suszenia [10]. Nieprawidłowy ich dobór

może powodować rozrywanie wewnętrznej struktury sieci komórkowej, co osłabia zdolność materiału do wiązania i zatrzymywania wody, wpływając jednocześnie na jakość produktu [3, 4, 5]. Jednym z podstawowych celów procesu suszenia jest częściowe usunięcie wilgoci z materiału. Proces ten ma na celu m.in. uzyskanie warunków niekorzystnych dla rozwoju drobnoustrojów powodujących psucie się żywności. Dzięki temu możliwe jest jego długotrwałe przechowywanie w celu zastosowania i późniejszego wykorzystania w żywności wygodnej w postaci przekąsek, suchych mieszanek, zup czy suszu owocowego [9].

Jednym z istotnych parametrów jest optymalna grubość materiału, co wykazano dla plasterów pietruszki [1, 2]. W przypadku materiałów tak różnych jak materiały biologiczne, wyników otrzymanych dla jednych materiałów nie powinno uogólniać się na inne materiały biologiczne.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu grubości plasterów jabłek przed suszeniem na ich zdolność do pochłaniania wody.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do badań użyto plasterów jabłek odmiany Lobo pochodzących z przechowalni Zakładu Doświadczalnego Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Pozortach. Jabłka po zakupie przechowywane były w temperaturze 6°C. Jabłka do badań wybierano losowo. Przy użyciu krawalnicy wycinano z nich plastry o grubościach 2,5mm, 5,0mm i 10,0mm. Następnie wybierano plastry o jednorodnym wyglądzie i przy pomocy formy wycinano z nich krążki o średnicy 40mm. Krążki suszono w laboratoryjnej suszarce promiennikowej przy użyciu zestawu promienników o łącznej mocy 550W. Wartość tę dobrano na podstawie otrzymanych wcześniej wyników [7]. Badania zdolności pochłaniania wody przez susz przeprowadzono w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C. Użyto 5 krążków suszu dla każdej grubości początkowej. Każdy krążek umieszczano w kuwecie z wodą na odpowiednio oznaczonym miejscu. Pozwoliło to na jednoznaczną identyfikację.

Na podstawie wyników otrzymanych we wcześniejszych badaniach ustalono czas nawilżania na 5 godzin [7]. Co 15 minut krążki wyjmowano z wody i po osuszeniu bibułą ważono i ponownie umieszczano na swoich miejscach. Po 5 godzinach określano masy suchej substancji każdej próbki. Dla każdej grubości cykl pomiarów powtarzano 3 krotnie. Do oceny procesu nawilżania zastosowano współczynnik rehydracji RC opisany zależnością (1):

$$RC = (m(t) - m_0) / m_{SS} \quad (1)$$

Błąd względny wyznaczono wykorzystując równanie (2):

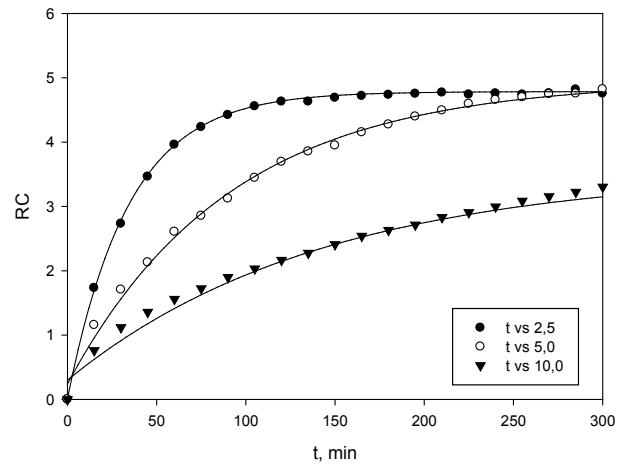
$$\delta RC / |RC| = [(\delta m(t) + \delta m_0) / |m(t) - m_0|] = \delta m_{SS} / |m_{SS}| \quad (2)$$

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu pakietu Statistica 8 przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ . Do porównań par średnich wykorzystano testy Tukey'a i Newman-Keulesa.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie otrzymanych wyników badań wyznaczono krzywe przedstawiające zmiany współczynnika rehydracji RC w zależności od grubości materiału (rys. 1). Krzywe opisujące równanie (3) przedstawiono na rys. 1. Aproksymując one wyniki pomiarów ze współczynnikiem korelacji nie niższym niż  $r = 0,993$ .

$$RC = a \cdot (b - \exp(-c \cdot t)) \quad (3)$$



Rys. 1. Krzywe rehydracji.

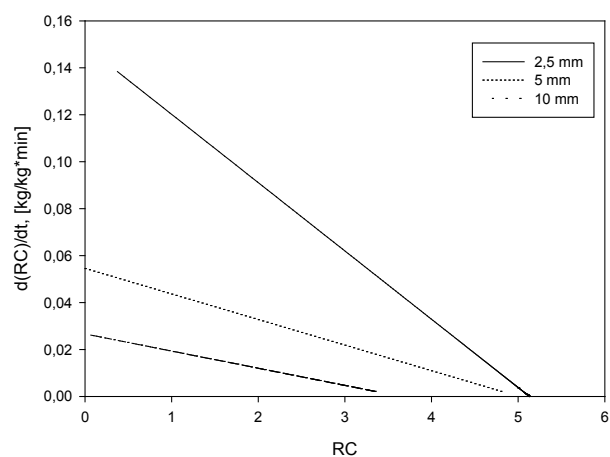
Fig. 1. Rehydration curves.

Źródło: Badania własne

Granica funkcji opisanej równaniem (3) przy  $t \rightarrow \infty$  dąży do wartości iloczynu  $a \cdot b$ . Maksymalne, teoretyczne wartości współczynnika rehydracji wynoszą więc odpowiednio dla:

$$\begin{aligned} \text{Grubości próbki: } 2,5 \text{ mm} & - RC_{\text{teoret}} = 4,76 \\ & 5,0 \text{ mm} & - RC_{\text{teoret}} = 4,78 \\ & 10,0 \text{ mm} & - RC_{\text{teoret}} = 3,55 \end{aligned}$$

Wartość teoretycznego współczynnika rehydracji  $RC_{\text{teoret}}$  próbek o grubości 2,5 mm i 5 mm różni się nieznacznie. Próbka o grubości 10 mm natomiast osiąga znacznie niższy współczynnik  $RC_{\text{teoret}}$ . Powodem takiej sytuacji może być uszkodzenie struktury komórkowej materiału podczas suszenia. Próbka o grubości 10 mm, aby osiągnąć równowagową zawartość wody musiała być naświetlana promieniowaniem podczerwonym przez czas  $t_{\text{sr}} = 880$  min. Odpowiednio próbki o grubości 2,5 mm wymagały naświetlania  $t_{\text{sr}} = 380$  min, a próbki o grubości 5 mm czasu  $t_{\text{sr}} = 460$  min [6]. Grubość plasterów została dobrana w taki sposób, aby promieniowanie nagrzewało je jednocześnie w całej objętości. Gwałtowna migracja wody powoduje prawdopodobnie zapadanie się ścian komórkowych. To z kolei ogranicza zdolność do ponownego uwodnienia materiału.



Rys. 2. Krzywe szybkości rehydracji.

Fig. 2. Rehydration speed curves.

Źródło: Badania własne



Ponieważ zdolność do wiązania i zatrzymywania wody jest wskaźnikiem zniszczenia struktury komórkowej surowca [4] można stwierdzić, że to właśnie wydłużony czas naświetlania podczas suszenia plastrów o grubości 10 mm ogranicza ich zdolność rehydracji.

Szybkość pochłaniania wody jest odwrotnie proporcjonalna do zawartości wody w materiale niezależnie od jego grubości początkowej (rys. 2). Wraz ze wzrostem grubości szybkość rehydracji maleje. Dla próbki o najmniejszej, badanej grubości proces pochłaniania wody jest znacznie bardziej dynamiczny niż dla pozostałych próbek. Zależność szybkości nawilżania od zawartości wody w materiale bardzo dobrze aproksymują proste, których równania zamieszczono w tabeli 1.

**Tabela 1. Równania krzywych szybkości rehydracji**

**Table 1. Equations of rehydration speed curves**

| grubość próbki s | Równanie                              | Współczynnik korelacji |
|------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 2,5 mm           | $d(RC)/dt = 0,1493 - 0,0291 \cdot RC$ | $r = 0,999$            |
| 5 mm             | $d(RC)/dt = 0,0545 - 0,0109 \cdot RC$ | $r = 0,998$            |
| 10 mm            | $d(RC)/dt = 0,0266 - 0,0073 \cdot RC$ | $r = 0,993$            |

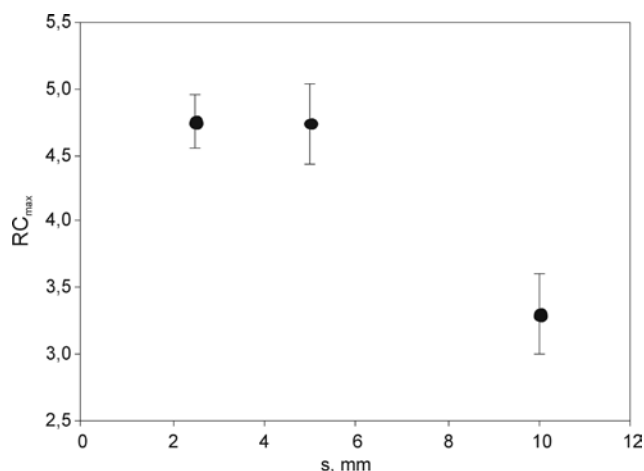
Źródło: Badania własne

**Tabela 2. Maksymalne wartości współczynnika rehydracji**

**Table 2. Maximum value of rehydration coefficient**

| s<br>grubość materiału | $RC_{max}$<br>dla $t = 300$ min | $RC_{teoret}$<br>dla $t \rightarrow \infty$ |
|------------------------|---------------------------------|---|
| 2,5 mm                 | $4,75 \pm 0,2$                  | 4,76  |
| 5 mm                   | $4,74 \pm 0,3$                  | 4,78  |
| 10 mm                  | $3,30 \pm 0,3$                  | 3,55  |

Źródło: Badania własne



**Rys. 3. Zmiana maksymalnego współczynnika rehydracji dla badanych grubości materiału.**

**Fig. 3. Change of maximal rehydration coefficient for the investigated samples thickness.**

Źródło: Badania własne

W tabeli 2 przedstawiono maksymalne wartości współczynnika rehydracji osiągnięte po 300 min procesu nawilżania oraz teoretycznie możliwego do osiągnięcia współczynnika rehydracji przy założeniu, że czas nawilżania zdąży do nieskończoności.

Zastosowany czas nawilżania wynosił 300 min. W tym czasie materiał wchłonął maksymalną, możliwą ilość wody. Stwierdzono, że wartość maksymalnego współczynnika rehydracji w przypadku plastrów jabłek suszonych promieniami podczerwonymi maleje odwrotnie proporcjonalnie do grubości materiału przed suszeniem.

Zmianę tę opisuje krzywa o równaniu (4).

$$RC = 5,51 - 0,207 \cdot s \quad (4)$$

Współczynnik determinacji wynosi  $r^2 = 0,867$ . Widać, że współczynnik rehydracji maleje wraz ze wzrostem grubości materiału (rys. 3).

## PODSUMOWANIE

Grubość plastrów jabłek przed suszeniem promiennikowym ma znaczny wpływ na proces ich rehydracji. Spośród trzech grubości wybranych do badań plastry o początkowych grubościach równych 2,5 mm i 5,0 mm w ciągu 5h osiągnęły maksymalną, wynikającą z przyjętego modelu zawartość wody wyrażoną współczynnikiem rehydracji  $RC_{teoret}$ . Odpowiednio uzyskano wartości  $4,75 \pm 0,2$  i  $4,74 \pm 0,2$ . Różnice pomiędzy maksymalnym współczynnikiem rehydracji  $RC_{max}$  i wartością  $RC_{teoret}$  odpowiednio 4,76 i 4,78 w obu przypadkach są statystycznie nieistotne. Inaczej dzieje się w przypadku plastrów o grubości początkowej 10,0 mm. Współczynnik rehydracji  $RC_{max}$  jest znacznie niższy od współczynników uzyskanych dla próbek grubości 2,5 mm i 5,0 mm i wynosi  $3,30 \pm 0,3$ . Różni się on statystycznie istotnie od wartości wyznaczonej z modelu  $RC_{teoret} = 3,55$ .

Krzywe rehydracji próbek o grubości 2,5 mm i 5,0 mm wskazują na gwałtowny proces nawilżania w początkowej fazie procesu, przy czym jego nasilenie jest tym większe im grubość próbki jest mniejsza. W kolejnej fazie następuje wyraźne spowolnienie procesu. W przypadku próbki o grubości 2,5 mm już po upływie ok. 150 min osiągnięty jest maksymalny współczynnik rehydracji  $RC_{max}$ . W przypadku próbki o grubości 5,0mm czas ten wynosi ok. 300 minut. Proces rehydracji próbki o grubości 10,0 mm przebiega odmiennie. Podczas jej nawilżania nie można wyodrębnić różnych faz. Proces przebiega wolniej i jest znacznie spokojniejszy. Szybkość rehydracji natomiast jest odwrotnie proporcjonalna do grubości początkowej materiału.

W przypadku suszenia promieniami podczerwonymi plastrów jabłek z przeznaczeniem do późniejszej rehydracji, należy stosować plastry o grubości do 5,0 mm.

## LITERATURA

- [1] GÓRNICKI K. 2010. Effect of convectional drying parameters on rehydration kinetics of parsley dried slices. Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Agricult. 55.

- [2] **KALETA A., GÓRNICKI K., WIERZBICKA A., PACAK-ŻUK S. 2008.** *Investigation of the course of rehydration of dried parsley root slices.* Acta Agrophysica 12(3), 689-698.
- [3] **LENART A. 1988.** Sacharoza jako czynnik modyfikujący osmotyczno-owiewowe utrwalanie jabłek. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- [4] **LEWICKI P.P., WITROWA-RAJCHERT D., MARIK J. 1997.** *Changes of structure during rehydration of dried apples.* J. Food Eng., 32, 4, 347-350.
- [5] **MCMINN W., MAGEE T. 1997.** *Quality and physical structure of a dehydrated starch-based system.* Drying Technology, 15(6/8), 1961-1972.
- [6] **WESOŁOWSKI A. 2000.** Badania suszenia jabłek promieniami podczerwonymi. Ph. D. Thesis, SGGW Warszawa.
- [7] **WESOŁOWSKI A. 2009.** *The influence of apples slices that were dried using infrared radiation on their ability to absorbing water.* Acta Sci. Pol., Technica Agraria 8(1-2), 23-32.
- [8] **STĘPIEŃ B., PASŁAWSKA M., JAŻWIEC B. 2011.** Wpływ metody suszenia na zdolność do rehydracji suszonej pietruszki. Inżynieria Rolnicza 4 (129).
- [9] **KROKIDA A., MARINOS-KOURIS D. 2003.** Rehydration kinetics of dehydrated products. Journal of Food Engineering 57 (1-7).
- [10] **STĘPIEŃ B. 2007.** Wpływ metody suszenia na rehydrację selera. Inżynieria Rolnicza 8(96).
- [12] **LEWICKI P.P., 1998a.** *Some remarks on rehydration of dried foods.* J. Food Engng., 36, 81-87.
- [13] **MC MINN W.A.M., MAGEE T.R.A. 1997a.** *Quality and physical structure of starch based system.* Drying Technol., 7(3), 537-557.
- [14] **MC MINN W.A.M., MAGEE T.R.A., 1997b.** *Physical characteristics of dehydrated potatoes – Part II.* J. Food Engng., 33, 49-55.

Prof. dr hab. Bożena WASZKIEWICZ-ROBAK

Dr hab. Arkadiusz SZTERK

Mgr inż. Paulina KACZMARCZUK

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Zakład Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa  
SGGW w Warszawie

# BEZPIECZEŃSTWO ZDROWOTNE MIĘSA WOŁOWEGO PODDANEGO OBRÓBCE TERMICZNEJ®

## Safety aspects of beef subjected to heat treated meat®



**INNOWACYJNA GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



*Pracę zrealizowano w ramach Projektu współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce, zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody”*

**Słowa kluczowe:** wołowina, dojrzewanie, obróbka wysokotemperaturowa, HAA, metody oznaczania.

*W pracy zbadano wpływ stopnia dojrzałości mięsa wołowego na ilość heterocyklicznych amin aromatycznych (HAA) powstających podczas różnego rodzaju wysokotemperaturowej obróbki termicznej (pieczenia, smażenia i grillowania). Do badań wykorzystano mięśnie tuszy wołowej: lędźwiowy większy - pośladkowiec (psoas major) oraz pośladkowy średni - rostbef (gluteus medius), które dojrzewały w różnym czasie (5, 10 i 15 dni). Przeprowadzono analizę chromatograficzną próbek. Najwięcej HAA (10,01 ng/g mięsa) stwierdzono w mięśni gluteus medius. Wydłużenie czasu dojrzewania mięsa wołowego powodowało zwiększenie ilości powstających HAA. Spośród badanych procesów termicznych najwięcej HAA (9,37 ng/g) powstawało podczas grillowania. Najczęściej występującą aminą w mięsie poddanym obróbce termicznej była PhIP (nawet ponad 400 ng/g mięsa). W mięsie grillowanym nie stwierdzono aminoimidazoarenów (IQ oraz IQx), które ze względu na wysoką wrażliwość na działanie wysokiej temperatury, rozkładały się podczas procesu termicznego.*

**Key words:** beef, aging, high temperature processing, HAA, analytical methods.

*The aim of the study was to investigate heterocyclic aromatic amines (HAA) content in heat-treated beef (frying and grilling) depending on the type of beef muscle and their aging. In the study, two different beef muscles were used: lumbar higher (psoas major) and middle gluteal (gluteus medius), aging process was carried out in different periods of time (5, 10 and 15 days). Chromatographic analysis of heat treated beef samples was performed. The most of HAA (10.01 ng/g) was found in the gluteus medius muscle. During aging process the amount of HAA in meat increased. Among the studied thermal processes the most HAA (9.37 ng/g) was formed during grilling process. The PhIP was formed in the largest quantities (more than 400 ng/g of) with comparison to other heterocyclic aromatic amines found in studied samples. Aminoimidazoarenes (IQ and IQx) were not found in grilled beef meats, probably there were thermally decomposition during heat treatment.*

## WSTĘP

Wysokotemperaturowa obróbka termiczna surowców spożywczych jest powodem powstawania w żywności związków wpływających niekorzystnie na zdrowie człowieka. Najbardziej znane są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i heterocykliczne aminy aromatyczne (HAA). O ile powstawanie WWA zostało szeroko zbadane, to HAA nie są dobrze poznane, pomimo, że zostały odkryte ponad 30 lat temu. Heterocykliczne aminy aromatyczne występują w żywności w bardzo małych ilościach, rzędu kilku-kilkunastu ng/g. Do tej pory opisywano ponad 20 różnych HAA. Wiele z nich wykazuje działanie mutagenne i karcinogenne.

Powstawanie heterocyklicznych amin aromatycznych zachodzi w mięsie, gdy działająca na nie temperatura osiągnie poziom co najmniej 150°C. Oznacza to, że większość lubianych przez konsumentów sposobów obróbki termicznej mięsa powoduje powstawanie tych związków, ponieważ zarówno smażenie, pieczenie, jak i grillowanie to procesy wymagające temperatury powyżej 150°C. Możliwe jest jednak takie przetwarzanie termiczne mięsa, które nie powoduje powstania większych ilości HAA, jednakże wiąże się to z obróbką w niższej temperaturze, np. gotowanie. Gotowane mięso wołowe, pomimo swoich walorów zdrowotnych, nie jest zbyt akceptowane przez konsumentów, gdyż uznawane jest za mało atrakcyjne sensorycznie, nie ma odpowiedniej, rumianej

barwy ani chrupiącej skórki. Fakt ten jest powodem kontynuacji systematycznych badań prowadzących do poznawania czynników warunkujących powstawanie związków HAA w mięsie podczas zróżnicowanej obróbki termicznej.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu stopnia dojrzwania mięsa wołowego na ilość heterocyklicznych amin aromatycznych (HAA) powstających podczas wysokotemperaturowej obróbki termicznej (smażenie i grillowanie na grillu elektrycznym).**

## HETEROCYKLICZNE AMINY AROMATYCZNE

W żywności poddanej obróbce cieplnej rozróżniane są dwie klasy heterocyklicznych amin aromatycznych, tj. aminoimidazoareny i aminy pirolityczne [22]. Heterocykliczne aminy aromatyczne zawierają od dwóch do pięciu (zwykle trzy) skondensowanych pierścieni aromatycznych z co najmniej jednym atomem azotu wbudowanym w pierścień oraz zwykle z jedną niecykliczną grupą aminową. Powstają podczas obróbki termicznej produktów organicznych, zawierających związki azotowe. Temperatura ma decydujący wpływ na powstawanie HAA stąd ich podział na grupy opiera się na zakresach temperatur w jakich dochodzi do ich formowania [3].

HAA zawierające grupę N-metylo-2-aminoimidazolową powstają na skutek reakcji pirydyny lub pirazyń, będących produktami cieplnej degradacji aminokwasów z cukrami i kreatyną. Powstające aminy nazywane są aminami typu IQ- oraz IQx-. Związki te powstają w mięsie podgrzewanym do temperatury powyżej 150°C [22]. Uważa się, że do powstawania tej klasy heterocyklicznych amin aromatycznych przyczynia się reakcja Maillarda. Obecne w surowym mięsie kreatyna, aminokwasy i heksozy są prawdopodobnymi prekursorami HAA. Zakłada się, że kreatyna w wyniku dehydratacji i cyklizacji formuje aminoimidazolową część cząsteczek HAA. Pozostała część związku pochodzi z produktów degradacji Streckera, takich jak pirydyny i pirazyń, powstałych z heksoz i aminokwasów w wyniku reakcji Maillarda. Obie części łączą się ze sobą poprzez aldehydy Streckera (lub odpowiednie zasady Schiff'a) w wyniku kondensacji aldolowej. Hipotezę tę potwierdzono w badaniach laboratoryjnych, w których mieszaninę kreatyny, glicyny i glukozy ogrzewano w temperaturze 130°C przez dwie godziny i analiza jakościowa preparatu wykazała obecność MeIQx i 7,8-DiMeIQx. Gdy zamiast glicyny użyto treoniny w roztworze wykryto MeIQx i 4,8-DiMeIQx [19]. Druga klasa HAA – aminy pirolityczne – powstają bezpośrednio w wyniku pirolizy aminokwasów (tryptofanu i kwasu glutaminowego) w wysokiej temperaturze (> 250°C).

Polarne HAA powstają z aminokwasów i kreatyniny w obecności lub przy braku węglowodanów. Kreatynina dostarcza skondensowanym aminom aromatycznym pierścień imidazolowy. Jej brak uniemożliwia powstawanie obu typów HAA (IQ i IQx). Temperatura niezbędna do takiej syntezy mieści się w przedziale 150-250°C. Do powstania amin niepolarnych potrzebna jest wyższa temperatura. Aminy takie są produktami pirolizy aminokwasów [4].

## TOKSYCZNOŚĆ HETEROCYKLICZNYCH AMIN AROMATYCZNYCH

Heterocykliczne aminy aromatyczne to związki potencjalnie mutagenne. Potwierdzono to w teście Ames dla ponad 20 z nich. HAA wykazują działanie mutagenne dla bakterii oraz niektórych tkanek ssaków, powodując aberracje chromosomowe oraz wymiany siostrzanych chromatyd w koloniach komórkowych [3]. Niektóre z heterocyklicznych amin aromatycznych są bardziej mutagenne w stosunku do niektórych zwierząt niż typowe mutageny i karcinogeny, takie jak benzo[a]piren czy aflatoksyna B<sub>1</sub>. HAA są ponad 100 razy bardziej mutagenne niż aflatoksyna B<sub>1</sub> i ponad 2000 razy bardziej mutagenne niż benzo[a]piren [15]. W stosunku do *Sallmonella typhimurium* HAA wykazują działanie wysoce mutagenne powodując mutacje genowe: delecję i addycję prowadzące do przesunięcia ramki odczytu (*S.typhimurium* TA98) i substytucję (*S.typhimurium* TA100). Tego samego typu mutacje występują również w komórkach ssaków narażonych na działanie HAA, co potwierdzono w badaniach *in vitro* i *in vivo*. HAA wykazują karcinogenne działanie w stosunku do gryzoni, zwiększając ryzyko nowotworów różnych narządów, tj.: jama ustna, wątroba, żołądek, płuca, jelito grube, prostata czy gruczoły mlekowe. Potwierdzono to w długofalowych badaniach opartych na karmieniu paszą z dodatkiem HAA [20].

Pod uwagę brana jest konsumpcja czerwonego mięsa, a także rodzaj i stopień obróbki termicznej. Rolę HAA w karcinogenezie przypisuje się dwóm czynnikom: wysokiemu spożyciu czerwonego mięsa oraz znacznej konsumpcji mięsa bardzo mocno wysmażonego. Niemniej nie ma wystarczających dowodów potwierdzających bezpośrednią korelację pomiędzy wzrostem ryzyka zachorowań na raka a konsumpcją HAA. Potwierdzenie tej hipotezy wymaga dalszych badań laboratoryjnych i epidemiologicznych [3].

Międzynarodowa Agencja ds. Badań Nad Rakiem po przeanalizowaniu szeregu badań nad karcinogennością HAA zakwalifikowała IQ do grupy substancji prawdopodobnie karcinogennych dla ludzi (grupa 2A), a MeIQ, MeIQx, PhIP, AαC, MeAαC, Glu-P-1, Glu-P-2, Trp-P-1 oraz Trp-P-2 do substancji prawdopodobnie mających działanie karcinogenne dla ludzi (grupa 2B) [14].

## WPŁYW RÓŻNYCH CZYNNIKÓW NA FORMOWANIE HAA W MIĘSIE

**Temperatura i czas obróbki.** Powstawanie heterocyklicznych amin aromatycznych jest zależne od temperatury oraz czasu obróbki. Krótki czas ogrzewania (<15 min) w połączeniu ze stosunkowo niską temperaturą (150°C) nie powoduje formowania HAA w próbkach mięsa, jednakże wraz ze wzrostem temperatury oraz czasu obróbki zawartość HAA również rośnie. Zależność tę potwierdzają różne badania wpływu czasu ogrzewania w danej temperaturze, w których wykazano, że wydłużenie czasu ogrzewania próbki w zadanej temperaturze powoduje wzrost zawartości HAA [1]. Zbliżone wyniki uzyskano w badaniu polegającym na ogrzewaniu próbek mięsa wołowego w temperaturze 150-180°C, gdzie początkowo zawartość HAA była



niewielka, lecz w miarę upływu czasu proporcjonalnie rośła. W zależności od rodzaju HAA przyrost ten był bardzo duży (8-MeIQx, Izo-MeIQx) lub stosunkowo spokojny (IQx, PhIP, 4,8-DiMeIQx, 7,9-DiMeIQx) [22]. Zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych zależy w dużej mierze od temperatury obróbki i czasu w jakim próbka jest poddawana jej działaniu, co można określić jako stopień wysmażenia mięsa. Potwierdza to badanie zawartości HAA na poszczególnych głębokościach próbki. W zewnętrznej, najbardziej wysmażonej części próbki mięsa znajduje się ponad połowa całkowitej zawartości HAA w badanej próbce. Im głębiej w stronę geometrycznego środka próbki, tym mniejsza zawartość HAA [21].

Wiele badań dotyczących zawartości HAA w żywności wskazuje, że w mięsie poddanym obróbce termicznej najczęściej występuje PhIP, której poziom w niektórych produktach może wynosić ponad 400 ng/g. Pozostałe HAA występują w żywności w mniejszych ilościach wahających się między granicą wykrywalności a 15 ng/g (IQ, MeIQx i 4,8-DiMeIQx) i 50 ng/g dla MeIQx. Zawartość HAA jest większa w próbkach mięsa w postaci dużego bloku, niż poddanego obróbce termicznej w kawałku. Wynika to z potrzeby dłuższego czasu ogrzewania próbek steków, aby osiągnąć identyczny, jak w przypadku mięsa mielonego poziom wysmażenia. [19]. Smażenie, jako rodzaj obróbki termicznej generuje powstawanie większych ilości HAA niż pieczenie, co ma związek z bezpośrednim kontaktem próbki z medium grzewczym [16].

**Rodzaj obróbki termicznej.** Zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych w dużej mierze zależy od sposobu zastosowanej obróbki termicznej. Wykazano, że przygotowanie mięsa w kuchence mikrofalowej nie przyczynia się do powstawania ilości HAA przekraczających poziom wykrywalności. Podobnie dzieje się przy smażonym mięsie o słabym i średnim stopniu wysmażenia. Nawet w przypadku mięsa dobrze wysmażonego na patelni poziom wykrytych HAA (1,64 ng/g) jest niższy niż w przypadku mięsa słabo wysmażonego, ale poddanego obróbce na grillu węglowym (2,34 ng/g). W przypadku obróbki z zastosowaniem grilla węglowego ilość zawartych w próbce HAA wynosi prawie 10 ng/g [15].

Na zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych w mięsie ma wpływ czas w jakim wysoka temperatura działa na próbkę w sposób ciągły. Badania potwierdzają, że odwracanie mięsa podczas obróbki termicznej, np. smażenia, znacznie ogranicza powstawanie HAA. W temperaturze w zakresie 150-180°C częste obracanie próbki pozwala na ograniczenie ilości powstających HAA do poziomu poniżej granicy detekcji. Dodatkowo takie działanie pozwala na ograniczenie czasu działania wysokiej temperatury na mięso, gdyż szybciej osiąga ono zadaną temperaturę w geometrycznym środku [6].

**Stopień dojrzałości mięsa.** Innym czynnikiem w znacznym stopniu wpływającym na zawartość i profil heterocyklicznych amin aromatycznych powstających w żywności poddanej działaniu wysokiej temperatury podczas obróbki jest stopień dojrzałości mięsa. Mianem dojrzewania nazywane są procesy zachodzące w mięsie przechowywanym po uboju w temperaturze chłodniczej. W trakcie dojrzewania

mięso staje się bardziej kruche i znacznie wzrasta jego smakowitość. Powodują to zmiany zachodzące w strukturze i właściwościach włókien mięśniowych oraz śródmięśniowej tkanki łącznej, wynikające z proteolizy endogennej, prowadzące do zwiększenia zawartości wolnych aminokwasów i innych związków. Ilość występujących w mięsie wolnych aminokwasów w znacznym stopniu wpływa na powstawanie HAA w trakcie poddawania mięsa działaniu obróbki wysokotemperaturowej [9, 10].

**Obecność inhibitorów.** Poznanie roli wolnych rodników w mechanizmie formowania HAA przyczyniło się do badań nad rolą antyoksydantów w ich syntezie. Tworzenie HAA podczas termicznej obróbki żywności wysokobiałkowej można ograniczyć poprzez dodatek antyoksydantów, naturalnych bądź sztucznych, a także roślin charakteryzujących się wysoką zawartością tychże substancji. Badania potwierdzają pozytywną rolę czosnku i cebuli dodanych do mięsa przed obróbką termiczną. Zawartość HAA w próbkach przygotowanych z dodatkiem cebuli (30 g/100g mięsa) jest mniejsza o 31% w kotletach, 49% w smażonych kawałkach mięsa oraz o 43% w mięsie mielonym w porównaniu z mięsem bez dodatków. W przypadku czosnku (15 g/100g mięsa) odpowiednio o 36%, 26% i 26% [8]. Badanie wpływu marynowania mięsa w zielonej herbacie bogatej w katechiny przed jego wysokotemperaturową obróbką pokazuje jej pozytywny efekt na ilości powstających HAA. Jest on najbardziej widoczny w przypadku PhIP oraz AαC. Powstawanie AαC można ograniczyć również poprzez dodatek 0,5% i 1% ekstraktu rozmarynu). W znaczący sposób można również ograniczyć powstawanie amin pirolitycznych oraz aminoimidazoarenów poprzez marynowanie mięsa w napojach alkoholowych, np. piwie czy czerwonym winie [17].

Wiele badań potwierdza możliwość zredukowania ilości powstających podczas obróbki cieplnej heterocyklicznych amin aromatycznych poprzez dodatek antyoksydantów takich jak: witamina E czy ekstrakty rozmarynu, czosnku, szałwii oraz tymianku. **Czerwone wino, piwo, ekstrakty roślinne oraz mieszanki przypraw zawierających antyoksydanty dodane do marynaty zastosowanej przed smażeniem mięsa inhibują powstawanie heterocyklicznych amin. Ekstrakt z hibiskusa dodany do marynaty zmniejsza powstawanie PhIP oraz MeIQx podczas grillowania mięsa bez negatywnych zmian sensorycznych mięsa [7].**

**Zmniejszenie aktywności mutagennej mięsa wołowego poddanego obróbce wysokotemperaturowej, tj.: smażeniu można osiągnąć poprzez wstępną obróbkę mięsa w kuchni mikrofalowej.** Zabieg ten redukuje ilość prekursorów HAA (kreatyna, kreatynina, aminokwasy, glukoza) w próbce mięsa, przy jednoczesnym braku powstawania HAA, ponieważ temperatura takiej obróbki jest niższa od temperatury syntezy amin heterocyklicznych. Dzięki temu przy docelowej metodzie przygotowania mięsa w wysokiej temperaturze powstających HAA jest mniej z powodu mniejszej ilości substratów ich syntezy. **Pozwala to na zmniejszenie mutagenności o 3 do 9 razy (test na *Salmonella* TA98) w stosunku do próbek nie poddanych wstępnej obróbce [5].**

## CEL PRACY

Celem pracy przedstawionej w artykule było zbadanie zawartości heterocyklicznych amin aromatycznych w mięsie wołowym o różnym stopniu dojrzałości, poddanym obróbce cieplnej – grillowaniu na grillu elektrycznym i smażeniu.

## MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Materiałem badawczym były dwa rodzaje mięśni: mięsień lędźwiowy większy – polędwica (*psaos major*) – stosowany symbol P oraz mięsień pośladowy średni – rostbef (*gluteus medius*) – stosowany symbol R. Mięśnie te zostały pobrane od 10 różnych zwierząt doświadczalnych (walców) poddanych ubojowi w 20-23 miesiącu życia. Próbkę pobrano bezpośrednio z rzeźni trzeciego dnia od daty uboju. Mięśnie były przechowywane w warunkach chłodniczych (w temperaturze od -1 do 0°C) w próżniowo zamkniętych opakowaniach. Po 5, 10 i 15 dniach przechowywania mięśni, z każdej próbki pobierano po dwa steki o grubości 2,5 cm, które następnie poddawano:

- smażeniu na oleju rzepakowym w temperaturze 180°C ± 5 (S),
- grillowaniu z wykorzystaniem grilla elektrycznego, temperatura powierzchni grilla wynosiła 230°C (GA).

Wszystkie próbki poddawano obróbce termicznej do momentu osiągnięcia temperatury 70°C w geometrycznym środku. W tab. 1. przedstawiono charakterystykę parametrów smażenia i grillowania mięsa wołowego, podając czas stosowanej obróbki oraz jej wydajność.

**Tabela 1. Charakterystyka parametrów smażenia i grillowania mięsa wołowego**

**Table 1. Characteristics of cooking parameters of frying and grilling beef**

| Czas dojrzewania [dni] | Nazwa i symbol mięsna     | Smażenie 180°C/70°C (S) |                    | Grillowanie 230°C/70°C (GA) |                    |
|------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|
|                        |                           | Wydajność [%]           | Czas obróbki [min] | Wydajność [%]               | Czas obróbki [min] |
| 5                      | <i>psaos major</i> (P)    | 26,9 ± 2,5              | 9,3 ± 0,9          | 17,1 ± 0,6                  | 2,3 ± 0,1          |
|                        | <i>gluteus medius</i> (R) | 31,6 ± 2,6              | 9,5 ± 1,0          | 26,1 ± 1,2                  | 3,2 ± 0,8          |
| 10                     | <i>psaos major</i> (P)    | 28,6 ± 0,9              | 8,1 ± 0,2          | 19,8 ± 0,8                  | 2,2 ± 0,1          |
|                        | <i>gluteus medius</i> (R) | 33,3 ± 1,3              | 9,2 ± 0,1          | 26,2 ± 0,2                  | 1,6 ± 0,2          |
| 15                     | <i>psaos major</i> (P)    | 31,1 ± 2,0              | 10,6 ± 1,0         | 20,8 ± 1,1                  | 2,1 ± 0,2          |
|                        | <i>gluteus medius</i> (R) | 35,3 ± 0,8              | 9,8 ± 1,0          | 28,7 ± 0,6                  | 1,9 ± 0,1          |

Źródło: Badania własne

## Oznaczanie zawartości HAA

**Odczynniki chemiczne** – wykorzystano standardy 15 heterocyklicznych amin aromatycznych: – 2-amino-3-metylo-3H-imidazo[4,5-f]chinolina (IQ), – 2-amino-3,4-dimetylo-3H-imidazo[4,5-f]chinolina (MeIQ), – 2-amino-3-metylo-3H-imidazo[4,5-f]chinoksalina (IQx), – 2-amino-3,8-dimetyloimidazo[4,5-f]chinoksalina (8-Me-IQx), – 2-amino-3, 4, 8-trimetylo-3H-imidazo[4,5-f]chinoksalina (4,8-DiMeIQx), – 2-amino-3,7,8-trimetylo-3H-imidazo[4,5-f]chinoksalina (7,8-DiMeIQx), – 2-amino-3,4,7,8-tetrametylo-3H-imidazo[4,5-f]chinoksalina (4,7,8-TriMeIQx), – 2-amino-1-metylo-6-fenylimidazo[4,5-b]pirydyna (PhIP), – octan 3-amino-1,4-dimetylo-5H-pirydo[4,3-b]indolu (Trp-P-1), – octan 3-amino-1-metylo-5H-indolu (Trp-P-2), – 2-amino-5-fenylpirydyna (Phe-P-1), – 2-amino-9H-pirydo[2,3-b]indol (AαC), – 2-amino-3-metylo-9H-pirydo[2,3-b]indol (MeAαC), – 9H-pirydo[3,4-b]indol (norharman), – 1-metylo-9H-pirydo[3,4-b]indol (harman).

Standardy zakupiono w Toronto Research Chemicals (TRC). Kolumny do ekstrakcji oraz ziemię okrzemkową EXTrelut NT zakupiono w firmie Merck, ziemię okrzemkową Celite 512 w Sigma Aldrich, zaś odczynniki do ekstrakcji i chromatografii cieczowej w firmie Polskie Odczynniki Chemiczne (POCH).

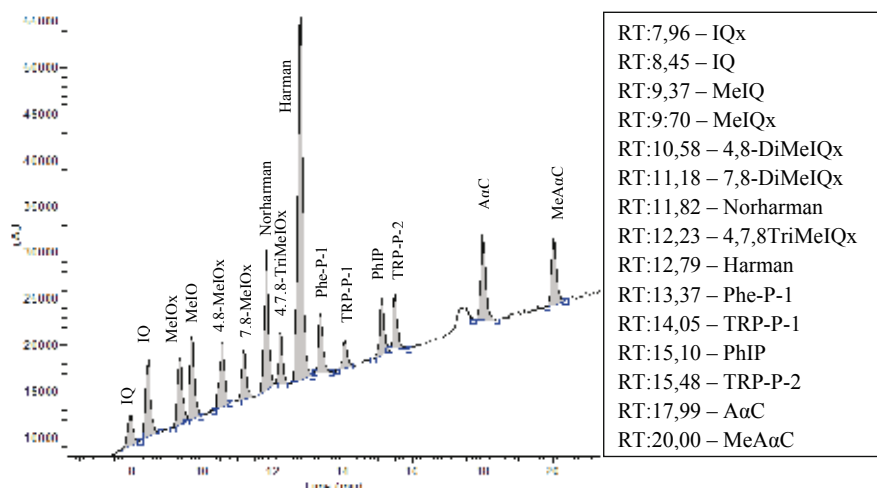
**Rozdział chromatograficzny** – heterocykliczne aminy aromatyczne były rozdzielane na wysokosprawnym chromatografie cieczowym. Na rys. 1. przedstawiono wyniki rozdzielania chromatograficznego 15 oznaczanych HAA. Analizy wykonywano przy użyciu standardów heterocyklicznych amin aromatycznych. Chromatogram stanowił podstawę do analiz zawartości HAA w próbkach badanego mięsa. Oznaczanie HAA przeprowadzano przy użyciu spektrometru mas LCQ Fleet/APCI oraz detektora PDA oraz UV. Zastosowano kolumnę Thermo GOLC phenyl 150 x 2,1 mm o średnicy ziaren równej 1,9 μm. Badania przeprowadzono na układzie gradientowym przy stałym przepływie fazy ruchomej (250 μl/min). Fazę A stanowił 40mM kwas mrówkowy, doprowadzony do pH 7 przy użyciu wody amoniakalnej. Natomiast fazą B był 1% lodowaty kwas octowy w acetonitrylu. Zastosowany program gradientowy: 0 min. – 5% B, 0-30 min. 60% B, 30-34 min. 60% B, od 34 min. 5% B.

**Statystyczną analizę wyników** – analizę wariancji dla założonego p = 0,05 przeprowadzono przy wykorzystaniu programu EXCEL v. 2010.

## WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA

W tabeli 2. zestawiono ilość heterocyklicznych amin aromatycznych powstałych w próbkach mięśni *psaos major* (P) i *gluteus medius* (R). Ilości te charakteryzują zależność między zawartością HAA a rodzajem stosowanej obróbki cieplnej oraz czasem przechowywania mięsa w warunkach chłodniczych (dojrzewania). Badania nie wykazały obecności dwóch amin: Trp-P-1 oraz 4,7,8-TriMeIQx w żadnej z próbek mięsa. Żaden z użytych w badaniu procesów obróbki termicznej nie powodował powstawania tych amin. Są one niezwykle rzadkie w żywności. Potwierdzają to badania m.in. Kondjoyana i wsp. [11] oraz Quelhas i wsp. [17].

Aminami występującymi w badanych próbkach mięsa



Rys. 1. Rozdzielność chromatograficzna 15 standardów heterocyklicznych amin aromatycznych.

Fig. 1. Chromatographic separation of 15 heterocyclic aromatic amines.

Źródło: Badania własne

były najczęściej: Harman (1,87-6,58 ng/g), Norharman (0,54-2,50 ng/g), PhIP (0,18-2,03 ng/g) i 8-DiMeIQx - mieszanina izomerów 4,8- i 7,8-DiMeIQx (0,18-1,61 ng/g). Inne badane heterocykliczne aminy aromatyczne występowały w próbkach mięsa w mniejszych ilościach, ich zawartość wynosiła < 1 ng/g. Jedynym wyjątkiem była amina AαC, której ilość w próbkach mięsni łędzwiowego większego (P) poddanego procesowi grillowania wynosiła 1,12-1,45 ng/g.

Na rys. 2. porównano sumaryczną zawartość HAA w mięsie wołowym poddanym grillowaniu i smażeniu. Z danych wynika, że najwięcej heterocyklicznych amin aromatycznych powstało w mięsie grillowanym (9,35 ng/g), a mniej

w mięsie smażonym (odpowiednio 6,75 ng/g) (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

Podczas grillowania mięso poddane było działaniu temperatury 230°C. Jest to najwyższa użyta w doświadczeniu temperatura obróbki (tabela 1), dla smażenia wynosiła ona 180°C. Porównując czas trwania grillowania oraz smażenia można stwierdzić, jak istotną rolę w procesie powstawania amin aromatycznych pełni ten czynnik. Grillowanie trwało od 1,6 do 2,3 min., kilka razy krócej od smażenia (od 8,1 do 10,6 min.). Pomimo tego w wołowinie grillowanej powstawało dużo więcej HAA.

Sinha i wsp. [18] wykazali, że najmniej HAA w wołowinie poddanej obróbce wysokotemperaturowej powstaje podczas pieczenia, a znacznie więcej podczas smażenia i grillowania. Dane literaturowe wskazują także,

że podczas pieczenia wołowiny nie powstaje bądź powstaje w znikomej ilości amina AαC oraz MeAαC [13], których obecność stwierdza się po smażeniu i grillowaniu wołowiny.

W mięsie grillowanym obecność IQ i IQx nie została stwierdzona. Podobnie jest w przypadku MeIQx. Niewielkie ilości tych amin wykryto natomiast w mięsie smażonym. W przypadku PhIP najwyższą zawartość stwierdzono w grillowanym mięsniu łędzwiowym większym (P) – od 1,43 do 2,03 ng/g. Dla mięsni pośladowego średniego (R) wartości te są niższe i wynoszą od 0,1 do 1,27 ng/g. Podobną zależność można zauważyć dla AαC, która w większych

Tabela 2. Zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych [ng/g] w badanych próbkach mięsa wołowego [P – polędwica (*psaos major*), R – rostbef (*gluteus medius*); 5-10-15 – czas dojrzewania (dni); nw. – nie wykryto]

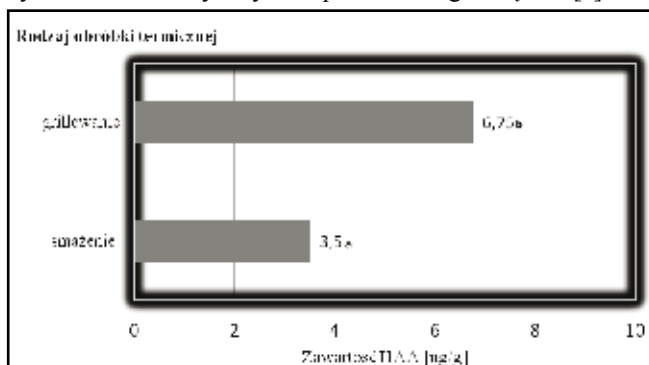
Table 2. Heterocyclic aromatic amines content [ng / g] of the test samples of beef [P – tenderloin (*psaos major*), R – roast beef (*gluteus medius*); 5-10-15 – ripening time (days); nw. - not detected]

| Rodzaj obróbki termicznej               | Rodzaj mięsni i czas dojrzewania | IQx       | IQ        | MeIQx     | MeIQ      | 4,8Di MeIQx | 7,8Di MeIQx | Norharman | Harman    | Phe-P-1   | TRP-P-2   | PhIP       | AαC       | MeAαC     |
|---|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| S – smażenie                            | P5                               | nw.       | nw.       | nw.       | nw.       | 0,49±0,01   | 0,62±0,10   | 0,54±0,05 | 1,87±0,22 | 0,09±0,01 | nw.       | 0,18±0,13  | 0,1±0,02  | 0,03±0,01 |
|   | P10                              | nw.       | nw.       | 0,23±0,08 | nw.       | 1,22±0,02   | 1,11±0,11   | 2,28±0,12 | 2,33±0,53 | 0,08±0,01 | nw.       | 0,42±0,01  | 0,09±0,01 | 0,09±0,01 |
|   | P15                              | nw.       | nw.       | 0,54±0,12 | nw.       | 1,40±0,11   | 1,61±0,01   | 2,50±0,01 | 3,37±0,67 | 0,12±0,01 | nw.       | 0,68±0,01  | 0,16±0,01 | 0,14±0,02 |
|   | R5                               | nw.       | nw.       | 0,38±0,01 | nw.       | 0,18±0,01   | 0,54±0,04   | 0,43±0,06 | 2,50±1,40 | 0,06±0,01 | nw.       | 0,51±0,02  | 0,04±0,01 | 0,12±0,01 |
|   | R10                              | 0,02±0,01 | 0,12±0,01 | 0,41±0,01 | nw.       | 0,33±0,02   | 0,74±0,03   | 1,11±0,03 | 2,13±0,38 | 0,09±0,01 | nw.       | 0,49±0,01  | 0,07±0,01 | 0,21±0,01 |
|   | R15                              | 0,03±0,01 | 0,21±0,01 | 0,47±0,02 | nw.       | 0,39±0,04   | 0,70±0,01   | 1,42±0,07 | 2,73±0,63 | 0,08±0,01 | nw.       | 1,29±0,18  | 0,1±0,01  | 0,29±0,02 |
| GA – grillowanie na grillu elektrycznym | P5                               | nw.       | nw.       | nw.       | 0,09±0,01 | 0,89±0,06   | 0,48±0,03   | 0,77±0,05 | 4,57±0,70 | 0,60±0,04 | 0,07±0,02 | 1,61±0,06  | 1,12±0,01 | 0,26±0,02 |
|   | P10                              | nw.       | nw.       | nw.       | 0,19±0,01 | 1,00±0,01   | 0,63±0,03   | 0,99±0,04 | 6,58±0,54 | 0,51±0,02 | 0,13±0,01 | 1,43±0,21  | 1,21±0,01 | 0,3±0,02  |
|   | P15                              | nw.       | nw.       | nw.       | 0,29±0,01 | 1,14±0,005  | 0,73±0,07   | 1,24±0,02 | 6,45±0,34 | 0,53±0,09 | 0,15±0,01 | 2,03±0,13  | 1,45±0,07 | 0,35±0,02 |
|   | R5                               | nw.       | nw.       | nw.       | nw.       | 0,23±0,05   | 0,25±0,04   | 0,57±0,20 | 3,22±0,91 | 0,07±0,02 | nw.       | 0,09±0,1   | 0,39±0,01 | 0,11±0,01 |
|   | R10                              | nw.       | nw.       | nw.       | nw.       | 0,37±0,02   | 0,34±0,02   | 0,63±0,07 | 2,06±0,37 | 0,20±0,01 | nw.       | 1,27±0,073 | 0,63±0,04 | 0,1±0,01  |
|   | R15                              | nw.       | nw.       | nw.       | nw.       | 0,55±0,06   | 0,41±0,01   | 0,73±0,03 | 3,71±0,03 | 0,28±0,01 | nw.       | 1,16±0,03  | 0,83±0,03 | 0,11±0,01 |

Źródło: Badania własne



ilościach występowała w mięśni *psaos major* (P) (1,12-1,45 ng/g). Proces smażenia natomiast powodował powstawanie niewielkich ilości AαC. Poziom tej aminy niezależnie od rodzaju mięśnia nie przekraczał 0,16 ng/g. Poziom 4,8-DiMeIQx w mięśni *psaos major* (P) był wyższy niż w *gluteus medius* (R) zarówno w mięsie poddanym procesowi smażenia, jak i grillowania. W grillowanym mięśni lędźwiowym większym (P) zawartość tej aminy wynosiła 0,89-1,14 ng/g, w mięśni pośladkowym średnim (R) 0,23-0,55 ng/g. W mięsie smażonym ilości te wynosiły odpowiednio 0,49-1,4 ng/g oraz 0,18-0,39 ng/g. Porównanie zawartości heterocyklicznych amin aromatycznych w próbkach mięsa grillowanego oraz smażonego potwierdziło istniejący wpływ rodzaju mięśnia na syntezę HAA, opisywany w literaturze. W próbkach mięśnia lędźwiowego większego powstało więcej HAA niż w mięśni pośladkowym średnim. Różnice te wynikają ze składu chemicznego mięśnia. Na ilość powstających HAA ma wpływ zawartość prekursorów w próbce. Mięsień lędźwiowy większy charakteryzuje się bardzo wysoką zawartością kreatyniny oraz wolnych aminokwasów, co przyczynia się do zwiększonej syntezy heterocyklicznych amin aromatycznych w próbkach tego mięśnia [2].



<sup>a, b/</sup> różne oznaczenia literowe świadczą o istotnych statystycznie różnicach dla porównywanych wartości średnich

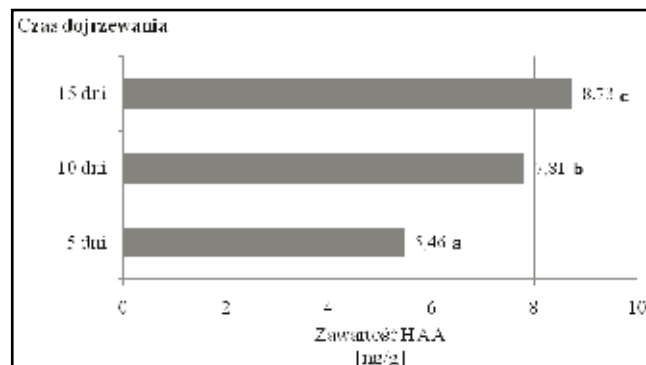
**Rys. 2. Przeciętna, sumaryczna zawartość HAA w mięsie wołowym w zależności od rodzaju zastosowanej obróbki termicznej.**

**Fig. 2. Total content of HAA in beef meat depending on the type of thermal treatment.**

**Źródło:** Badania własne

Na rys. 3. przedstawiono sumaryczną zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych w próbkach mięsa poddanych działaniu obróbki termicznej w zależności od czasu dojrzewania mięsa. Mięso dojrzewające 5 dni zawierało 5,46 ng/g HAA, 10 dni – 7,81 ng/g, natomiast w mięso po 15 dniach dojrzewania – 8,73 ng/g. Z danych wynika, że **im dłuższy jest czas dojrzewania mięsa, tym więcej HAA powstaje podczas obróbki termicznej**. Aminy aromatyczne powstają na skutek działania wysokiej temperatury z substancji obecnych w mięsie. Ilość prekursorów HAA zawartych w mięsie zależy od stopnia jego dojrzałości. Wynika to faktu, iż reakcje chemiczne zachodzące w mięsie w trakcie kruszenia (dojrzewania) przyczyniają się do powstawania substratów niezbędnych do syntezy HAA. Dojrzewanie mięsa podczas jego przechowywania po uboju w temperaturze chłodniczej powoduje endogenną proteolizę skutkującą zmianami we właściwościach oraz strukturze tkanki mięśniowej oraz śródmięśniowej tkanki łącznej. Efektem

tego procesu jest zwiększenie ilości wolnych aminokwasów, w tym kreatyniny, będących substratami syntezy chemicznej HAA, zachodzącej pod wpływem obróbki termicznej [9, 12].



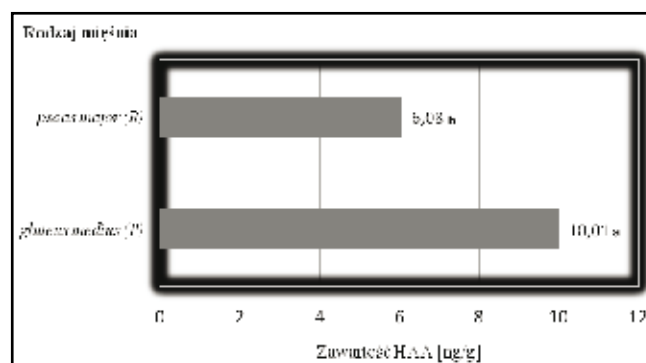
<sup>a, b, c/</sup> różne oznaczenia literowe świadczą o istotnych statystycznie różnicach dla porównywanych wartości średnich

**Rys. 3. Przeciętna, sumaryczna zawartość HAA w mięśniach wołowych w zależności od czasu dojrzewania mięsa.**

**Fig. 3. Total HAA content in beef muscle dependent of aging time.**

**Źródło:** Badania własne

W przypadku smażenia i grillowania, zarówno w przypadku *gluteus medius* (R), jak i *psaos major* (P), zawartość amin była tym większa, im dłuższy był czas dojrzewania mięsa. Inna zależność zachodziła w czasie pieczenia, w którym wartości uzyskane dla próbek 10-dniowych były wyższe niż 5-dniowych, natomiast mięso dojrzewające 15 dni zawierało mniej HAA niż mięso 10-dniowe. Różnica ta nie jest bardzo duża, ale nadal jest to wartość większa niż w przypadku mięsa dojrzewającego 5 dni.



<sup>a, b/</sup> różne oznaczenia literowe świadczą o istotnych statystycznie różnicach dla porównywanych wartości średnich

**Rys. 4. Przeciętna, sumaryczna zawartość HAA w mięsie wołowym w zależności od rodzaju mięśnia: psaos major (P) oraz gluteus medius (R).**

**Fig. 4. The total HAA content in beef meat depending on the type of muscle: psaos major (P) and the gluteus medius (R).**

**Źródło:** Badania własne

Na rys. 4. przedstawiono średnią zawartość HAA powstałych w wyniku obróbki termicznej dwóch różnych mięśni: *gluteus medius* i *psaos major*. W mięśni *gluteus medius* (R) stwierdzono prawie dwa razy więcej (10,01 ng/g) HAA niż w mięśni (P) (6,08 ng/g). Porównując wyniki uzyskane



dla polędwicy (*psaos major*) oraz rostbefu (*gluteus medius*), można stwierdzić, że różnica jest dobrze widoczna. Mięśnie te zostały poddane obróbce termicznej w takich samych warunkach (tabela 1). Potwierdza to hipotezę, że wpływ na powstawanie HAA ma zawartość prekursorów w badanej próbce mięśnia.

## PODSUMOWANIE

Poddane analizie dane naukowe oraz wyniki uzyskane w niniejszej pracy potwierdzają wpływ różnych zmiennych na formowanie HAA w mięsie podczas obróbki wysokotemperaturowej. Stwierdzono na przykład, że wyższa stosowana temperatura obróbki termicznej powoduje powstawanie większej ilości HAA. Podobnie w przypadku czasu dojrzewania mięsa - im był on dłuższy, tym w mięsie powstawało więcej HAA. Z badań przeprowadzonych w niniejszej pracy wynika także, że najczęściej występującą aminą w mięsie wołowym poddanym obróbce termicznej jest PhIP, której poziom w niektórych produktach wynosił ponad 400 ng/g. Z uzyskanych badań wynika jednoznacznie, że czas obróbki termicznej wpływa wprost proporcjonalnie na zawartość HAA. Im dłuższy jest czas ogrzewania, tym więcej HAA powstaje w mięsie. Podczas grillowania wołowiny powstawało w mięsie więcej HAA niż podczas smażenia.

## WNIOSKI

1. W mięsie wołowym poddanym obróbce termicznej, niezależnie od rodzaju mięśnia, zastosowanej obróbki termicznej oraz czasu dojrzewania, dominującymi aminami heterocyklicznymi są: Harman, Norharman, PhIP oraz mieszanina izomerów 4,8- i 7,8-DiMeIQx. W mięsie grillowanym nie stwierdza się aminoimidazoarenów (IQ oraz IQx), które są bardzo wrażliwe na działanie wysokiej temperatury i rozkładają się podczas procesu termicznego.
2. Poddawanie mięsa o wydłużonym czasie dojrzewania obróbce wysokotemperaturowej powoduje powstawanie zwiększonych ilości HAA z uwagi na fakt, że dojrzałe mięso zawiera więcej prekursorów HAA.
3. Procesem generującym syntezę największych ilości HAA w mięsie wołowym jest grillowanie, dlatego też w celu zapewnienia minimalnego powstawania HAA, mięso wołowe o dłuższym czasie dojrzewania, nie powinno być poddawane takiej obróbce.

## LITERATURA

- [1] **AHN J., GRÜN I.U. 2005.** *Heterocyclic amines: 1. Kinetics of formation of polar and non polar heterocyclic amines as function of time and temperature.* Journal of Food Science, 70 (2), 173-179.
- [2] **ALAEJOS M.S., AFONSO A.M. 2011.** *Factors That Affect the Content of Heterocyclic Aromatic Amines in Foods.* Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 10, 52-108.
- [3] **ALAEJOS M.S., PINO V., AFONSO A.M. 2008.** *Metabolism and toxicology of heterocyclic aromatic amines when consumed in diet: influence of the genetic susceptibility to develop human cancer. A review.* Food Research International, 41, 327-340.
- [4] **COSTA M., VIEGAS O., MELO A., PETISA C., PINHO O., FERREIRA I.M.P.L.V.O. 2009.** *Heterocyclic aromatic amine formation in barbecued sardines (*Sardina pilchardus*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*).* J. Agric. Food Chem., 57, 3173-3179.
- [5] **FELTON J.S., FULTZ E., DOLBEARE F.A., KNIZE M.G. 1994.** *Reduction of heterocyclic aromatic amine mutagens/carcinogens in fried beef patties by microwave pretreatment.* Food Chem. Toxicol., 32, 897-903.
- [6] **FELTON J.S., SALMON C.P., KNIZE M.G. 2003.** *Carcinogens formed when meat is cooked,* Reciprocal Meat Conference.
- [7] **GIBIS M., WEISS J. 2010.** *Inhibitory effects of marinades with hibiscus extract on formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality fried beef patties.* Meat Science, 85, 735-742.
- [8] **JANOSZKA B. 2010.** *Heterocyclic aromatic amines in pan-fried meat and its gravy fried without additives and in the presence of onion and garlic.* Food Chemistry, 120, 463-473.
- [9] **KOŁCZAK T., POSPIECH E., PALKA K., ŁĄCKI J. 2003.** *Changes of myofibrillar and centrifugal drip proteins and shear force of psoas major and minor and semitendinosus muscles from calves, heifers and cows during post-mortem ageing.* Meat Science, 64, 69-75.
- [10] **KOŁCZAK T., POSPIECH E., PALKA K., ŁĄCKI J. 2003.** *Changes in structure of psoas major and minor and semitendinosus muscles of calves, heifers and cows during post-mortem ageing.* Meat Science, 64, 77-83.
- [11] **KONDJOYAN A., CHEVOLLEAU S., GREVE E., GATELLIER P., SANTE-LHOUTELLIER V., BRUEL S., TOUZET C., PORTANGUEN S., DEBRAUWER L. 2010.** *Modelling the formation of heterocyclic amines in slices of longissimus thoracis and semimembranosus beef muscles subjected to jets of hot air.* Food Chemistry, 123, 659-668.
- [12] **KRISTENSEN L., PURSLOW P.P. 2001.** *The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins.* Meat Science, 58, 17-23.
- [13] **MESSNER C., MURKOVIC M. 2004.** *Evaluation of a new model system for studying the formation of heterocyclic amines.* Journal of Chromatography B, 802, 19-26.
- [14] **MURKOVIC M. 2007.** *Analysis of heterocyclic aromatic amines.* Anal. Bioanal. Chem., 389, 139-146.
- [15] **OZ F., KABAN G., KAYA M. 2010.** *Heterocyclic aromatic amine contents of beef and lamb chops cooked by different methods to varying levels.* Journal of Animal and Veterinary, 9, 1436-1440.
- [16] **PAIS P., SALMON C.P., KNIZE M.G., FELTON J.S. 1999.** *Formation of mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in dry-heated model systems, meats and meat drippings.* J. Agric. Food Chem., 47, 1098-1108.

- [17] **QUELHAS I., PETISCA C., VIEGAS O., MELO A., PINHO O., FERREIRA I.M.P.L.V.O. 2010.** *Effects of green tea marinades on the formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality pan-fried beef.* Food Chemistry, 122, 98-104.
- [18] **SINHA R., ROTHMAN N., BROWN E.D., SALMON C.P., KNIZE M.G., SWANSON C.A., ROSSI S.C., MARK S.D., LEVANDER O.A., FELTON J.S. 1995.** *High concentrations of the carcinogen 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo-[4,5-b]pyridine (PhIP) occur in chicken but are dependent on the cooking method.* Cancer Res., 55(20), 4516-4519.
- [19] **SKOG K.I., JOHANSSON M.A.E., JÄGERSTAD M.I. 1998.** *Carcinogenic heterocyclic amines in model system and cooked foods: a review on formation, occurrence and intake.* Food and Chemical Technology, 36, 879-896.
- [20] **SUGIMURA T., WAKABAYASHI K., NAKAGAMA H., NAGAO M. 2004.** *Heterocyclic amines: mutagens/carcinogens produced during cooking of meat and fish.* Cancer Sci., 95, 290-299.
- [21] **TRAN N.I., SALMON C.P., KNIZE M.G., COLVIN M.E. 2002.** *Experimental and simulation studies of heat flow and heterocyclic amine mutagen/carcinogen formation in pan-fried meat patties.* Food and Chemical Toxicology, 40, 673-684.
- [22] **TURESKY R.J., GOODENOUGH A.K., NI W., MCNAUGHTON L., LEMASTER D.M., HOLLAND R.D., WU R.W., FELTON J.S. 2007.** *Identification of 2-amino-1,7-dimethylimidazo[4,5-g]quinoxaline: an abundant mutagenic heterocyclic aromatic amine formed in cooked beef.* Chem. Res. Toxicol., 20, 520-530.

Dr inż. Sławomir OBIDZIŃSKI

Inż. Kamil SZULC

Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska  
Politechnika Białostocka

## BADANIA PROCESU MECHANICZNEGO ODWADNIANIA WYCIERKI ZIEMNIACZANEJ®

The investigation of the mechanical dehydrating process of potato pulp®

*Praca wykonana w ramach pracy statutowej S/WBiis/0/2014*

**Słowa kluczowe:** wycierka ziemniaczana, odwadnianie, nacisk odwadniający, wilgotność.

*W artykule przedstawiono wyniki badań mechanicznego odwadniania wycierki ziemniaczanej, które posłużą do zaprojektowania, w przyszłości układu roboczego urządzenia odwadniającego. Proces odwadniania wycierki ziemniaczanej realizowany był z wykorzystaniem prasy hydraulicznej oraz specjalnie zaprojektowanego układu odwadniającego „tłok odwadniający – komora – matryca”, umieszczonego pomiędzy tłokiem górnym i dolnym prasy. Proces odwadniania przeprowadzono przy naciskach: 6,96; 17,40; 26,10; 34,80 i 43,49 MPa przy trzech masach próbek wycierki 100, 150 i 200 g. Przeprowadzone badania wykazały, że masa próbki przed odwodnieniem oraz wartości nacisków odwadniających to parametry mające istotny wpływ na stopień odwodnienia i wilgotność wycierki po odwodnieniu.*

**Key words:** potato pulp, dehydrate, dehydrate pressure, moisture.

*The paper presents the results of investigations of the mechanical dehydration of potato pulp, which will be use to designing of the working arrangement of the dehydrating device in the future. The dehydrating process of potato pulp was realized by using of the hydraulic press and the dehydrating arrangement „the dehydrating piston – the chamber – the matrix”, designed for the investigations especially, witch was placed during the investigations among the upper and bottom piston of the press. The dehydrating process was conducted near dehydrating pressures: 6,96; 17,40; 26,10; 34,80 and 43,49 MPa with the three masses of samples of potato pulp 100, 150 and 200 g. Conducted investigations showed, that the mass of the sample before dehydration and the value of the dehydrating pressures are parameters witch have the significant influence on the dehydration degree and potato pulp moisture after dehydration.*

### WPROWADZENIE

Odpady pochodzenia rolno-spożywczego powstające w zakładach przetwórstwa spożywczego (ubojniach, browarach, gorzelniach oraz w innych zakładach produkujących i przetwarzających żywność jak również w gospodarstwach rolnych) zazwyczaj trafiają z powrotem do odzysku, część z nich jest magazynowana, a część unieszkodliwiana poza składowiskiem. Odpady roślinne wykorzystywane są do produkcji pasz, nawozów, komponentów do kompostu, niektóre z nich służą także do produkcji alkoholu, biogazu, kwasów organicznych czy barwników [5, 8, 11 22].

Jednym z roślinnych odpadów poprodukcyjnych jest wycierka ziemniaczana, będąca produktem ubocznym procesu produkcji skrobi ziemniaczanej. Ze względu na swoje właściwości, wycierka ziemniaczana jest bardzo atrakcyjnym dodatkiem do pasz. Według Boguckiego i Neja [4], krowy mogą pobierać od 20 do 25 kg dziennie świeżej wycierki ziemniaczanej, natomiast opasy do 30 kg. Wycierka posiada małą zawartość białka, dzięki czemu można ją stosować w okresie żywienia krow różnego rodzaju zielonkami. Natomiast suszoną wycierkę ziemniaczaną można podawać krowom

w ilościach do 3 kg dziennie [4]. Wycierka może być również wykorzystana do produkcji etanolu [1, 9, 15], bądź metanu przez fermentację beztlenową [8]. Ponadto ma ona wysokie właściwości energetyczne [17, 21]. Wartość energetyczna pozostałości ziemniaczanych jest porównywalna z makuchem, co stwarza możliwość wykorzystania ich do produkcji paliw stałych w postaci granulatu lub brykietu [18,19]. Jednakże, surowiec ten ma wielką wadę, którą jest wysoka wilgotność. Według wielu badaczy [13, 14, 23] wycierka jest produktem nietrwałym i wymaga szybkiej przeróbki w trakcie kampanii ziemniaczanej.

Aby wydłużyć przydatność wycierki do użytkowania lub stosować ją jako dodatek do innych produktów roślinnych, poszukuje się sposobu na zmniejszenie jej wilgotności. Jednym z nich jest odwadnianie mechaniczne, polegające na mechanicznym odprowadzeniu wody z badanego materiału. Proces ten zapewnia lepsze przechowywanie i magazynowanie oraz przedłuża termin przydatności. Odwadnianie mechaniczne można przeprowadzić za pomocą pras wyciskających, wyzmaczek lub z wykorzystaniem wirówek. W porównaniu z termicznym procesem suszenia, mechaniczne odwadnianie wymaga znacznie mniejszego nakładu

energetycznego [6]. Odwadnianie metodą mechaniczną posiada jednak znaczne ograniczenie, ponieważ jak podaje Olivier i współpracownicy [20], którzy odwadniali osady ściekowe, maksymalna zawartość suchej masy, jaką można osiągnąć, wynosi około 30%,

Badania procesu mechanicznego odwadniania wykazały, że istotny wpływ na jego przebieg i efekt końcowy ma wiele czynników: zawartość substancji stałych, uwodnienie początkowe, jakość osadów, wstępne przygotowanie osadów oraz opór właściwy [2, 3, 10].

W przypadku wycierki ziemniaczanej, jak podaje Kumi-der [11], w celu zwiększenia stopnia odwodnienia, a tym samym poprawienia bilansu energetycznego, wprowadza się czynność techniczną tzn. wapnowanie wycierki. Pozwala to na uzyskanie wycierki o zawartości suchej masy ok. 30 %, która w takim stanie może być poddana granulacji. Zawiera ona wówczas 9 % popiołu.

Mechanicznym odwadnianiem odpadów spożywczych zajmowali się również inni autorzy. Chen i współpracownicy [7], odwadniali pozostałości powstające przy posiłkach i wykorzystywali je jako karmę dla kurcząt. Carruthers i Pirie [6], badali proces mechanicznego odwadniania rozdrobnionych ziemniaków.

**Celem artykułu jest określenie wpływu podstawowych parametrów procesu mechanicznego odwadniania wycierki ziemniaczanej, które posłużą do zaprojektowania układu roboczego urządzenia odwadniającego na większą skalę.**

## MATERIAŁ I METODYKA BADAWCZA

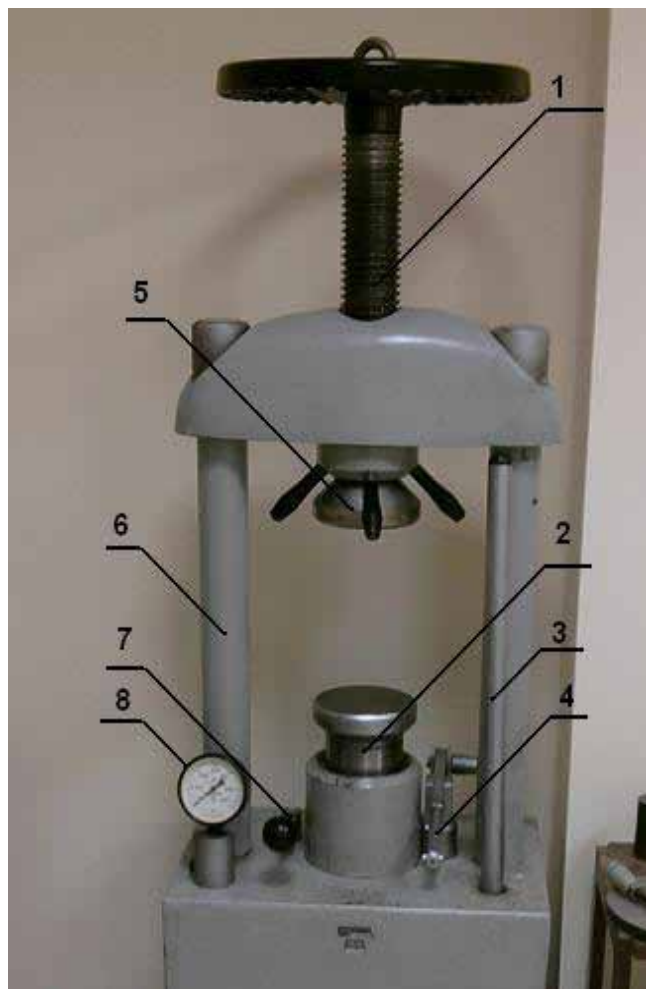
W artykule przedstawiono wyniki badań procesu odwadniania wycierki ziemniaczanej pozostającej jako odpad (jałowa miazga), wytworzony wskutek wymycia prawie całej skrobi z miazgi ziemniaczanej, przy produkcji skrobi ziemniaczanej w zakładach PEPEES S.A w Łomży.

Proces odwadniania wycierki ziemniaczanej realizowany był z wykorzystaniem prasy hydraulicznej Carl Zeiss Jena (rys. 1) oraz specjalnie zaprojektowanego na potrzeby badań układu odwadniającego „tłok odwadniający – komora – matryca” (rys. 2), umieszczonego pomiędzy tłokiem górnym 5 i dolnym 2.

Głównym elementem roboczym prasy hydraulicznej Carl Zeiss Jena (rys. 1) jest tłok dolny 2, który wysuwa się pod wpływem ciśnienia hydraulicznego. Ciśnienie na tłoku 2 uzyskiwane jest za pomocą ręcznej pompki 4. Wartość zadanego ciśnienia jest mierzona i kontrolowana z wykorzystaniem manometru 8. W górnej części prasy znajduje się śruba 1 (zakończona tłokiem 5), osadzona w korpusie, który porusza się po prowadnicach 6. Z wykorzystaniem śruby 1 regulowana jest przestrzeń dociskowa pomiędzy tłokiem 5 i tłokiem 2. Do upustu ciśnienia z tłoka służy dźwignia tłoka 7.

Odważoną wcześniej, z wykorzystaniem wagi WPE 300, odpowiednią masę wycierki wprowadzano do komory odwadniania 3 (rys. 2) o średnicy 40 mm, do której od dołu przykręcona była za pomocą śrub 5 matryca 2 (z 8 otworami o średnicy 3 mm, wykonanych na okręgu  $\varnothing$  40 mm oraz jednym otworem umieszczonym centralnie), ustawiona na pod-

stawie 1 podtrzymującej układ odwadniający. Na matrycy 2, na dnie komory 3, umieszczono filtr z dziesięciu warstw tkaniny, który zapobiegał przedostawaniu się wycierki przez otwory w matrycy.



**Rys. 1. Prasa hydrauliczna Carl Zeiss Jena: 1 – śruba regulacji położenia tłoka górnego, 2 – tłok odwadniający, 3 – ramię dźwigni, 4 – dźwignia pompki ręcznej, 5 – tłok górny, 6 – prowadnice prasy, 7 – dźwignia spustu ciśnienia, 8 – manometr.**

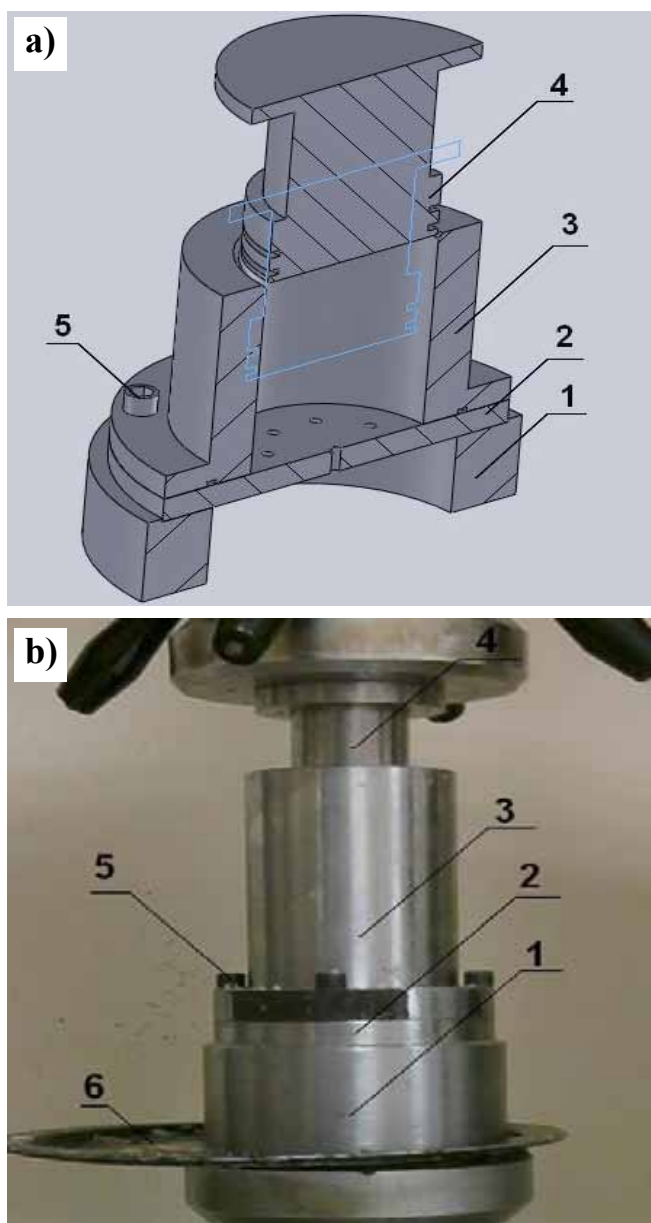
**Fig. 1. The Carlzeiss Yen hydraulic press: 1 – screw of the control of the position upper piston, 2 – dehydrating piston, 3 – the shoulder of the lever, 4 – lever of hand pump, 5 – upper piston, 6 – runners of the press, 7 – lever to the trigger of pressure, 8 – manometer.**

**Źródło:** Fotografia i opracowanie własne  
Source: the picture and own study

Z góry do komory odwadniającej 3 wprowadzono tłok 4 (rys. 2), który wywierał nacisk na wycierkę, przemieszczając ją w kierunku matrycy 2 (rys. 2), co powodowało wydostawanie się z wycierki wody przez otwory w matrycy 2 (rys. 2). Wydostająca się woda z wycierki wypływała swobodnie z komory odwadniającej 3 na podstawę 6 (rys. 2).

Badania procesu odwadniania przeprowadzono przy naciskach odwadniających: 6,96 MPa, 17,40 MPa, 26,10 MPa, 34,80 MPa oraz 43,49 MPa przy trzech masach próbek wycierki: 100, 150, oraz 200 g.





Rys. 2. Specjalny układ odwadniający „tłok odwadniający – komora – matryca”: a) przekrój układu, b) widok układu: 1 – podstawa dolna, 2 – matryca, 3 – komora odwadniająca, 4 – tłok odwadniający, 5 – śruba mocująca, 6 – podstawa na wypływającą wodę.

Fig. 2. The special dehydrate arrangement „the dehydrating piston- the chamber- the matrix”: a) the sectional view of the arrangement, b) the view of the arrangement: 1 – basis bottom, 2 – matrix, 3 – dehydrating chamber, 4 – dehydrating piston, 5 – fixing screw, 6 – basis for sailing out water.

Źródło: Fotografia i opracowanie własne  
Source: the picture and own study

Wszystkie oznaczenia mas odwadnianej próbki przed odwadnianiem i po odwodnieniu, przy kolejnych naciskach odwadniających wykonano w trzech powtórzeniach.

Po każdej próbie odwadniania, również w trzech powtórzeniach, dla każdej próbki oznaczono:

- masę odwadnianej próbki (z wykorzystaniem wagi WPE 300),

- stopień odwodnienia wycierki korzystając ze wzoru:

$$S_o = \frac{m_p - m_k}{m_p} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

gdzie:  $S_o$  – średni stopień odwodnienia (%),

$m_p$  – masa odwadnianej próbki wycierki (g),

$m_k$  – średnia masa po odwodnieniu (g).

- wilgotność odwadnianych próbek z wykorzystaniem wagosuszarki WPE 300S,
- wilgotność odwadnianych próbek po 48 godzinach z wykorzystaniem wagosuszarki WPE 300S,

Poza tym wykonano również fotografie odwadnianych próbek.

Oznaczanie wilgotności wycierki wykonano zgodnie z PN-76/R-64752 za pomocą wagosuszarki WPE 300S z dokładnością 0,01 %.

Otrzymane wyniki badań zostały poddane obróbce statystycznej z wykorzystaniem oprogramowania Statistica.10.0 PL.

## WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań procesu odwadniania 100, 150 oraz 200 g wycierki poddanej naciskom tłoka 6,96; 17,40; 26,10; 34,80 oraz 43,49 MPa.

Tabela 1. Wyniki badań procesu odwadniania wycierki ziemniaczanej

Table 1. The results of the investigations of the dehydrating process of potato pulp

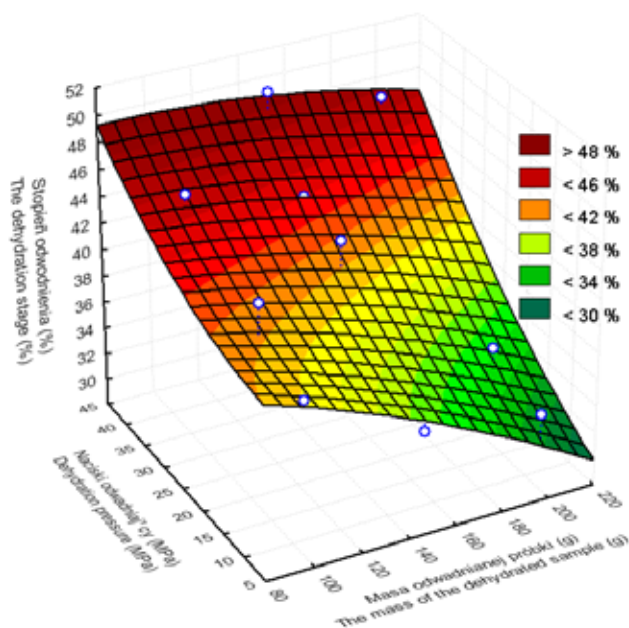
| Zmienne (parametry) niezależne |   | Zmienne zależne (parametry oznaczane) – wartości średnie |                        |                         |
|--------------------------------|---|--|------------------------|-------------------------|
| Masa odwadnianej próbki (g)    | Nacisk (MPa)                                    | Wilgotność po odwodnieniu (%)                            | Wilgotność po 48 h (%) | Stopień odwodnienia (%) |
| 100                            | 6,96  | 79,8a  | 52,9                   | 39,7                    |
| 100                            | 17,40   | 76,2a  | 48,2                   | 43,4                    |
| 100                            | 26,10   | 78,5a  | 67,4                   | 41,8                    |
| 100                            | 34,80   | 80,1a  | 60,3                   | 46,2                    |
| 100                            | 43,49   | 77,5a  | 60                     | 47,1                    |
| 150                            | 6,96  | 81,9a  | 72,8                   | 34,9                    |
| 150                            | 17,40   | 81,4a  | 68,5                   | 36,7                    |
| 150                            | 26,10   | 81,1a  | 68,3                   | 43,1                    |
| 150                            | 34,80   | 77,1a  | 64,6                   | 43,9                    |
| 150                            | 43,49   | 75,1a  | 62,4                   | 49,3                    |
| 200                            | 6,96  | 79,1a  | 71,7                   | 33,7                    |
| 200                            | 17,40   | 81,4a  | 76,4                   | 35,4                    |
| 200                            | 26,10   | 81,4a  | 72,8                   | 37,3                    |
| 200                            | 34,80   | 81,8a  | 71,8                   | 40,2                    |
| 200                            | 43,49   | 80,0a  | 69,1                   | 46,9                    |
| Wycierka nieodwodniona         | Wilgotność wycierki przed odwadnianiem – 85,6 % | 80,7   | –                      | –                       |

Źródło: Opracowanie własne  
Source: own study

Na rys. 3 przedstawiono wpływ czynników materiałowo-procesowych (masa odwadnianej próbki i nacisk tłoka odwadniającego) na uzyskany stopień odwodnienia wycierki ziemniaczanej.

Na podstawie przeprowadzonych badań (tab. 1 i rys. 3) stwierdzono, że zwiększenie masy odwadnianej próbki oraz zwiększenie nacisku tłoka odwadniającego ma istotny wpływ na stopień odwodnienia badanej wycierki.

Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariacji (jednowymiarowy test istotności Kołmogorowa-Smirnowa) na poziomie istotności  $P = 0,05$ , pozwoliła na stwierdzenie braku istotnych różnic pomiędzy uzyskanymi wartościami wilgotności wycierki po odwodnieniu, otrzymanych przy rosnących naciskach odwadniających tłoka.



**Rys. 3. Zależność stopnia odwodnienia wycierki ziemniaczanej od masy odwadnianej próbki i nacisku odwadniającego tłoka.**

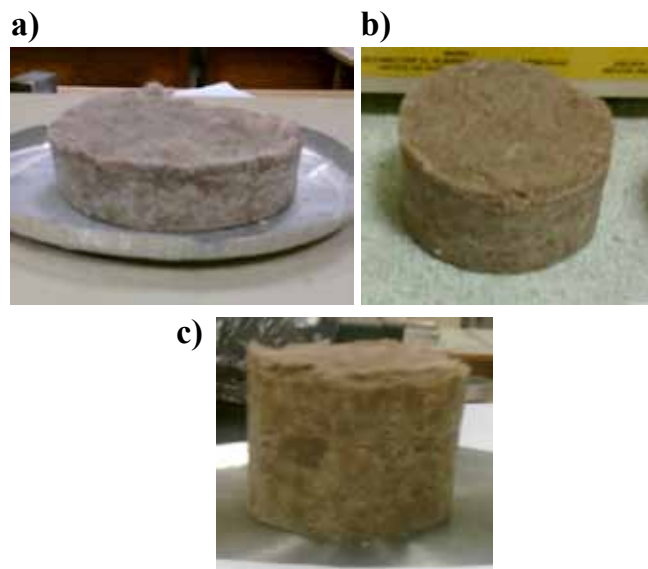
**Fig. 3. The dependence of the dehydration stage of potato pulp from the mass of dehydrate sample and dehydration pressure of the piston.**

**Źródło:** Opracowanie własne  
Source: own study

Wzrost nacisku tłoka odwadniającego z 6,96 do 43,49 MPa spowodował wzrost stopnia odwodnienia o 31,6 % z wartości 33,7 do 49,3 %. Przykładowo zwiększenie nacisku z 6,96 do 43,49 MPa przy masie próbki 100 g spowodowało zwiększenie stopnia odwodnienia o 15,7 % z wartości 39,7 do 47,1 %, zaś przy masie 200 g stopień odwodnienia zwiększył się o 28,1 % z 33,7 do 46,9 %.

Zwiększenie masy odwadnianej próbki ze 100 do 200 g spowodowało spadek stopnia odwodnienia o 31,6 % z wartości 49,3 do 33,7 %. Przykładowo zwiększenie masy z 100 do 200 g przy nacisku 6,96 MPa spowodowało spadek stopnia odwodnienia próbki o 15,1 % z wartości 39,7 do 33,7 %, zaś przy nacisku 17,40 MPa nastąpił spadek stopnia odwodnienia o 18,4 % z wartości 43,4 do 35,4 %.

Na rys. 4 przedstawiono widok przykładowych trzech próbek wycierki ziemniaczanej po odwodnieniu, otrzymanych z masy początkowej 100, 150 oraz 200 g pod naciskiem tłoka odwadniającego 6,96 MPa.



**Rys. 4. Widok odwodnianych próbek wycierki przy nacisku 6,96 MPa: a) o masie 100 g, b) o masie 150 g, c) o masie 200 g.**

**Fig. 4. The view of the potato pulp samples dehydrated by the pressure 6,96 MPa: a) about the mass 100 g, b) about the mass 150 g, c) about the mass 200 g.**

**Źródło:** Fotografia i opracowanie własne  
Source: the picture and own study

Wpływ masy odwadnianej próbki  $m_p$  i nacisk tłoka odwadniającego  $p_k$  na stopień odwodnienia próbki  $S_0$ , opisano równaniem:

$$S_0 = 44,802 - 0,031m_p - 0,144p_k - 0,001m_p^2 + 0,001p_k m_p + 0,005p_k^2 \quad (2)$$

gdzie:  $m_p$  – masa odwadnianej próbki wycierki (g),  
 $p_k$  – nacisk tłoka odwadniającego (MPa).

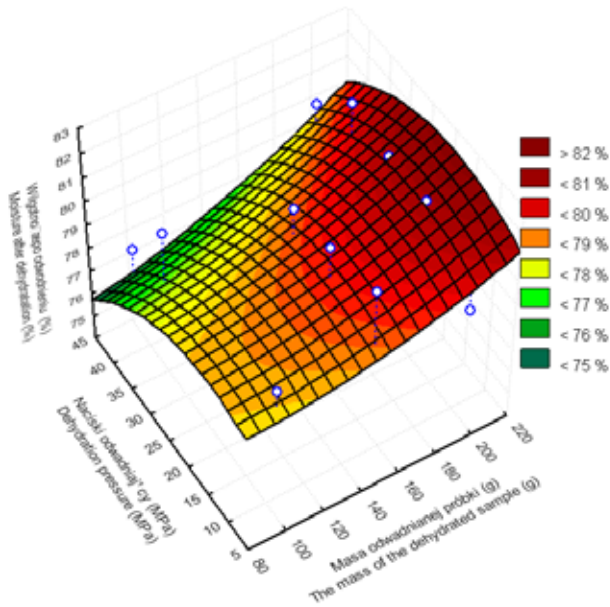
Po przeprowadzeniu regresji nieliniowej modelu (równania 2), stwierdzono, że na poziomie istotności  $P = 0,05$ , wyrazami istotnymi w przyjętym modelu jest jedynie wyraz wolny.

Na rys. 5 przedstawiono wpływ czynników materiałowo-procesowych (masa odwadnianej próbki i nacisku tłoka odwadniającego) na uzyskaną wilgotność próbki po odwodnieniu, oznaczoną za pomocą wagosuszarki.

Na podstawie przeprowadzonych badań (tab. 1 i rys. 5) stwierdzono, że zwiększenia masy próbki oraz zwiększenie nacisku tłoka odwadniającego ma istotny wpływ na wilgotność próbki po odwodnieniu.

Wzrost masy badanej próbki ze 100 do 200 g spowodował spadek ubytku wilgotności po odwodnieniu o 8,3 % z wartości 75,1 do 81,9 %. Przykładowo zwiększenie masy próbki ze 100 do 200 g przy nacisku 17,40 MPa spowodowało spadek ubytku wilgotności próbki o 6,4% z wartości

76,2 do 81,4%, zaś przy nacisku 43,49 nastąpił spadek ubytku wilgotności o 3,1% z wartości 77,5 do 80%.



Rys. 5. Zależność wilgotności próbek odwodnionej wycierki po odwodnieniu oznaczonej za pomocą wagosuszarki WPE 300S od masy odwadniającej próbki i nacisku odwadniającego.

Fig. 5. The dependence of the moisture of potato pulp after dehydrate process appointed by WPE 300S dryer from the dehydrate sample mass and dehydration pressure.

Źródło: Opracowanie własne  
Source: own study

Zwiększenie nacisku tłoka z 6,96 do ok. 30 MPa spowodowało spadek ubytku wilgotności oznaczonej po odwodnieniu. Dopiero zwiększenie nacisku w zakresie od ok. 30 do 43,49 MPa spowodowało wzrost ubytku wilgotności odwadniającej wycierki. Przykładowo zwiększenie nacisku z 6,96 do 34,8 MPa przy masie próbki odwadniającej 200 g spowodowało spadek ubytku wilgotności oznaczonej po odwodnieniu z wartości 79,1 do 81,8%. Dalsze zwiększenie nacisku od 34,8 do 43,49 MPa spowodowało wzrost ubytku wilgotności odwadniającej wycierki do wartości 80,0%. Powyższe zależności związane są z tym, że zwiększenie nacisku na odwadniany materiał powoduje uwolnienie nowych porcji cieczy, ale jednocześnie zmniejsza porowatość i utrudnia przepływ między cząstkami wycierki, więc ilość wydzielanej cieczy z wycierki maleje. Potwierdza to Lewicki i współpracownicy [12].

Na otrzymane wartości wilgotności po odwodnieniu duży wpływ miało właściwe ujednorodnienie odwadniającej masy wycierki przed jej umieszczeniem w wagosuszarce. Aby wartości wilgotności mogły być porównywalne ze sobą, próbka przygotowana do badania w wagosuszarce była pobierana z tego samego miejsca z wypraski (wałcowatego granulatu). Był to środek przekroju „granulatu” po odwodnieniu.

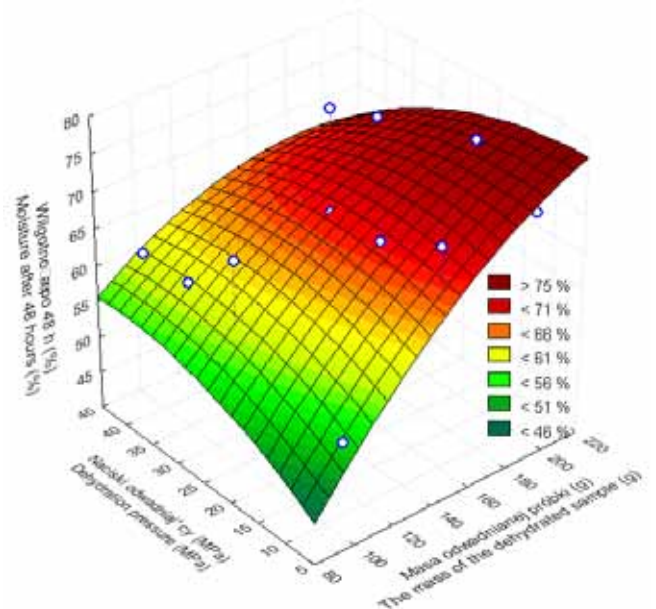
Wpływ masy odwadniającej próbki  $m_p$  i nacisku tłoka odwadniającego  $p_k$  na wilgotność po odwodnieniu  $w_0$ , opisano równaniem:

$$w_0 = 74,51 + 0,018m_p - 0,007p_k - 0,001m_p^2 + 0,004p_k m_p - 0,004p_k^2 \quad (3)$$

Po przeprowadzeniu regresji nieliniowej modelu (równania 3), stwierdzono, że na poziomie istotności  $P = 0,05$ , wyrazami istotnymi w przyjętym modelu jest jedynie wyraz wolny.

W trakcie badań stwierdzono, że odwodniona wycierka, poddana procesowi dosuszania przez okres 48 godzin w temperaturze 20°C, obniża swoją wilgotność o ok. 5-36% (w zależności od parametrów odwadniania) w stosunku do wilgotności po odwodnieniu. Tymczasem wycierka nieodwodniona po tym czasie (48 godzin w temperaturze 20°C) zmniejsza swoją wilgotność tylko o 5,7%.

Na rys. 6 przedstawiono wpływ czynników materiałowo-procesowych (masa odwadniającej próbki i nacisku tłoka odwadniającego) na uzyskaną wilgotność odwodnionej wycierki ziemniaczanej, poddanej procesowi dosuszania przez okres 48 godzin od zakończenia procesu odwadniania.



Rys. 6. Zależność wilgotności próbek wycierki po upływie 48 godzin po odwodnieniu, oznaczonej za pomocą wagosuszarki WPE 300S od masy odwadniającej próbki i nacisku odwadniającego.

Fig. 6. The dependence of the moisture of potato pulp 48 hours after dehydrate process appointed by WPE 300S dryer from the dehydrate sample mass and dehydration pressure.

Źródło: Opracowanie własne  
Source: own study

W trakcie badań (tab. 1 i rys. 6) stwierdzono, że zwiększenie masy próbki oraz zwiększenie nacisku tłoka odwadniającego ma wpływ na wilgotność odwadniającej wycierki po 48 godzinach od zakończenia procesu odwadniania. Zwiększenie masy badanej próbki ze 100 do 200 g spowodowało spadek ubytku wilgotności zmierzonej po upływie 48 h od odwodnienia o 36,9% z wartości 48,2 do 76,4%. Przykładowo zwiększenie masy próbki ze 100 do 200 g przy



nacisku 26,10, MPa spowodowało spadek ubytku wilgotności próbki o 7,4% z wartości 67,4 do 72,8%.

Zmniejszenie nacisku tłoka odwadniającego z 43,49 do 6,96 MPa, spowodowało spadek ubytku wilgotności próbki wycierki oznaczonej po 48 godzinach od odwodnienia o 36,9 % z wartości 48,2 do 76,4%. Przykładowo zmniejszenie nacisku z 43,49 do 6,96 przy masie próbki odwadnianej 150 g, spowodowało spadek ubytku wilgotności o 14,3%, z wartości 62,4 do 72,8%, zaś przy masie próbki 200 g o 3,6% z wartości 69,1 do 71,7%.

Wpływ masy odwadnianej próbki  $m_p$  i nacisku tłoka odwadniającego  $p_k$  na wilgotność po upływie 48 godzin  $w_{48}$  od odwodnienia opisano równaniem:

$$w_{48} = 7,033 + 0,518m_p + 0,949p_k - 0,001m_p^2 - 0,004m_p p_k - 0,008p_k^2 \quad (4)$$

Po przeprowadzeniu regresji nieliniowej modelu (równania 4), stwierdzono, że na poziomie istotności  $P = 0,05$ , żaden z wyrazów modelu nie jest istotny. Dopiero na poziomie istotności  $P = 0,15$ , w przyjętym modelu istotnym wyrazem jest wyraz związany z interakcją masy odwadnianej próbki  $m_p$  i nacisku tłoka odwadniającego  $p_k$  ( $0,004 m_p p_k$ ).

Należy również stwierdzić, dla porównania, że wycierka nieodwodniona po tym czasie tj. po 48 godzinach, zmniejsza swoją wilgotność tylko o 5,7 % (tab. 1). Widoczny jest więc wyraźnie mniejszy ubytek masy wycierki nieodwodnionej po 48 godzinach, w porównaniu z ubytkiem masy po 48 godzinach wycierki odwodnionej. Jest to bardzo dobra wiadomość z punktu widzenia dalszego jej zagospodarowania.

Uzyskane wypraski z procesu odwadniania wycierki ziemniaczanej, po dosuszeniu mogą być wykorzystane jako przyszłe paliwo do produkcji energii elektrycznej i cieplnej z Odnawialnych Źródeł Energii (OZE).

Po 48 godzinach od odwodnienia wygląd zewnętrzny próbek prasowanej wycierki pozostawionej po odwodnieniu w postaci „granulatu” w temperaturze panującej w laboratorium (ok. 20°C) nie uległ znacznym zmianom.

Przeprowadzono również badania wstępne odwadniania wycierki, poprzekładanej warstwami mikrofibry. Wyniki badań były zadowalające, gdyż uzyskano większe stopnie odwodnienia, spowodowane chłonięciem wody przez kolejne warstwy mikrofibry. Jednakże z powodu braku możliwości zastosowania takiego sposobu odwadniania w praktyce (w układzie odwadniającym urządzenia odwadniającego), zrezygnowano z dalszych badań tego sposobu odwadniania wycierki.

## WNIOSKI

1. Masa próbki przed odwodnieniem oraz wartości nacisków odwadniających to parametry mające istotny wpływ na stopień odwodnienia i wilgotność wycierki po odwodnieniu.
2. Zwiększenie masy odwadnianej próbki powoduje spadek ubytku wody z odwadnianej próbki (spadek stopnia

odwodnienia), co wpływa na wzrost wilgotności próbki po odwodnieniu.

3. Zwiększenie nacisków odwadniających powoduje wzrost ubytku masy wody w trakcie odwadniania (wzrost stopnia odwodnienia) i wpływa na zmniejszenie wilgotności próbki po odwodnieniu.
4. Odwodniona wycierka, poddana procesowi dosuszania przez okres 48 godzin w temperaturze 20°C, w większym stopniu zmniejsza swoją wilgotność (o ok. 5-36% w zależności od parametrów odwadniania) w stosunku do wycierki nieodwodnionej.

## LITERATURA

- [1] BIAŁAS L., LESIECKI M., LEJA K., LEWANDOWICZ G. 2010. Ocena przydatności wycierki ziemniaczanej w wytwarzaniu półproduktu do fermentacji etanolowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 557, 467-477.
- [2] BIEŃ J., KOWALCZYK M., KAMIZELA T. 2009. Wpływ parametrów warstwy filtracyjnej oraz sposobu preparowania osadów ściekowych na efekty ich odwadniania, Gospodarka odpadami komunalnymi, Tom V, Wydawnictwo Feniks, Koszalin, 129-138.
- [3] BIEŃ J. 2011. Badania charakterystyk reologicznych i odwadniania chemicznie preparowanych osadów ściekowych. Inżynieria i Ochrona Środowiska 2011, t. 14, nr 4, 323-332.
- [4] BOGUCKI M., NEJA W. 2008. Produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego w żywieniu bydła. Hodowca Bydła, 1/2008.
- [5] CHACHUŁOWA J. (red) 1997. Pasze. Wydawnictwo Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- [6] CARRUTHERS I. B., PIRIE N. W. 1976. Mechanical dehydration of potato tubers. Experimental Agriculture, 12, pp 329-335 doi:10.1017/S001447970000733X.
- [7] CHEN K-L., CHANG H-J, YANG C-K, YOU S-H, JENQ H-D., YU B. 2007. Effect of Dietary Inclusion of Dehydrated Food Waste. Products on Taiwan Native Chicken (Taishi No. 13). Asian-Australasian Association of Animal Societies 20(5):754-760.
- [8] CZYŻYK F., STRZELCZYK M., STEINHOFF-WRZEŚNIEWSKA A., GODZWON J., RAJMUND A., KORDŁAS J., KACA E. 2010. Wytyczne w zakresie wykorzystywania produktów ubocznych oraz zalecanego postępowania z odpadami w rolnictwie oraz przemyśle rolno-spożywczym. Wydawnictwa Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego, Falenty – Warszawa.
- [9] KAWA-RYGIELSKA J., PEKSA A. 2010. Otrzymanie etanolu z odpadowego granulatu ziemniaczanego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 557, 447-453.
- [10] KOWALCZYK M., KAMIZELA T. 2010. Efektywność separacji fazy stałej z osadów ściekowych w procesie odwadniania przy dawkowaniu substancji chemicznych, Gospodarka odpadami komunalnymi, Tom VI, Wydawnictwo Feniks, Koszalin, 301-308.



- [11] **KUMIDER J. 1996.** Utylizacja odpadów przemysłu rolno-spożywczego. Aspekty towaroznawcze i ekologiczne, Wydaw. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.
- [12] **LEWICKI P., LENART A., KOWALCZYK R., PAŁACHA Z. 1999.** Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [13] **MAYER F. 1998.** *Potato pulp: properties, physical modification and application.* Polym. Degrad. Stab. 59:231-235.
- [14] **MAYER F., HILLEBRANDT J.O. 1997.** *Potato pulp: microbiological characterization, physical modification and application of this agricultural waste product.* J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 48: 435-440.
- [15] **NOWACKI W. 2006.** Ziemniaki – alternatywnym surowcem do produkcji bioetanolu. Chemia przemysłowa BMP 4: 23-26.
- [16] **OBIDZIŃSKI S. 2009.** *Badania procesu zagęszczania wycierki ziemniaczanej.* Acta Agrophysica, 2009, 14(2), 383-392.
- [17] **OBIDZIŃSKI S. 2010.** Ocena właściwości energetycznych wycierki ziemniaczanej. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 58-62.
- [18] **OBIDZIŃSKI S. 2012.** *Analysis of usability of potato pulp as solid fuel.* Fuel Processing Technology 94(2012), 67-74.
- [19] **OBIDZIŃSKI S. 2012a.** Granulat opałowy i paszowy i technologia jego wytwarzania. Zgłoszenie patentowe P.398399 z dnia 12.03.2012r. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa 2012.
- [20] **OLIVIER J., VAXELAIRE J., GINISTY P. 2004.** *Gravity drainage of activated sludge: from laboratory experiments to industrial process.* J. Chem. Technol. Biotechnol., 79, 461.
- [21] **POSKROBKO S., ŁACH J., KRÓL D. 2010.** *Badanie właściwości kalorycznych wybranych odpadów przemysłowych i paliw formowalnych z odpadów.* Energetyka. Nr 3(669), Rocznik 63, Marzec 2010, 663-640.
- [22] **SKALMOWSKI K. (red.), 1999.** Poradnik gospodarowania odpadami. T. 1-6. Praca zbiorowa, Warszawa: Verl. Dashöfer, 326.
- [23] **SIP A., OLEJNIK-SCHMIDT A., SAWICKA E., KUBIAK M., LEWANDOWICZ G. 2010.** *Charakterystyka autochtonicznej mikroflory wycierki ziemniaczanej.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 557, 455-466.

Dr inż. Marzena TOMASZEWSKA

Dr inż. Wiesława GRZESIŃSKA

Dr inż. Beata BILSKA

Dr inż. Joanna TRAFIAŁEK

Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji

SGGW w Warszawie

## CHARAKTERYSTYKA BAKTERIOCYN JAKO NATURALNYCH KONSERWANTÓW ŻYWNOSCI®

### Characteristics of the bacteriocins as a natural food preservatives®

**Słowa kluczowe:** utrwalanie żywności, metody kombinowane, bakteriocyny, bakterie fermentacji mlekowej (LAB), nisyna.

*Do produkcji żywności coraz częściej wykorzystywane są tzw. metody kombinowane, w których stosuje się m.in. biokonserwanty. Bakteriocyny są liczną grupą związków produkowanych przez bakterie Gram-dodatnie i Gram-ujemne. Związki te które posiadają zdolność inaktywacji lub hamowania rozwoju innych drobnoustrojów, w tym niektórych niebezpiecznych dla człowieka patogenów, np. *Listeria monocytogenes*.*

*W artykule scharakteryzowano bakteriocyny, które można wykorzystać jako naturalne konserwanty żywności. Przedstawiono klasyfikację bakteriocyn wraz z krótkim omówieniem poszczególnych klas, a także ich zastosowanie w przemyśle spożywczym.*

**Key words:** food preservation, hurdle technology, bacteriocins, lactic acid bacteria (LAB), nisin.

*Manufacturers are increasingly using the hurdle technology in food production. Biopreservatives are used in these methods. Bacteriocins are a large group of compounds produced by Gram-positive and Gram-negative bacteria, which have the ability to inactivate or inhibit the growth of other microorganisms, including certain hazardous to human pathogens such as *Listeria monocytogenes*.*

*This paper describes bacteriocins in the aspect their use as natural food preservatives. The classification of bacteriocins with a short overview of each classes was presented. Their application in the food industry has been characterized.*

### WSTĘP

Współczesny konsument jest coraz bardziej zainteresowany jakością produktów spożywczych. Oczekuje, że dostępne na rynku środki spożywcze będą smaczne, bezpieczne i korzystne dla zdrowia, a przy tym odpowiednio trwałe.

Tradycyjne metody utrwalania żywności, takie jak: sterylizacja i pasteryzacja cieplna, suszenie, zakwaszanie czy też ekstruzja, choć dają dobre efekty utrwalenia, to często prowadzą do znacznych zmian wyglądu, a także właściwości sensorycznych oraz żywieniowych utrwalanego produktu [10]. Tymczasem konsumenci poszukują produktów trwałych, ale jednocześnie mało „zmęczonych” procesem technologicznym.

W celu spełnienia tych wymagań, producenci żywności wykorzystują technologie zaliczane do grupy tzw. metod kombinowanych, w których wykorzystuje się kilka czynników utrwalających, np.: wysoką i niską temperaturę, pH, potencjał redox, konserwanty, stosowanych w określonej kolejności. W porównaniu do tradycyjnych metod utrwalania, wykorzystanie tej metody pozwala na zmniejszenie dawek zastosowanych czynników. Coraz częściej w metodach kombinowanych stosowane są naturalne czynniki utrwalające, takie jak: biokonserwanty, modyfikowana atmosfera pakowania, powłoki jadalne [15].

**Celem artykułu jest przedstawienie aktualnej wiedzy oraz informacji o bakteriocynach i ich zastosowaniu jako naturalnych konserwantach żywności.**

### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BAKTERIOCYN

Mikroorganizmy wytwarzają liczne substancje, mające zastosowanie w przemyśle spożywczym, do których należą między innymi: kwasy organiczne (kwas mlekowy, kwas propionowy), aldehydy, kwasy tłuszczowe, nadtlenuk wodoru, lizozym, a także bakteriocyny. W praktyce najczęściej są stosowane bakteriocyny, w celu hamowania wzrostu obecnej w żywności mikroflory patogennej [25].

Jak podaje Błaszczyk [4], bakteriocyny występujące naturalnie w niektórych produktach spożywczych, były spożywane przez ludzi nieświadomie od dawna. Odkryto je w połowie lat 20. XX wieku. Po raz pierwszy zostały opisane przez belgijskiego mikrobiologa Andre Gratia [12]. W 1925 r. odkrył on antagonistyczne działanie komórek *E. coli* w stosunku do innego serotypu *E. coli* [6].

Bakteriocyny są związkami o charakterze białkowym, wytwarzanymi przez liczne gatunki bakterii zarówno Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych. Mają zdolność inaktywacji lub inhibicji wzrostu innych bakterii (w tym niektórych

Tabela 1. Podstawowe cechy bakteriocyn

Table 1. Basic characteristics of the bacteriocins

| Cechy bakteriocyn                     | Opis   |
|---------------------------------------|--|
| wpływ na organizm człowieka           | związki całkowicie bezpieczne dla człowieka – niecytotoksyczne, niealergiczne i niekancerogenne  |
| aktywność przeciwdrobnoustrojowa      | działanie antagonistyczne na określone grupy drobnoustrojów; wiele bakteriocyn wykazuje aktywność względem chorobotwórczych dla człowieka bakterii z rodzajów <i>Staphylococcus</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Listeria</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Pseudomonas</i> oraz enteropatogennych bakterii <i>E. coli</i> ; zakres aktywności poszczególnych bakteriocyn jest różny |
| charakter działania antagonistycznego | działanie bakteriobójcze, działanie bakteriostatyczne, działanie grzybobójcze (niektóre bakteriocyny)  |
| mechanizm działania                   | porażka membrany cytoplazmatycznej, liza komórek, inhibicja biosyntezy DNA, RNA i białka   |
| struktura chemiczna                   | proste białka, kompleksy białkowo-węglowodanowe, kompleksy białkowo-lipidowe, kompleksy białkowo-węglowodanowo-lipidowe  |
| masa cząsteczkowa                     | od kilku do kilkudziesięciu kDa; najczęściej poniżej 5kDa  |
| rozpuszczalność                       | dobrze rozpuszczalne w wodzie, najlepiej rozpuszczalne w roztworach kwaśnych   |
| wrażliwość na działanie temperatury   | związki termostabilne; większość bakteriocyn wytrzymuje 15 – 30 min. ogrzewanie w temp. 100°C; wyjątek stanowią bakteriocyny wysokocząsteczkowe (klasa III),   |
| wrażliwość na działanie enzymów       | wrażliwe na działanie enzymów proteolitycznych (pepsyny, trypsyny, pronazy), a bakteriocyny o złożonej budowie również na działanie enzymów amylolitycznych lub/i lipolitycznych   |
| wrażliwość na odczyn środowiska       | Większość bakteriocyn jest stabilna w środowisku o pH od 2,0 do 8,0  |

Źródło: Sip A., Jusik P. 2008, Sip i wsp. 2009b [20, 22]

Tabela 2. Klasyfikacja i charakterystyka bakteriocyn bakterii gram – dodatnich

Table 2. Classification and characteristics of the gram – positive bacteriocins

| KLASA   | PODKLASA                                  | CHARAKTERYSTYKA   | PRZYKŁAD   |
|---|---|---|--|
| Klasa I.<br>lantybiotyki  | I a.<br>Lantybiotyki typu A               | wydłużone, elastyczne cząsteczki alifatyczne; działanie bakteriobójcze poprzez tworzenie porów w błonie cytoplazmatycznej wrażliwych komórek  | Nizyna   |
|   | I b.<br>Lantybiotyki typu B               | szytywne, globularne cząsteczki o zróżnicowanym mechanizmie działania (najczęściej zakłócenie biosyntezy ściany komórkowej)   |  |
| Klasa II.<br>nielantybiotyki<br>(niszczą komórki organizmów wrażliwych przez permeabilizację ściany komórkowej) | II a.<br>bakteriocyny pediocynopodobne    | polipeptydowy łańcuch zawierający zwykle dwie reszty cysteiny, która umożliwia powstawanie wiązań di siarczkowych; wiązania S-S prawdopodobnie mają wpływ na ich aktywność biologiczną; silna aktywność wobec <i>Listeria spp.</i> ; ze względu na właściwości fizyczne oraz silną aktywność antybakteryjną – <b>obecnie najczęściej badana grupa bakteriocyn</b> | Pediocyna AcH, Leukocyna A-UAL187, Diwercyna V41 |
|   | II b.<br>bakteriocyny dwupeptydowe        | zalicza się bakteriocyny, których: aktywność warunkowana jest komplementarnym działaniem dwóch peptydów (brak aktywności pojedynczego peptydu), oraz pojedyncze peptydy posiadają pewną aktywność, lecz kombinacja dwóch znacznie ją zwiększa   | Laktokokcyjna M, Laktokokcyjna G                 |
|   | II c.<br>bakteriocyny <i>sec</i> -zależne | w odróżnieniu od lantybiotyków i większości bakteriocyn nielantybiotykowych, bakteriocyny należące do tej podklasy są wydzielane za pomocą tzw. białek <i>sec</i> ,   | Diwercyna A, Laktokokcyjna 972                   |
|   | II d.<br>inne bakteriocyny                | obejmuje bakteriocyny, które odbiegają budową i mechanizmem sekrecji i działania od bakteriocyn zaklasyfikowanych do podklas II a-II c  | Diacetyna B, Enterocyna B                        |
| Klasa III.<br>bakteriocyny wysokocząsteczkowe   |   | bakteriocyny o dużej masie cząsteczkowej, ulegają inaktywacji pod wpływem wysokiej temperatury (60-100°C przez 10 – 15 minut); brak stabilności w wysokich temperaturach oraz brak dokładnej ich charakterystyki powoduje, że są one mniej interesujące dla naukowców zajmujących się problematyką żywności   | Kaseicyna 80 Helwetycyna J                       |
| Klasa IV.<br>Kompleksy B-L lub B-W  | glikoproteiny                             | do pełnej aktywności antimikrobiologicznej wymagają obecności reszty lipidowej (B-L) lub węglowodanowej (B-W)   | Leukocyna S                                      |
|   | lipoproteiny                              |   | Mesenterocyna 52                                 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [2, 4, 6, 8, 13]

patogennych), nie powodując przy tym toksycznych efektów ubocznych. Dlatego też, stanowią one alternatywę dla chemicznych środków konserwujących. Ze względu na swoje właściwości (istotną cechą wielu bakteriocyn jest termostabilność), stały się one obiektem zainteresowania i poszukiwania możliwości zastosowania ich w praktyce [3, 4, 13]. Podstawowe cechy bakteriocyn przedstawiono w tabeli 1.

## KLASYFIKACJA BAKTERIOCYN

Bakteriocyny to grupa związków zróżnicowanych pod względem właściwości fizycznych, biochemicznych, aktywności biologicznej, a także mechanizmu działania. Zanim przyjęto obecny podział bakteriocyn, posługiwano się wieloma innymi klasyfikacjami. Brano pod uwagę, np. nazwę gatunków będących producentami bakteriocyn, czy różnice strukturalne cząsteczek bakteriocynowych. Należy podkreślić, że wielu autorów przedstawiających wcześniejsze podziały bakteriocyn, nie posiadało wiedzy, którą dysponują dzisiejsi naukowcy zajmujący się tą problematyką. Wiedza ta umożliwiła dokonanie klasyfikacji zawartej w tabelach 2 i 3.

Z czasem, gdy odkryto szereg nowych bakteriocyn produkowanych przez bakterie Gram-dodatnie, oraz pojawiły się nowe fakty związane z właściwościami tych związków, zaistniała potrzeba opracowania (obecnie istniejącego) podziału na dwie grupy, tj. na bakteriocyny bakterii Gram-dodatnich oraz bakteriocyny bakterii Gram-ujemnych [2].

Bakteriocyny produkowane przez bakterie gram-dodatnie podzielone są na dwie duże klasy: lantybiotyki i nielantybiotyki [4]. Większość prac przeglądowych poświęconych problematyce bakteriocyn [2, 6, 8] najczęściej odwołuje się jednak do podziału bakteriocyn Gram-dodatniach zaproponowanego przez Klaenhammera na cztery główne klasy: antybiotyki, nielantybiotyki, bakteriocyny wysokocząsteczkowe oraz kompleksy białkowo-lipidowe lub białkowo-węglowodanowe. Klasyfikację bakteriocyn produkowanych przez bakterie Gram-dodatnie wg Klaenhammera z podziałem na podklasy wraz z ich krótką charakterystyką przedstawiono w tabeli 2.

Bakteriocyny produkowane przez bakterie Gram-ujemne, charakteryzują się węższym zakresem działania w porównaniu do wytwarzanych przez bakterie Gram-dodatnie. Bakteriocyny bakterii Gram-ujemnych wytwarzane są głównie przez bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, klasyfikowane jako kolicyny i mikrocyny. Cechą charakterystyczną bakteriocyn bakterii Gram-ujemnych jest przynależność do tej samej rodziny, a przede wszystkim do tego samego gatunku zarówno producenta, jak i szczepu wrażliwego [2, 8]. Podział bakteriocyn produkowanych przez bakterie Gram-ujemne wraz z ogólną charakterystyką przedstawiono w tabeli 3.

## SPECYFICZNOŚĆ PRZECIWDROBNOUSTROJOWA BAKTERIOCYN

Spektrum działania większości bakteriocyn jest ograniczone głównie do szczepów tego samego gatunku, co bakteria wytwarzająca bakteriocynę oraz do bakterii blisko z nią spokrewnionych [4]. Badania wykazują, że wiele z tych związków posiada też zdolność hamowania rozwoju bakterii należących do innych gatunków niż producent. Biorąc pod

uwagę spektrum działania bakteriocyn, można je podzielić na trzy podstawowe grupy związków [4, 8]:

- o wąskim zakresie aktywności przeciwdrobnoustrojowej, których działanie ogranicza się do szczepów tego samego gatunku, co organizm producenta np. laktokokcyna A, kazeicyna 80, bądź do gatunków tego samego rodzaju np. laktocyna 27, laktacyna B, laktostrepcyna 5,
- o umiarkowanym zakresie aktywności, których aktywność antymikrobiologiczna w stosunku do pierwszej grupy, rozszerzona jest na inne gatunki bakterii, w tym organizmy patogenne, takie jak: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*,
- o szerokim zakresie działania antymikrobiologicznego, przeciw bakteriom Gram-dodatnim i Gram-ujemnym, a nawet grzybom; główną bakteriocyną należącą do tej grupy jest nizyna, ale zaliczana do tej grupy jest również pediocyna AcH, pediocyna PA-1 oraz propionicyna PLG-1.

W aspekcie praktycznego wykorzystania bakteriocyn, najbardziej interesującą jest trzecia grupa, charakteryzująca się szerokim zakresem aktywności przeciwdrobnoustrojowej [8].

Istnieje możliwość utrwalania żywności za pomocą kilku bakteriocyn jednocześnie. Skuteczność działania pediocyny AcH stosowanej w połączeniu z nizyną jest znacznie większa niż działanie każdej bakteriocyny pojedynczo. Konsekwencją łącznego stosowania bakteriocyn różnych klas może być pojawienie się w żywności bakterii opornych na działanie tych bakteriocyn. Wykazano, iż nabyta oporność na bakteriocyny może mieć charakter przejściowy. Oporność zanika po kilku generacjach od usunięcia bakteriocyny ze środowiska, co świadczy o wysokim stopniu rewersji bakteriocynoopornych mutantów. Przy rozsądnej aplikacji bakteriocyn jako elementu technologii płatków, mało prawdopodobne jest masowe pojawienie się w żywności bakterii opornych na ich działanie [21].

## ZASTOSOWANIE BAKTERIOCYN

Substancje o właściwościach antymikrobiologicznych, wykorzystywane w przemyśle spożywczym do konserwowania żywności, powinny posiadać określone właściwości. Jako niezwykle istotne wymienia się: bezpieczeństwo dla konsumenta, szerokie spektrum działania, wybrane cechy fizykochemiczne (termostabilność, odporność na zmiany pH), niezbyt duża masa cząsteczkowa (łatwiejsza dyfuzja w produktach półpłynnych) [4]. Sip [19] podkreśla, że bakteriocyny stosowane jako konserwanty do żywności powinny, poza wyżej wymienionymi, charakteryzować się takimi cechami, jak: brak oddziaływania ze składnikami żywności, brak wpływu na właściwości sensoryczne utrwalanych produktów, stabilność w czasie przechowywania, efektywność działania w niskich stężeniach.

Za bezpieczne uważane jest stosowanie do żywności bakteriocyn syntetyzowanych przez szczepy bakterii fermentacji mlekowej [Lactic Acid Bacteria – LAB], takich jak



Tabela 3. Klasyfikacja i charakterystyka bakteriocyn bakterii gram – ujemnych

Table 3. Classification and characteristics of the gram – negative bacteriocins

| KLASA     | PODKLASA                                 | CHARAKTERYSTYKA   | PRZYKŁAD  |
|-----------|--|---|---|
| Kolicyny  |  | wytwarzane przez szczepy <i>Escherichia coli</i> oraz rodzaje <i>Shigella</i> i <i>Serratia</i> ;<br>aktywność antymikrobiologiczna w stosunku do blisko spokrewnionych szczepów bakterii;<br>bakterie wrażliwe zawierają na powierzchni komórek specyficzny receptor kolicynowy, do którego kolicyny się wiążą;<br>działanie przeciwdrobnoustrojowe polega głównie na formowaniu w błonie cytoplazmatycznej komórek wrażliwych kanałów jonowych, co powoduje depolaryzację błony, możliwe jest także, np. kolicyna M, działanie poprzez hamowanie syntezy peptydoglikanu w ścianie komórkowej bakterii wrażliwej;<br>synteza kolicyn jest zabójcza dla komórki producenta i powoduje jej lizę, | Kolicyna B,<br>Kolicyna U,<br>Kolicyna M,<br>Kolicyna E2,<br>Kolicyna E8, |
| Mikrocyny | o masie cząsteczkowej <5 kDa             | wytwarzane przez bakterie z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i> , antagonistycznie aktywne wobec szczepów blisko spokrewnionych;<br>podlegające modyfikacji potranslacyjnej i atakujące struktury wewnątrzkomórkowe,<br>synteza mikrocytn nie jest zabójcza dla komórki producenta,<br>cechują się: termostabilnością, hydrofobowością i odpornością na ekstremalne warunki,  | Mikrocyna B17,<br>Mikrocyna J25,<br>Mikrocyna H47,<br>Mikrocyna E492,     |
|           | o masie cząsteczkowej od 7 kDa do 10 kDa | wytwarzane przez bakterie z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i> , antagonistycznie aktywne wobec szczepów blisko spokrewnionych;<br>nie modyfikowane potranslacyjnie i działające antagonistycznie poprzez uszkodzenie błony komórkowej,<br>synteza mikrocytn nie jest zabójcza dla komórki producenta,<br>cechują się: termostabilnością, hydrofobowością i odpornością na ekstremalne warunki,  |   |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [2, 4, 7, 8, 13]

Tabela 4. Stosowanie i dawkowanie nizyny zgodnie z polskim prawem

Table 4. The use and dosage of nisin in accordance with the Polish law

| Numer wg systemu oznaczeń Unii Europejskiej | Nazwa  | Środek spożywczy                                | Maksymalny poziom |
|---|--------|---|-------------------|
| E 234                                       | Nizyna | Pudding z semoliny i tapioki i produkty podobne | 3 mg/kg           |
|   |        | Sery dojrzewające i sery topine                 | 12,5 mg/kg        |
|   |        | Clotted cream                                   | 10 mg/kg          |
|   |        | Mascarpone                                      | 10 mg/kg          |

Źródło: Dz. U. 2010 r., nr 232, poz. 1525 [18]

*Lactococcus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Carnobacterium sp.*, czy *Leuconostoc sp.* [25]. Bakteriocyny, będące obok kwasów organicznych, nadtlenu wodoru, związków systemu laktoperoksydazy, diacetylu, czy aldehydu octowego, metabolitami komórkowymi LAB, hamują wzrost bakterii patogennych i organizmów zanieczyszczających żywność oraz powodujących jej psucie [23, 24].

Obecnie dużym zainteresowaniem cieszy się możliwość wykorzystywania bakterii fermentacji mlekowej (LAB) do zwalczania *Listerii*. Spośród wymienionych metabolitów LAB, najsilniejszą bakteriobójczą aktywność względem chorobotwórczych dla człowieka *L. monocytogenes* mają bakteriocyny klasy IIa [23].

Słońska i Klimuszko [24] informują, że w okresie minionych dziesięcioleci częstym obiektem badań były bakteriocyny produkowane przez pałeczki *Lactobacillus*. Cytowane przez autorki badania Barefoota i Klaenhammera wykazały, że 63% z 52 przebadanych szczepów *L. acidophilus* produkuje bakteriocyny.

W przemyśle spożywczym bakterie mlekowe używane są najczęściej w postaci kultur starterowych [11]. Są to specjalnie wyselekcjonowane bakterie kwasu mlekowego, stosowane przy wyrobieniu różnych fermentowanych produktów

spożywczych. Kultury starterowe mogą pełnić jednocześnie funkcje kultur ochronnych, powodujących utrudnianie rozmnażania się niepożądanych mikroorganizmów, przez co następuje naturalne utrwalenie produktu [1]. LAB wykorzystuje się głównie do produkcji wyrobów mlecznych, kiszzonej kapusty, korniszonów i oliwek [11].

W przemyśle spożywczym bakteriocyny mogą być stosowane w formie oczyszczonej, częściowo oczyszczonej lub surowej – w postaci bakteriocynogennych kultur [11, 19, 26].

Bakteriocyny mogą być aplikowane do żywności różnymi metodami. Powszechnie stosowane jest [6, 9]:

1. szczepienie produktów spożywczych bakteriami fermentacji mlekowej (LAB), które następnie wytwarzają bakteriocyny;
2. wprowadzenie oczyszczonej lub częściowo oczyszczonej bakteriocyny;
3. wprowadzenie do żywności produktu poddanego wcześniej fermentacji z wykorzystaniem bakterii mających zdolność produkcji bakteriocyn.

Najlepiej poznaną bakteriocyną należącą do klasy I jest nizyna produkowana przez *Lactococcus lactis*. Po raz pierwszy została opisana w 1928 roku i jest jedyną bakteriocyną

produkowaną w skali przemysłowej [24, 26]. Nizyna jest stosowana już od 30 lat jako naturalny i bezpieczny konserwant żywności. W 1988 roku zyskała ona status GRAS (*generally recognised as safe*) [5] i jest dopuszczona do użytku w 50 krajach pod nazwą handlową Nisaplin [4, 6, 11].

Nizyna nie hamuje rozwoju bakterii Gram-ujemnych, drożdży i pleśni [6], natomiast wykazuje działanie antagonistyczne w stosunku do szeregu szczepów bakterii z rodzaju *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Listeria*, *Lactococcus* i *Lactobacillus*. Ze względu na to, że jest łatwo trawiona przez trypsynę, jest ona nietoksyczna w stosunku do organizmów wyższych, a więc jest bezpieczna dla ludzi. W większości krajów nie ustalono maksymalnego poziomu dodatku nizyny do żywności [4]. W Polsce dawkowanie nizyny jest określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dn. 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych (tab. 4).

Nizyna od lat jest stosowana w produkcji serów dojrzewających i przetworzonych, niektórych deserów, bitej śmietany, mascarpone. W niektórych krajach została dopuszczona jako biokonserwant przy produkcji konserw warzywnych i owocowych, produktów z mięsa, ryb i jaj [4]. Jak podkreślają Jurkowski i Błaszczuk [11], użycie wyłącznie bakteriocynów, nie jest w stanie zapewnić pełnego bezpieczeństwa, szczególnie w stosunku do bakterii Gram-ujemnych. Wskazane jest stosowanie tej bakteriocyny w połączeniu z innymi związkami o właściwościach konserwujących lub innymi technologiami, które niszczą ścianę komórkową, umożliwiając bakteriocynom niszczenie patogenów.

W przypadku produktów mięsnych, stosowanie na powierzchni wyrobu mieszaniny nizyny z pediocyną powodowało, że obie substancje skutecznie hamowały wzrost bakterii z rodzaju *Listeria* [4]. W innym badaniu, także cytowanym przez Błaszczuk [4], obok nizyny, jako dodatkowy czynnik utrwalający, zastosowano pakowanie w modyfikowanej atmosferze (MAP). W doświadczeniu tym mięso wieprzowe lub drobiowe zanurzano w roztworze zawierającym bakteriocynę, a następnie pakowano w atmosferze powietrza lub w MAP. Tak przygotowane próbki przechowywano w warunkach chłodniczych. W przypadku MAP obserwowano całkowite zahamowanie wzrostu *L. monocytogenes*, podczas gdy warunki tlenowe umożliwiły mutację i dalszy rozwój mikroorganizmów z rodzaju *Listeria*. Literatura podaje wiele przykładów łączenia nizyny z innymi związkami w celu zwiększenia jej skuteczności. Pawar i wsp. [16] wykazali, że połączenie nizyny i chlorku sodu (2%), zwiększa skuteczność działania tej bakteriocyny, niezależnie od temperatury przechowywania produktów.

Jurkowski i Błaszczuk [11] podają, że bakterie fermentacji mlekowej mogą wykazywać działanie niepożądane, np. być odpowiedzialne za psucie się napojów alkoholowych takich jak sake lub piwo. Jak wykazały badania, dodatek nizyny w stężeniu 0,25-2,5 mg/l skutecznie zapobiega niekorzystnym zmianom. Ze względu na brak antagonistycznego wpływu nizyny na drożdże, może być ona stosowana podczas fermentacji [4].

Wnikliwym badaniom poddawane są także inne bakteriocyny. Szczególną uwagę zwraca się zwłaszcza na te, które wykazują silną aktywność skierowaną przeciwko *Listerii*

*monocytogenes*. Lauková i wsp. [14] badali skuteczność enterocyny CCM 4231 (klasa II bakteriocyn) w stosunku do *L. monocytogenes* w salami. Dodatek enterocyny CCM 4231 zmniejszył liczbę *L. monocytogenes* o 1,7 log<sub>10</sub> natychmiast po dodaniu (liczba początkowa 10<sup>8</sup> jtk/g). Po pierwszym tygodniu dojrzewania salami, w próbie kontrolnej (bez dodatku bakteriocyny), stwierdzono liczbę 10<sup>7</sup> jtk/g, zaś w materiale z dodatkiem enterocyny liczba ta wyniosła 10<sup>4</sup> jtk/g. Różnica ta utrzymywała się w czasie dalszego 2. – 3. tygodniowego dojrzewania salami.

Działanie antagonistyczne wobec *Listeria monocytogenes* wykazuje szczep *Lactococcus lactis* DPC4275 produkujący laktocynę 3147, zapewniając bezpieczne spożywanie produktów mlecznych, zwłaszcza zaraz po fermentacji. Laktocyna 3147 stosowana jest również do produkcji sera pleśniowego [4]. Twomey [26] zaznacza, że bakteriocyny wytwarzane przez LAB, w tym właśnie Laktacyna 3147, wydają się posiadać równie duży potencjał komercyjny, co nizyna. Laktokokcyny A, B i M powodują lizę zaczynów kultur bakteryjnych w trakcie produkcji sera. W wyniku uwolnienia enzymów proteolitycznych dochodzi do hydrolizy kazeiny, a powstałe fragmenty aminokwasów i peptydów nadają korzystny smak i poprawiają jakość produktów [4].

Sip [19] podkreśla, że skuteczność działania bakteriocynów w żywności można zwiększyć między innymi poprzez:

- stosowanie ich w kombinacji z chemicznymi konserwantami żywności (chlorkiem sodu, sacharozą i innymi cukrami, azotanami, kwasami organicznymi i ich solami),
- stosowanie układów złożonych z kilku bakteriocynów (o podobnym lub odmiennym zakresie działania),
- stosowaniu wraz z antybiotykami,
- stosowaniu wraz ze związkami uszkadzającymi zewnętrzną warstwę ściany komórkowej bakterii Gram-ujemnych (EDTA, surfaktantami, enzymami litycznymi),
- stosowanie w połączeniu z nietermicznymi metodami konserwowania żywności (wysokie ciśnienia UHP, zmienne pole elektryczne PEF, pakowanie w modyfikowanej atmosferze MAP, pakowanie próżniowe VP).

Bakteriocyny mogą mieć zastosowanie w innych (poza produkcją żywności), dziedzinach gospodarki. Mogą być wykorzystywane jako dodatek do mydeł, kremów, past do zębów, toników itp. Ze względu na wzrastającą antybiotykoodporność, bakteriocyny stają się także alternatywą dla antybiotyków. Mogą być również wykorzystywane jako komponenty leków [4]. Ma to znaczenie zwłaszcza w przypadku hodowli zwierząt, np. drobiu, gdzie antybiotyki pełnią nie tylko rolę terapeutyków, lecz także tzw. antybiotykowych stymulatorów wzrostu (ASW). Ponieważ od 1 stycznia 2006 roku na terenie Unii Europejskiej prawo zabrania używania ASW, dlatego uwagę zwraca się na inne związki (lub metody) stosowane w profilaktyce i zwalczaniu infekcji bakteryjnych u drobiu. Szeroko rozważana jest możliwość stosowania właśnie bakteriocynów zamiast antybiotyków [17].

## PODSUMOWANIE

Metody kombinowane są coraz powszechniej wykorzystywane w przemyśle spożywczym do produkcji gotowych

produktów. Jednoczesne zastosowanie w procesie technologicznym kilku czynników utrwalających, umożliwia zastosowanie ich mniejszych dawek, co ma pozytywny wpływ na jakość wyrobu końcowego. Duży potencjał posiadają zwłaszcza te preparaty, które są syntetyzowane naturalnie.

Bakteriocyny są liczną grupą związków wytwarzanych przez bakterie Gram-dodatnie i Gram-ujemne. Mają one zdolność zabijania lub inhibicji wzrostu innych bakterii, w tym niektórych patogennych, nie powodując toksycznych efektów ubocznych dla organizmu człowieka. Z tego względu stanowią one alternatywę dla dodatków chemicznych, co przy wzrastającej świadomości konsumentów, dotyczącej korelacji pomiędzy żywnością a zdrowiem, stanowi ich ogromną zaletę.

Produkcja bakteriocyn przez mikroorganizmy, a także skuteczność ich działania jest procesem uzależnionym od wielu czynników, dlatego w celu ich optymalnego wykorzystania w przetwórstwie spożywczym, ważne jest zrozumienie specyfiki działania tych związków.

## LITERATURA

- [1] ANONIM. 1999. *Biokonserwowanie mięsa*. Mięso i Wędliny, 4, 36-39.
- [2] BAKTERIOCYN. CHARAKTERYSTYKA I ZASTOSOWANIE 2011. [http://biotechnologia.pl/biotechnologia-portal/info/biotechnologia/160\\_artykuly-specjalistyczne/229840,bakteriocyny\\_\\_charakterystyka\\_i\\_zastosowanie\\_.html](http://biotechnologia.pl/biotechnologia-portal/info/biotechnologia/160_artykuly-specjalistyczne/229840,bakteriocyny__charakterystyka_i_zastosowanie_.html) [dostęp: 06.06.2013].
- [3] BARDOWSKI J. 1995. *Bakterie mlekowe – od badań podstawowych do nowatorskich zastosowań*. Przegląd Mleczarski, 1, 24-25.
- [4] BŁASZCZYK U. 2008. *Bakteriocyny- właściwości i zastosowanie*. Laboratorium, 10, 28-32. <http://www.laboratorium.elamed.pl/strona-numer-10-2008.html> [dostęp: 06.06.2013].
- [5] BYSTRON J., MOLEND A. J. 2004. *Rola bakterii kwasu mlekowego w utrwalaniu fermentowanych przetworów mięsnych*. Życie Weterynaryjne, 79, 12, 688-690.
- [6] CHEN H., HOOVER, D. G. 2003. *Bacteriocins and their Food Applications*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2, 82-96.
- [7] GÖKÇE İ., LAKEY J. H. 2003. *Production of an E. coli Toxin Protein; Colicin A in E. coli Using an Inducible System*. Turkish Journal of Chemistry, 27, 323-331.
- [8] GWIAZDOWSKA D., TROJANOWSKA K. 2005a. *Bakteriocyny - właściwości i aktywność przeciwdrobnoustrojowa*. Biotechnologia, 68, 1, 114-130.
- [9] GWIAZDOWSKA D., TROJANOWSKA K. 2005b. *Zastosowanie bakteriocyn jako biokonserwantów żywności*. Towaroznawcze Problemy Jakości, 2, 1, 40-52.
- [10] JANICKI A. 1993. *Żywność wygodna definicje i etapy rozwoju*. Przemysł Spożywczy, 9, 227-230.
- [11] JURKOWSKI M., BŁASZCZYK M. 2012. *Charakterystyka fizjologiczno-biochemiczna bakterii fermentacji mlekowej*. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 61, 3, 493-504.
- [12] KLEWICKA E., LIBUDZISZ Z. 1998. *Przeciwdrobnoustrojowa aktywność bakterii mlekowych*. Przegląd Mleczarski, 12, 411-415.
- [13] KOWALSKA K. 2011. *Bakteriocyny i ich zastosowanie*. <http://bioinfo.mol.uj.edu.pl/articles/Kowalska05> [dostęp: 06.06.2013].
- [14] LAUKOVÁ A., CZIKKOVÁ S., LACZKOVÁ S., TUREK P. 1999. *Use of enterocin CCM 4231 to control Listeria monocytogenes in experimentally contaminated dry fermented Hornád salami*. International Journal of Food Microbiology, 52, 115-119.
- [15] LEISTNER L., GORRIS L. 1995. *Food preservation by hurdle technology*. Trends in Food Science and Technology, 6, 2, 41-46.
- [16] PAWAR D.D., MALIK S. V.S., BHILEGAONKAR K. N., BARBUDDHE S. B. 2000. *Effect of nisin and its combination with sodium chloride on the survival of Listeria monocytogenes added to raw buffalo meat mince*. Meat Science, 56, 215-219.
- [17] RAWSKI M., SIP A., JÓZEFIAK D. 2011. *Bakteriocyny – nowa grupa dodatków paszowych? cz.I*. Polskie Drobniarstwo, 4, 54 – 57.
- [18] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA Z DNIA 22 LISTOPADA 2010 R. W SPRAWIE DOZWOLONYCH SUBSTANCJI DODATKOWYCH (Dz.U. 2010 r., nr 232, poz. 1525).
- [19] SIP A. 2000. *Bakteriocyny jako naturalne biokonserwanty żywności*. XXXI Sesja Naukowa Komitetu Technologii I Chemii Żywności PAN, Poznań 14-15 września, 57 – 65.
- [20] SIP A., JUSIK P. 2008. *Bakteriocyny jako składniki opakowań o działaniu przeciwdrobnoustrojowym*. Opakowanie, 10, 20-26.
- [21] SIP A., KRASOWSKA M., WIĘCKIEWICZ M. 2009a. *Zastosowanie bakteriocyn klasy IIa bakterii fermentacji mlekowej*. Biotechnologia, 86, 3, 129-147.
- [22] SIP A., KRASOWSKA M., WIĘCKOWICZ M., GRAJEK W. 2009b. *Metody skryningu bakteriocynogennych bakterii fermentacji mlekowej*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1, 62, 5 – 26.
- [23] SIP A., WIĘCKOWICZ M., OLEJNIK-SCHMIDT A., GARDÓ A., GORLAS R., GRAJEK W. 2009c. *Występowanie bakterii fermentacji mlekowej aktywnych względem Listeria w serach regionalnych wytwarzanych w okręgu tatrzańsko-beskidzkim*. Acta Scientiarum Polonorum Biotechnologia, 8, 2, 27 – 44.
- [24] SŁOŃSKA A., KLIMUSZKO D. 2010. *Bakteriocyny probiotycznych pałeczek z rodzaju Lactobacillus*. Postępy Mikrobiologii, 40, 2, 87 – 96.
- [25] STEINKA I. 2009. *Innowacje technologiczne a bezpieczeństwo żywności*. Annales Academiae Medicae Gedanensis, 39, 123-132.
- [26] TWOMEY D., ROSS R. P., RYAN M., MEANEY B., HILL C. 2002. *Lantibiotics produced by lactic acid bacteria: structure, function and application*, w: Siezen R. J., Kok J., Abee T., Schaafsma G. (red.): Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications, Kluwer Academic Publishers, 165-184.



Mgr inż. Hanna CIEMNIEWSKA-ŻYTKIEWICZ  
 Prof. dr hab. Krzysztof KRYGIER  
 Dr inż. Joanna BRYŚ  
 Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA ORZECHÓW ORAZ ICH ZNACZENIE W DIECIE®

Nutritional value of nuts and their importance in diet®

*Publikacja została współfinansowana przez Unię Europejską w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego*



UNIA EUROPEJSKA  
 EUROPEJSKI  
 FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Słowa kluczowe:** orzechy, olej z orzechów, NNKT, żywność prozdrowotna.

*Celem artykułu jest przedstawienie ogólnych informacji dotyczących składu dziesięciu rodzajów orzechów. Opisano zawartość poszczególnych składników, tj. tłuszczu (wraz ze składem kwasów tłuszczowych), wody, białka (wraz z oceną jakości białka na podstawie dostępności aminokwasów egzogennych), węglowodanów, rozróżniając cukry proste i błonnik pokarmowy. Podano również cały wachlarz pierwiastków mineralnych, witamin oraz substancji przeciwutleniających.*

*Orzechy to żywność wysokoenergetyczna, o bogatych walorach żywieniowych. Większość rodzajów orzechów cechuje się wysoką zawartością kwasów tłuszczowych nienasyconych, a na szczególne uznanie zasługują orzechy włoskie, w których stosunek kwasu linolowego do  $\alpha$ -linolenowego jest na poziomie 4:1. Orzechy to również znakomite źródło białka wysokiej jakości, żelaza, magnezu, fosforu i cynku oraz substancji przeciwutleniających. Dzięki tym walorom orzechy mają uznane miejsce w prewencji chorób układu krążenia.*

**Key words:** nuts, nut oils, essential fatty acids, healthy foodstuff.

*The aim of this article is to present current knowledge about nutritional value of ten types of nuts.*

*The content of various components, such as fat (together with the composition of fatty acids), water, protein (including an assessment of the quality of protein based on the availability of essential amino acids), carbohydrates, monosaccharides, fiber, mineral elements, vitamins and antioxidants were described.*

*Nuts are the calorie dense food with high nutritional value. Most of them have a high content of unsaturated fatty acids and additionally walnuts presents nutritionally expected ratio of linoleic acid to  $\alpha$ -linolenic acid at 4:1. Nuts are also an excellent source of high quality protein, iron, magnesium, phosphorus, zinc and antioxidants. The above mentioned characteristics make the nuts considered as beneficial in the prevention of cardiovascular disease.*

### WPROWADZENIE

Z botanicznego punktu widzenia orzechy (ang. *tree nuts*) są to niepekające, suche owoce posiadające jedno nasiono oraz grubą, twardą owocnię (łupinę). Według konsumentów, definicja orzechów obejmuje również orzechy arachidowe, które należą do roślin strączkowych, podobnie jak fasola i groch, ale dojrzewają pod powierzchnią ziemi. Zaliczanie ich do orzechów wynika z podobnego chemicznego składu jakościowego i ilościowego oraz z podobnej budowy owoców [19].

Powszechnie uważa się, że orzechy są przekąską niezdrową, bo wysokokaloryczną. W rzeczywistości orzechy to taki rodzaj przekąski, która jest bogata w składniki odżywcze, w tym niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, białko, błonnik pokarmowy, tokoferole, fitosterole czy związki fenolowe [22]. Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków (FDA, *Food and Drug Administration*) zaleca spożywanie 42 g (1,5 uncji) orzechów dziennie (migdałów, orzechów

laskowych, włoskich, piniowych, pistacji, pekanów oraz orzechów arachidowych) jako element zdrowej diety [9]. Dodatkowym potwierdzeniem walorów żywieniowych orzechów mogą być między innymi: zalecenia żywieniowe tworzone przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie [25, 33], tradycyjna piramida żywnościowa, śródziemnomorska piramida żywieniowa, w której obecne są orzechy, koncepcja talerza opracowana zarówno przez USDA (*United States Department of Agriculture*), jak i przez naukowców z Uniwersytetu Harvarda.

### TŁUSZCZE

Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), tłuszcz powinien dostarczać od 15 do 35% energii w codziennej diecie osób dorosłych, aby zapewnić odpowiednią energię całkowitą pokarmu, jak również odpowiednią ilość (6-11% energii diety) niezbędnych nienasyconych



kwasów tłuszczowych i witamin rozpuszczalnych w tłuszczach [8]. Orzechy jest to doskonałe źródło tłuszczu. Szczególnie bogate w tłuszcz są orzechy makadamia i pekany, zawierające ponad 70 g tłuszczu w 100 g (tabela 1). Zalecane 42 g orzechów makadamia dostarcza prawie 300 kcal z samego tłuszczu, dlatego należy pamiętać o zastrzeżeniu, że orzechy powinny być stosowane jako zamiennik innych produktów spożywczych, a nie spożywane dodatkowo w dużych ilościach.

Pośród naturalnych produktów roślinnych orzechy są jednym z najbogatszych źródeł tłuszczu, ale ich skład kwasów tłuszczowych jest korzystny dla zdrowia dzięki niskiej (6-26%) zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA, *saturated fatty acids*). Resztę kwasów tłuszczowych stanowią kwasy jedno- (MUFA, *monounsaturated fatty acids*) i wielonienasycone (PUFA, *polyunsaturated fatty acids*) [19,

20]. Podstawowymi rodzajami kwasów nasyconych występujących w orzechach są kwasy palmitynowy (C16:0) i stearynowy (C18:0). Najwyższą zawartością tych kwasów charakteryzują się orzechy brazylijskie (tabela 2). Głównym kwasem jednonienasyconym we wszystkich orzechach jest kwas oleinowy (C18:1), którego najwięcej zawierają orzechy laskowe i makadamia (tabela 2). Najpowszechniej występującym rodzajem kwasów wielonienasyconych w orzechach jest kwas linolowy (18:2), należący do typu omega-6. Wyjątkiem są orzechy włoskie, w których najpowszechniejszym kwasem wielonienasyconym jest kwas linolenowy (18:3) należący do typu omega-3 (tabela 2).

## BIAŁKA

Orzechy są również dobrym źródłem białek (tabela 1). Zalecane spożycie białka w krajowej racji pokarmowej,

**Tabela 1. Skład i wartość energetyczna orzechów**

**Table 1. Caloric intake and composition of nuts**

| Orzechy<br>Nuts            | Energia | Tłuszcze | Białka  | Woda  | Węglowodany   | Cukry proste | Błonnik pokarmowy |
|----------------------------|---------|----------|---------|-------|---------------|--------------|-------------------|
|                            | Energy  | Fat      | Protein | Water | Carbohydrates | Sugars       | Dietary fibre     |
|                            | Kcal    | g/100g   |         |       |               |              |                   |
| arachidowe / peanuts       | 567     | 49,24    | 25,8    | 6,5   | 16,13         | 3,97         | 8,5               |
| brazylijskie / Brazil nuts | 656     | 66,43    | 14,32   | 3,48  | 12,27         | 2,33         | 7,5               |
| laskowe / hazelnuts        | 628     | 60,75    | 14,95   | 5,31  | 16,7          | 4,34         | 9,7               |
| makadamia / macadamias     | 718     | 75,77    | 7,91    | 1,36  | 13,82         | 4,57         | 8,6               |
| migdały / almonds          | 575     | 49,42    | 21,22   | 4,7   | 21,67         | 3,89         | 12,2              |
| nerkowce / cashews         | 553     | 43,85    | 18,22   | 5,2   | 30,19         | 5,91         | 3,3               |
| pekany / pecans            | 691     | 71,97    | 9,17    | 3,52  | 13,86         | 3,97         | 9,6               |
| piniowe / pine nuts        | 673     | 68,37    | 13,69   | 2,28  | 13,08         | 3,59         | 3,7               |
| pistacje / pistachios      | 562     | 45,39    | 20,27   | 3,91  | 27,51         | 7,66         | 10,3              |
| włoskie / walnuts          | 654     | 65,21    | 15,23   | 4,07  | 13,71         | 2,61         | 6,7               |

Źródło: National Nutrient Database for Standard Reference Release 25 [online 17]

**Tabela 2. Skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu z orzechów**

**Table 2. Composition of fatty acids in nuts**

| Orzechy/ Nuts             | Średnia zawartość kwasów tłuszczowych [%]/ An average fatty acids content [%] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | C14:0   | C16:0 | C16:1 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | C20:0 | C20:1 | C22:0 |
| arachidowe / peanuts      | 0,03  | 11,08 | 0,15  | 2,66  | 38,41 | 44,6  | 0,58  | 1,57  | nd    | 0,1   |
| brazylijskie/ Brazil nuts | 0,06  | 13,5  | 0,33  | 11,77 | 29,09 | 42,8  | 0,2   | 0,54  | 0,21  | 0,12  |
| laskowe / hazelnuts       | Nt  | 5,26  | 0,20  | 2,47  | 81,38 | 10,29 | 0,13  | 0,13  | 0,14  | 0,04  |
| makadamia / macadamias    | 0,95  | 8,37  | 17,28 | 3,17  | 65,15 | 2,31  | 0,06  | 2,28  | nd    | 0,2   |
| migdały / almonds         | 0,06  | 6,58  | 0,63  | 1,29  | 69,24 | 21,52 | 0,16  | 0,16  | nd    | 0,05  |
| nerkowce / cashews        | 0,07  | 9,93  | 0,36  | 8,7   | 57,24 | 20,8  | 0,23  | 0,97  | 0,25  | 0,39  |
| pekany / pecans           | Nd  | 4,28  | 0,09  | 1,80  | 40,63 | 50,31 | 0,65  | tr    | 1,21  | 0,16  |
| piniowe / pine nuts       | Nd  | 6,87  | 0,14  | 4,48  | 39,55 | 45,41 | 0,63  | 1,04  | 1,06  | 0,33  |
| pistacje / pistachios     | 0,09  | 7,42  | 0,70  | 0,86  | 58,19 | 30,27 | 0,44  | 0,59  | 0,6   | 0,34  |
| włoskie/ walnuts          | 0,13  | 6,70  | 0,23  | 2,27  | 21,00 | 57,46 | 11,58 | 0,08  | nd    | 0,07  |

nt - not tested (nie badane); nd - not detected (nie wykryto); tr – trace (śladowa ilość)

Źródło: [1, 21, 32]

przedstawione przez Instytut Żywności i Żywienia, wynosi dla dzieci i młodzieży do 18 roku życia 0,95-1,17 g/kg/mc/dobę, podczas gdy dla mężczyzn i kobiet  $\geq 19$  r.ż. wynosi 0,90 g/kg/mc/dobę [12]. Przeliczając, średnie zapotrzebowanie na białko dla mężczyzny o masie 75 kg wynosi 67,5 g/dobę, a dla kobiety o masie 60 kg – 54 g/dobę, co zgodnie z zaleceniami WHO i FAO, powinno jednocześnie pokrywać 10-15% dziennego zapotrzebowania na energię [28]. Spożycie 42 g orzechów arachidowych zapewnia około 10 g białka, a orzechów makadamia ok. 3 g białka (tabela 3).

Amerykański Komitet ds. Żywności i Żywienia Instytutu Medycyny (*Institute of Medicine's Food and Nutrition Board*) określa jakość białka na podstawie dostępności i w odpowiedniej proporcji aminokwasów egzogennych. Wartość wskaźnika  $\square 100$  wskazuje na białko o pełnym składzie aminokwasów egzogennych, natomiast białka ze wskaźnikiem  $< 100$  wymagają dodatkowego zbilansowania źródła ww. aminokwasów [18]. Tabela 3 przedstawia jakość białka orzechów opracowaną na podstawie powyższych założeń. Przedstawione dane wskazują, że orzechy, jako żywność pochodzenia roślinnego, mają niski poziom lizyny (poza nerkowcami i pistacjami). Dla porównania, wskaźniki jakości białka dla pszenicy, kukurydzy, kurczaka i jajka wynoszą kolejno 43, 83, 134 i 136.

Dodatkowo, orzechy są dobrym źródłem L-argininy, ważnego aminokwasu. Tym samym, spożycie orzechów zwiększa dostępność substratu do produkcji tlenu azotu (NO) w śródbłonku naczyniowym, który odpowiedzialny jest za fizjologiczną regulację naczyń mikro i makro krążenia [3, 11, 12]. Co więcej, orzechy charakteryzują się niskim stosunkiem lizyny do argininy, który jest odwrotnie proporcjonalny do ryzyka rozwoju hipercholesterolemii i miażdżycy [3].

## WĘGLOWODANY

Spożycie węglowodanów zapewniające 55-75% energii jest rekomendowane przez ekspertów WHO i FAO [8]. Zawartość węglowodanów w orzechach mieści się w przedziale od 12,3 g dla orzechów brazylijskich do 30,2 g/100g dla nerkowców, co dla zalecanych 42 gramów orzechów stanowi około 1-2,5% energii z węglowodanów w diecie

2000 kcal, stąd wynika, że orzechy nie są bogatym źródłem energii z węglowodanów.

Dla cukrów prostych zalecenia dziennego spożycia wynoszą  $< 10\%$  energii [28], a więc zalecana ilość orzechów dostarcza poniżej 1% energii z cukrów prostych w diecie 2000 kcal (tabela 1). Zarówno dla kobiet jak i mężczyzn określa się wystarczające spożycie (AI) błonnika na poziomie 25g/dobę [12], stąd zalecana dzienna porcja orzechów może pokryć nawet 1/5 zapotrzebowania na ten składnik pokarmowy.

## SKŁADNIKI MINERALNE

Orzechy są również bogatym źródłem szeregu składników mineralnych. W przypadku żelaza, magnezu, fosforu czy cynku, 100 gramów niektórych orzechów może pokryć w całości lub w znaczącej większości zalecane dzienne zapotrzebowanie (*RDA, recommended dietary allowances*) na te pierwiastki [12]. Najlepszym źródłem żelaza są nerkowce, magnezu i fosforu – orzechy brazylijskie, zaś cynku orzechy piniowe. Poziom sodu w orzechach nieprzetworzonych jest bardzo niski, od ilości niewykrywalnej dla orzechów laskowych i pekanów do 18 mg/100 g dla orzechów arachidowych (tabela 4). Może to stanowić zaletę przy budowaniu szczególnych rodzajów diet np. dla osób z nadciśnieniem czy niewydolnością nerek.

## WITAMINY

Orzechy zawierają prawie cały wachlarz witamin. Zalecane 42 g orzechów zapewnia średnio do 20% zalecanego dziennego spożycia dorosłego człowieka na witaminy z grupy B (poza witaminą B<sub>12</sub>). Orzechy są bogatym źródłem tiaminy (witaminy B<sub>1</sub>), witaminy B<sub>6</sub>, E, a niektóre, w szczególności orzechy piniowe, zawierają znaczne ilości witaminy K [14]. Doskonałym źródłem witaminy E są orzechy laskowe i migdały, których porcja (42 g) zapewnia ponad 100% zalecanego dziennego spożycia dorosłego mężczyzny (tabela 5), dzięki czemu organizm jest chroniony przed działaniem wolnych rodników, zapobiegając m.in. procesom starzenia się, rozwojowi miażdżycy czy chorobom nowotworowym [12].

**Tabela 3. Jakość białka orzechów na podstawie zawartości aminokwasów egzogennych**

**Table 3. Nut protein quality based on essential amino acids composition**

| Orzechy<br>Nuts            | Wskaźnik jakości białka<br>Amino acids score | Aminokwasy w niedoborze<br>Limiting amino acids | Proponowana żywność uzupełniająca profil aa<br>Foodstuffs with complementary aa profile |
|----------------------------|--|---|---|
| arachidowe / peanuts       | 70   | Lys   | kurczak, sery, jajka  |
| brazylijskie / Brazil nuts | 67   | Lys   | sery żółte, ricotta, kurczak  |
| laskowe / hazelnuts        | 55   | Lys   | dziczyzna, kurczak, sery żółte  |
| makadamia / macadamias     | 4  | Lys (0), Met+Cys                                | kurczak, sery, jajka  |
| migdały / almonds          | 54   | Lys, Met+Cys                                    | kurczak, sery, jajka  |
| nerkowce / cashews         | 100  | -   | -   |
| pekania / pecans           | 61   | Lys   | jajka, sery, kurczak  |
| pińowe / pine nuts         | 77   | Lys   | kurczak, sery, jajka  |
| pistacje / pistachios      | 109  | -   | -   |
| włoskie / walnuts          | 58   | Lys   | dziczyzna, ricotta, sery żółte  |

**Źródło:** Nutrition Facts [online 18]

Tabela 4. Zawartość składników mineralnych w orzechach

Table 4. Composition of minerals in nuts

| Orzechy<br>Nuts  | wapń                   | żelazo | Magnez     | fosfor     | potas             | sód                    | cynk    |
|--|------------------------|--------|------------|------------|-------------------|------------------------|---------|
|  | calcium                | iron   | magnesiumm | phosphorus | potassium         | sodium                 | zinc    |
|  | [mg/100g]              |        |            |            |                   |                        |         |
| zalecane dzienne spożycie [12]*<br>recommended dietary allowances [mg] | 1000-1300 <sup>a</sup> | 6-8    | 365-350    | 580        | 4700 <sup>a</sup> | 1200-1500 <sup>a</sup> | 6,8-9,4 |
| arachidowe / peanuts   | 92                     | 4,58   | 168        | 376        | 705               | 18                     | 3,27    |
| brazylijskie / Brazil nuts   | 160                    | 2,43   | 376        | 725        | 659               | 3                      | 4,06    |
| laskowe / hazelnuts  | 114                    | 4,7    | 163        | 290        | 680               | 0                      | 2,45    |
| makadamia / macadamias   | 85                     | 3,69   | 130        | 188        | 368               | 5                      | 1,3     |
| migdały / almonds  | 264                    | 3,72   | 268        | 484        | 705               | 1                      | 3,08    |
| nerkowce / cashews   | 37                     | 6,68   | 292        | 593        | 660               | 12                     | 5,78    |
| pekany / pecans  | 70                     | 2,53   | 121        | 277        | 410               | 0                      | 4,53    |
| pinowe / pine nuts   | 16                     | 5,53   | 251        | 575        | 597               | 2                      | 6,45    |
| pistacje / pistachios  | 105                    | 3,92   | 121        | 490        | 1025              | 1                      | 2,2     |
| włoskie / walnuts  | 98                     | 2,91   | 158        | 346        | 441               | 2                      | 3,09    |

\*dotyczy dorosłych/ for adults, <sup>a</sup> wystarczające spożycie (AI)/ adequate intake

Źródło: National Nutrient Database for Standard Reference Release 25 [online 17]

Tabela 5. Zawartość witamin w orzechach

Table 5. Composition of vitamins in nuts

| Orzechy<br>Nuts            | C   | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>6</sub> | B <sub>12</sub> | E <sup>3</sup> | B <sub>9</sub> (DFE <sup>1</sup> ) | A (RAE <sup>2</sup> ) | D (D <sub>2</sub> +D <sub>3</sub> ) | K <sup>4</sup> |       |
|----------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------|-------|
|                            | [mg/100g]   |                |                |                |                |                 |                | [µg/100g]                          |                       |                                     |                |       |
|                            | Zalecane dzienne spożycie* [12]<br>Recommended dietary allowances | 75-90          | 1,1-1,3        | 1,1-1,3        | 14-16          | 1,3-1,7         | 2,4            | 8-10                               | 400                   | 700-900                             | 5-15*          | 55-65 |
| arachidowe / peanuts       | 0   | 0,64           | 0,14           | 12,07          | 0,35           | 0               | 8,1            | 240                                | 0                     | 0                                   | 0              |       |
| brazylijskie / Brazil nuts | 0,7   | 0,62           | 0,04           | 0,3            | 0,10           | 0               | 4,3            | 22                                 | 0                     | 0                                   | 0              |       |
| laskowe / hazelnuts        | 6,3   | 0,64           | 0,11           | 1,8            | 0,56           | 0               | 33,1           | 113                                | 1                     | 0                                   | 14,2           |       |
| makadamia / macadamias     | 1,2   | 1,2            | 0,16           | 2,47           | 0,28           | 0               | nd             | 11                                 | 0                     | 0                                   | nt             |       |
| migdały / almonds          | 0   | 0,21           | 1,01           | 3,39           | 0,14           | 0               | 25,0           | 50                                 | 0                     | 0                                   | 0              |       |
| nerkowce / cashews         | 0,5   | 0,42           | 0,06           | 1,06           | 0,42           | 0               | 1,3            | 25                                 | 0                     | 0                                   | 34,1           |       |
| pekany / pecans            | 1,1   | 0,66           | 0,13           | 1,17           | 0,21           | 0               | 3,7            | 22                                 | 56                    | 0                                   | 3,5            |       |
| pinowe / pine nuts         | 0,8   | 0,36           | 0,23           | 4,39           | 0,09           | 0               | 6,1            | 34                                 | 1                     | 0                                   | 53,9           |       |
| pistacje / pistachios      | 5,6   | 0,87           | 0,16           | 1,3            | 1,7            | 0               | 7,3            | 51                                 | 21                    | 0                                   | nt             |       |
| włoskie / walnuts          | 1,3   | 0,34           | 0,15           | 1,13           | 0,54           | 0               | 5,5            | 98                                 | 1                     | 0                                   | 2,7            |       |

nt – not tested (nie badane); nd – not detected (nie wykryto), <sup>1</sup>jednostka DFE (foliany, witamina B<sub>9</sub>) definiowana jako 1 µg folianów w diecie lub 0.6 µg kwasu foliowego jako suplement, <sup>2</sup>każda jednostka µg RAE odpowiada 1µg retinolu, 2 µg β-karotenu, 12 µg β-karotenu w diecie lub 24 µg trzech pozostałych prowitamin witaminy A, <sup>3</sup>α-tokoferol, <sup>4</sup>fitochinon, \*dotyczy dorosłych/ for adults, <sup>a</sup> wystarczające spożycie (AI)/ adequate intake [12]

Źródło: [17, 31]

## SUBSTANCJE PRZECIWIUTLENIAJĄCE

Żywność pochodzenia roślinnego, w tym orzechy, stanowi dla człowieka bogate źródło związków o właściwościach przeciwutleniających, m.in. tokoferoli, związków fenolowych i steroli [23, 29].

Tokoferole są uważane za najważniejsze naturalne antyoksydanty zawarte w olejach orzechowych, wspomagają stabilność tłuszczu, stąd też ich obecność w orzechach jest pożądana, zarówno żywieniowo jak i technologicznie. Z punktu widzenia żywieniowego najbardziej cennym rodzajem tokoferoli są  $\alpha$ -tokoferole, ponieważ forma ta wykazuje najwyższą aktywność u ludzi, chociaż to  $\gamma$ -tokoferol jest najbardziej rozpowszechnioną formą witaminy E w nasionach roślin, szczególnie w orzechach [27]. Witamina E w badaniach opisana jest w postaci ekwiwalentu, który dla  $\alpha$ -tokoferolu wynosi 1,0, dla  $\beta$  i  $\gamma$ -tokoferolu - 0,25, a dla  $\delta$ -tokoferolu - 0,01. Witamina E wraz z  $\beta$ -karotenem (prowitamina A) wykazują zdolność do neutralizacji szkodliwego działania wolnych rodników i nadtlenków lipidowych [23, 31]. Średnia zawartość witaminy E w orzechach w porządku malejącym jest następująca: orzechy laskowe > migdały > orzechy arachidowe > pistacje > orzechy piniowe > orzechy włoskie > orzechy brazylijskie > pekany > nerkowce > orzechy makadamia (tabela 6).

Kolejnymi składnikami orzechów o działaniu prozdrowotnym są sterole i związki fenolowe. Sterole wykryte w orzechach ( $\beta$ -sitosterol, kampesterol i stigmasterol) wykazują działanie obniżające poziom cholesterolu. Mechanizm działania tych związków polega na obniżaniu wchłaniania cholesterolu poprzez zastępowanie go w micelach w jelitach [15, 21]. Posiadają również właściwości antyoksydacyjne. Fenole wpływają na charakterystykę sensoryczną i żywieniową orzechów oraz poprawiają stabilność olejów orzechowych. Badania wskazują, że pekany charakteryzują się najwyższą pojemnością przeciwoksydacyjną (ORAC, *oxygen radical*

*absorbance capacity*), zawartością związków fenolowych [30] oraz flawonoidów [5], podczas gdy pistacje posiadają wysoką zawartość izoflawonów oraz fitoestrogenów [24], a najwyższą zawartość proantocyjanidyn spośród wszystkich orzechów wykazano w orzechach laskowych [6, 10]. Właściwości przeciwutleniające wykazują także produkty brązowania nieenzymatycznego (reakcja Maillarda), powstające między innymi w trakcie prażenia orzechów [4, 7, 23].

## POTENCJAŁ PROZDROWOTNY ORZECHÓW

Wszystkie orzechy są skoncentrowanym źródłem składników odżywczych, natomiast podstawowy ich potencjał prozdrowotny opiera się na wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie wielonienasyconych, przy niskiej zawartości kwasów nasyconych oraz na ich dużej pojemności antyoksydacyjnej. W związku z tym najwyższe walory prozdrowotne mają orzechy włoskie ze względu na oczekiwany w diecie stosunek kwasów omega-6 do omega-3 (4:1), wysoką zawartość (ok. 70%) kwasów wielonienasyconych oraz wysoką zawartość związków fenolowych. Warto również zwrócić uwagę na orzechy laskowe oraz migdały, które pomimo niższej zawartości kwasów wielonienasyconych (odpowiednio: 10,4 i 19%) posiadają w składzie wysoką zawartość witaminy E w postaci  $\alpha$ -tokoferolu, który wykazuje najbardziej skuteczną aktywność prewencyjną w odniesieniu do choroby wieńcowej [23].

## PODSUMOWANIE

Orzechy są niezwykle cenną grupą żywności z punktu widzenia wartości żywieniowej. Zawierają znaczne ilości ważnych składników, m.in. NNKT (szczególnie orzechy włoskie bogate w kwasy omega-3), białko (szczególnie nerkowce i pistacje, które posiadają białko pełnowartościowe), błonnik (szczególnie migdały), witaminy m.in. E, B<sub>6</sub>, kwas foliowy

**Tabela 6. Zawartość substancji przeciwutleniających**

**Table 6. Antioxidants composition**

| Orzechy<br>Nuts            | tokoferole/ tocopherols         |                                 |                       | witamina E <sup>a</sup> /<br>vitamine E | $\beta$ -karoten <sup>a</sup> /<br>$\beta$ -carotene | sterole/<br>sterols | związki fenolowe <sup>a</sup> / phenolics            |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|--|---------------------|--|
|                            | $\alpha$ <sup>a</sup>           | $\beta$   $\gamma$ <sup>a</sup> | $\delta$ <sup>a</sup> |   |  |                     |  |
|                            | mg/100g oleju<br>mg/100g of oil |                                 |                       |   |  |                     | mg GAE/100g świeżej masy<br>mg GAE/100g fresh weight |
| arachidowe / peanuts       | 6,1                             | 8,1                             | 1,8                   | 8,1                                     | nd   | nt                  | 420  |
| brazylijskie / Brazil nuts | 1,0                             | 13,2                            | nd                    | 4,3                                     | nd   | 90 <sup>c</sup>     | 112  |
| laskowe / hazelnuts        | 31,4                            | 6,9                             | 0,1                   | 33,1                                    | nd   | 110 <sup>c</sup>    | 291  |
| makadamia / macadamias     | nd                              | Nd                              | nd                    | nd                                      | nd   | 128 <sup>d</sup>    | 46   |
| migdały / almonds          | 24,2                            | 3,1                             | nd                    | 25,0                                    | nd   | 80 <sup>c</sup>     | 47/239 <sup>+</sup>                                  |
| nerkowce / cashews         | nd                              | 5,1                             | 0,3                   | 1,3                                     | nd   | nt                  | 137  |
| pekany / pecans            | nd                              | 14,8                            | 0,2                   | 3,7                                     | nd   | 120 <sup>c</sup>    | 1650 <sup>b</sup>                                    |
| piniowe / pine nuts        | 4,1                             | 8,1                             | 0,3                   | 6,1                                     | nd   | 50 <sup>c</sup>     | 32   |
| pistacje / pistachios      | nd                              | 29,3                            | 0,5                   | 7,3                                     | 0,4  | 110 <sup>c</sup>    | 867  |
| włoskie / walnuts          | nd                              | 21,9                            | 3,8                   | 5,5                                     | nd   | 110 <sup>c</sup>    | 1625   |

nt - not tested (nie badane); nd - not detected (nie wykryto), aktywność witaminy E jest podawana jako ekwiwalent  $\alpha$ -tokoferolu, <sup>-</sup> bez skórki/ <sup>+</sup> ze skórką

**Źródło:** <sup>a</sup>[31], <sup>b</sup>[2], <sup>c</sup>[16], <sup>d</sup>[13]



i niacyna (szczególnie orzechy laskowe, arachidowe i pistacje), pierwiastki mineralne, m.in. magnez, potas, żelazo (szczególnie pistacje, orzechy brazylijskie i nerkowce), fitosterole m.in. stigmaterol, kampasterol, sitosterol (szczególnie orzechy makadamia i pekany) oraz polifenole (szczególnie pekany i orzechy włoskie). Dlatego orzechy zaleca się spożywać w codziennej diecie [21], a co więcej, orzechy włoskie znalazły się na liście zatwierdzonych oświadczeń zdrowotnych EFSA: 30g orzechów przyczynia się do poprawy elastyczności naczyń krwionośnych. Współczesne zalecenia żywieniowe zawierają informacje o wartości odżywczej orzechów, natomiast nie definiują ich jako oddzielnej grupy żywności.

W amerykańskiej piramidzie żywieniowej (MyPyramid) z 2005 roku, orzechy i nasiona znajdują się w grupie „białkowej”, wraz z mięsem i fasolą. Warto jednak zwrócić uwagę, że w Polsce orzechy spożywane są głównie w postaci przekąsek, stąd są dobrym zamiennikiem dla tradycyjnych deserów czy słodczy, niekoniecznie docelowo stanowiąc alternatywę jako źródło białka.

Orzechy są ważną i cenną częścią śródziemnomorskiego wzoru żywienia i uważa się, że wprowadzenie ich do codziennej diety zapewnić może wiele korzyści zdrowotnych, dotyczących działania przeciwutleniającego, obniżającego poziom cholesterolu, działania ochronnego dla układu krwionośnego, działania przeciwnowotworowego, a co więcej, przeciwzapalnego i przeciwcukrzycowego oraz wspomaganie w utracie masy ciała [26]. W ostatnich latach zdecydowanie wzrosła ilość publikacji naukowych w zakresie oceny wpływu spożycia orzechów na zdrowie człowieka, co wskazuje na zauważenie ogromnego potencjału orzechów z punktu widzenia żywieniowego.

## LITERATURA

- [1] **ALASALVAR C., AMARAL J.S., SATIR G., SHAHIDI F. 2009.** *Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (Corylus avellana L.).* Food Chemistry, 113, 919-925.
- [2] **BOLLING B.W., MCKAY D.L., BLUMBERG J.B. 2010.** *The phytochemical composition and antioxidant actions of tree nuts.* Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 19 (1), 117-123.
- [3] **BRUFAU G., BOATELLA J., RAFECAS M. 2006.** *Nuts: source of energy and macronutrients.* British Journal of Nutrition, 96, 24-28.
- [4] **CIEMNIEWSKA-ŻYTKIEWICZ H., BRYŚ J., BRYŚ A., REDER M., SUJKA K. 2013.** *Wpływ procesu prażenia na zmianę zawartości wody oraz barwy orzechów laskowych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 23/42, 83-87.
- [5] *Database for the Flavonoid Content of Selected Foods (Release 2), August 2006 [online].* U.S. Department of Agriculture (USDA) [dostęp: 13.11.2012]. Dostępna w Internecie: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>.
- [6] *Database for the Proanthocyanidin Content of Selected Foods, August 2004 [online].* U.S. Department of Agriculture (USDA) [dostęp: 13.11.2012]. Dostępna w Internecie: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.
- [7] **DURMAZ G., GÖKMEN V. 2011.** *Changes in oxidative stability, antioxidant capacity and phytochemical composition of Pistacia terebinthus oil with roasting.* Food Chemistry, 128, 410-414.
- [8] **FAO/WHO 2010.** *Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultations.* FAO Food and Nutrition Paper 91, Rome, 10-14 November, 2010.
- [9] **FDA 2003. QUALIFIED HEALTH CLAIMS: Letter of Enforcement Discretion - Nuts and Coronary Heart Disease.**
- [10] **GU L., KELM M.A., HAMMERSTONE J.F., BEECHER G., HOLDEN J., HAYTOWITZ D., GEBHARDT S., PRIOR R.L. 2004.** *Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption.* Journal of Nutrition, 134, 613-617.
- [11] **HUYNH N. N., CHIN-DUSTING J. 2006.** *Amino acids, arginase and nitric oxide in vascular health.* Clinical and experimental pharmacology and physiology, 33, 1-8.
- [12] **JAROSZ M., BUŁHAK-JACHYMCZYK B. 2011.** *Normy Żywienia Człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych.* Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- [13] **KAIJSER A., DUTTA P., SAVAGE G. 2000.** *Oxidative stability and lipid composition of macadamia nuts grown in New Zealand.* Food Chemistry, 71, 67-70.
- [14] **KING J.C., BLUMBERG J., INGWERSEN L., JENAB M., TUCKER, K.L. 2008.** *Tree nuts and peanuts as components of a healthy diet.* Journal of Nutrition, 138, 1736-1740.
- [15] **KOPEĆ A., NOWACKA E., PIĄTKOWSKA E., LESZCZYŃSKA E. 2011.** *Charakterystyka i prozdrowotne właściwości steroli roślinnych.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3 (76), 5-14.
- [16] **MIRALIKBARI H., SHAHIDI F. 2008.** *Antioxidant activity of minor components of tree nut oils.* Food Chemistry, 111, 421-427.
- [17] *National Nutrient Database for Standard Reference Release 25 [online].* USDA [dostęp: 15.11.2012]. Dostępna w Internecie: [ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/list](http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/list)
- [18] *Nutrition Facts [online].* Self Nutrition Data [dostęp: 15.11.2012]. Dostępna w Internecie: [nutritiondata.self.com/](http://nutritiondata.self.com/)
- [19] **ROS E. 2010.** *Health Benefits of Nut Consumption.* Nutrients, 2, 652-682.
- [20] **ROS E., MATAIX J. 2006.** *Fatty acid composition of nuts. Implications for cardiovascular health.* British Journal of Nutrition, 96, 29-35.
- [21] **RYAN E., GALVIN K., O'CONNOR P., MAGUIRE A.R., O'BRIEN N. M. 2006.** *Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nut.* International Journal of Food Sciences and Nutrition, 57 (3/4), 219-228.

- [22] *Scientific Opinion on substantiation of health claims related to nuts and essential fatty acids (omega-3/omega-6) in nut oil (ID 741, 1129, 1130, 1305, 1407) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006.* EFSA Journal 2011, 9(4), 2032.
- [23] **SZAJDEK A., BOROWSKA J. 2004.** *Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 41, 5-28.
- [24] **THOMPSON L.U., BOUCHER B.A., LIU Z., COTTERCHIO M., KREIGER N. 2006.** *Phytoestrogen content of foods consumption in Canada, including isofl avones, lignans, and coumestan.* Nutrition and Cancer, 54, 184–201.
- [25] *Tłuszcze obecne w pożywieniu [online].* IŻŻ [dostęp: 13.11.2012]. Dostępna w Internecie: [www.izz.waw.pl/](http://www.izz.waw.pl/)
- [26] **VADIVEL V., KUNYANGA C.N., BIESALSKI H.K. 2012.** *Health benefits of nut consumption with special reference to body weight control.* Nutrition, 28, 1089-1097.
- [27] **WAGNER, K. H., KAMAL-ELDIN, A., ELMADFA, I. 2004.** *γ-Tocopherol– an underestimated vitamin?* Annals of Nutrition and Metabolism, 48, 169-188.
- [28] **WHO TECHNICAL REPORT SERIES 916. 2002.** *Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases.* Geneva, 28.01-1.02 2002.
- [29] **WOŁOSIAK R., GŁOWACKA G., DEREWIAKA D., PIECYK M., DRUŻYŃSKA B., WOROBIEJ E. 2009.** *Składniki przeciwutleniające w wybranych orzechach.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 3, 921-925.
- [30] **WU X., BEECHER G. R., HOLDEN J.M., HAYTOWITZ D.B., GEBHARDT S.E., PRIOR R.L. 2004.** *Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 4026–4037.
- [31] **YANG J. 2009.** *Brazil nuts and associated health benefits: A review.* LWT - Food Science and Technology, 42, 1573-1580.
- [32] **YANG J., HAI LIU R., HALIM L. 2009.** *Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds.* LWT – Food Science and Technology, 42, 1-8.
- [33] *Zasady prawidłowego żywienia [online].* IŻŻ [dostęp: 13.11.2012]. Dostępna w Internecie: [www.izz.waw.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=5&lang=pl#g](http://www.izz.waw.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=5&lang=pl#g)

Dr inż. Agnieszka SZPARAGA  
Katedra Biochemii i Biotechnologii  
Dr inż. Maria DYMKOWSKA-MALESA  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska  
Dr inż. Andrzej WESOŁOWSKI  
Katedra Podstaw Bezpieczeństwa, Wydział Nauk Technicznych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

## ODWADNIANIE OSMOTYCZNE W TECHNOLOGII UTRWALANIA OWOCÓW I WARZYW<sup>®</sup>

### Osmotic dehydration process in fruit and vegetables preservation technology<sup>®</sup>

**Słowa kluczowe:** odwadnianie osmotyczne, surowce roślinne, osmoza.

*W przeprowadzonej pracy analityczno-przeglądowej przedstawiono aktualny stan wiedzy w zakresie odwadniania osmotycznego ze szczególnym uwzględnieniem surowców roślinnych. Scharakteryzowano proces odwadniania, jako metodę wstępnego utrwalania owoców i warzyw. Ponadto określono wpływ osmozy na jakość surowców roślinnych.*

**Key words:** osmotic dehydration, plant materials, osmosis.

*In the paper the current state of knowledge in the field of osmotic dehydration with particular attention plant materials was presented. Dewatering process, as a method of preliminary fruit and vegetables preservation was characterized. Additionally, the influence of osmosis on the plant material quality was defined.*

#### WSTĘP

Owoce i warzywa stanowią jedną z głównych grup surowców poddawanych procesom utrwalania. Przetwórstwo owoców i warzyw charakteryzuje się sezonowością i wahaniami w podaży surowca. Wzbogacenie rynku produktów spożywczych w nowe wyroby związane jest z rozwojem badań nad skutecznością metod utrwalania. Zarówno mrożenie, jak i obróbka cieplna z użyciem wysokich temperatur powodują zmiany w tkankach i teksturze owoców, głównie ze względu na niszczenie struktury komórkowej oraz utratę turgoru [13, 14]. W ciągu kilku ostatnich lat na świecie przeprowadzono wiele badań dotyczących procesu odwadniania osmotycznego owoców i warzyw [1, 5, 17, 18, 26]. Jednak tylko nieliczne dotyczą kojarzonej metody utrwalania jaką jest dehydrofreezing, która ma na celu wykorzystanie zalet odwadniania osmotycznego i zamrażania [13, 14, 17, 29].

**Celem artykułu jest prezentacja aktualnego stanu wiedzy w zakresie odwadniania osmotycznego ze szczególnym uwzględnieniem surowców roślinnych. Dodatkowo scharakteryzowanie procesu odwadniania, jako metody wstępnego utrwalania owoców i warzyw. Szczególnie zwrócono uwagę na wpływ osmozy na jakość surowców roślinnych, jak również główne czynniki wpływające na efektywność odwadniania.**

#### ODWADNIANIE OSMOTYCZNE

Owadnianie osmotyczne jest techniką usuwania wody z materiału o budowie komórkowej (np. owoce i warzywa) w celu zmniejszenia aktywności wodnej [22]. Proces ten umożliwia usuwanie części wody zawartej w produkcie bez przemiany fazowej a (tym samym) przez zmianę składu

chemicznego (wzrost suchej substancji, istotne zmiany aktywności wodnej). Metodą osmotyczną w zależności od surowca i zastosowanych parametrów procesu, można usunąć do 70% zawartości wody. Uzyskuje się w ten sposób obniżenie aktywności wody w produkcie od 0,95 do 0,90. Powoduje to hamowanie rozwoju drobnoustrojów, nie zapewnia jednak produktowi całkowitej trwałości. Odwadnianie osmotyczne nazywane jest także procesem zanurzania surowców w hipertonicznych roztworach cukrów lub soli [9]. Podczas odwadniania osmotycznego zachodzą zjawiska wielokierunkowej wymiany masy pod wpływem gradientu ciśnienia osmotycznego, powstającego na granicy roztworów, spowodowanego różnicą stężeń [22, 32].

Relacje pomiędzy wymienionymi strumieniami masy wynikają z właściwości wybiórczych błon komórkowych jak i ze struktury kompleksu komórek. Tak złożona wymiana masy powoduje obniżenie zawartości wody przy jednoczesnym przyroście suchej substancji oraz zmianę składu chemicznego odwadnianej żywności [3, 5]. Procesowi odwadniania osmotycznego towarzyszy także migracja związków naturalnie występujących w żywności, takich jak: cukry, kwasy organiczne, witaminy, związki mineralne, substancje aromatyczne. Siłą napędzającą która powoduje odwadnianie komórek surowca jest wyższe ciśnienie osmotyczne roztworu hipertonicznego. Usuwanie wody podczas tego procesu zachodzi głównie dzięki dyfuzji oraz przepływowi kapilarnemu, natomiast transport substancji osmotycznej tylko poprzez dyfuzję [32]. Cała wymiana masy pomiędzy roztworem osmotycznym oraz produktem żywnościowym może wpływać na końcowy skład oraz jakość odwodnionego produktu. Przy założeniu warunków idealnej półprzepuszczalności, roztwór przechodzi przez błonę/membranę wprost do komórek [36].

Specyficzna i niekiedy skomplikowana struktura wewnętrzna surowców powinna być brana pod uwagę jako czynnik wpływający na efektywność i skuteczność odwadniania. Tkanka surowców roślinnych odznacza się naturalną półprzepuszczalnością błon. Zauważono jednak, że przepływ wody z surowca jest znacznie większy niż ilość wnikażącej substancji osmotycznej z roztworu. Wymiana masy pomiędzy roztworem a odwadnianym produktem (zmniejszanie zawartości wody) trwa do momentu wyrównania (stabilizacji) ciśnień na granicy faz. W związku z tym mamy do czynienia zarówno ze spadkiem masy odwadnianego surowca, jak i również ze zmniejszeniem aktywności wodnej. Według autorów wielu prac możliwa jest nawet 50% redukcja masy świeżych owoców i warzyw podczas odwadniania osmotycznego [33, 34, 35].

Owadnianie osmotyczne to proces wymiany masy, na który wpływa wiele czynników. Kinetyka tego procesu jest z reguły opisywana takimi terminami jak ubytek wody (WL), przyrost suchej substancji (SG) oraz redukcja masy [36]. Całkowita wymiana masy podczas odwadniania zależna jest od bardzo dużej liczby czynników. Poprzez zmianę warunków procesu, właściwości surowca (charakterystyczna budowa) możliwe jest uzyskanie produktu o różnym stopniu odwodnienia i wysycenia substancją osmotyczną [3].

Owadnianie osmotyczne zależy m.in. od: rodzaju i stopnia rozdrobnienia surowca, stężenia i wielkości cząstek substancji osmotycznej, stosunku masy odwadnianego surowca do masy roztworu osmotycznego, temperatury i czasu odwadniania oraz od obróbki wstępnej [15, 16, 17].

Efektywność odwadniania w dużej mierze zależy i jest ograniczona poprzez półprzepuszczalność ścian komórkowych [9, 12]. Dobra ich przepuszczalność doprowadza do szybszego usuwania wody. Jednakże ściana komórkowa tkanek roślinnych przejawia wysoki opór dla transportu wody i substancji osmotycznych, a tym samym spowalnia cały proces odwadniania [8]. Dodatkowo częściowe uszkodzenie błon komórkowych podczas różnych metod obróbki wstępnej może być uznawane jako korzystne ze względu na zwiększenie intensywności wymiany masy podczas odwadniania. Blanszowanie, obieranie, pokrywanie powłokami, zamrażanie oraz rozmrażanie, wysokie ciśnienie (rzędu 100-800 MPa) oraz pole elektryczne wysokiej częstotliwości należą do głównych operacji wstępnych stosowanych przed odwadnianiem osmotycznym, w celu zwiększenia kinetyki wymiany masy [1, 2, 7, 11, 18, 21, 23, 33, 34, 35, 38, 39].

Blanszowanie jako wstępna obróbka przed odwadnianiem według Ogonek i Lenarta (2003) służy zmodyfikowaniu właściwości powierzchniowych świeżych surowców. Przeprowadzone przez autorów badania potwierdzają wcześniejsze stwierdzenia, iż ten rodzaj obróbki wstępnej wpływa na wzrost ubytków masy i zwiększenie skurczu, co osłabia strukturę owoców i przyczynia się do uwolnienia powietrza zawartego w owocach [28]. Kowalska i inni (2000) stwierdzają ponadto, iż obróbka zdecydowanie obniża zawartość wody w badanych owocach [15].

Zastosowanie powłok jadalnych istotnie wpływa na wymianę masy w czasie odwadniania osmotycznego mrożonych owoców [28]. Piotrowski i inni (1999) badali wpływ błon jadalnych na efekt suszenia konwekcyjnego jabłek surowych

i odwadnianych osmotycznie. Jako substancje błonotwórcze zastosowano pektynę wysokometylowaną, pektynę niskometylowaną, maltodekstrynę średnioskuczroną i preparat skrobiowy „purity gum”. Z badanych substancji błonotwórczych największą szybkość suszenia jabłek surowych i odwodnionych osmotycznie miały próbki pokryte błoną z maltodekstryny [31]. Wpływ błon jadalnych na wymianę masy podczas odwadniania osmotycznego badali również Dąbrowska i Lenart (1999). Jabłka pokrywano błonami jadalnymi (błona wytworzona z 2% roztworu pektyny niskometylowanej), następnie poddawano je odwadnianiu osmotycznemu w roztworze glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego. Zastosowanie błony pektynowej wpłynęło na zwiększenie ubytków wody w stosunku do próbek odwadnianych bez błony. Błona pektynowa ograniczała także wnikanie substancji osmotycznej [6]. Podobne rezultaty uzyskano w badaniach prowadzonych przez Ogonek i Lenarta (2003) [28].

Stosowanie obróbki enzymatycznej ma na celu poprawienie efektywności odwadniania. Sitkiewicz (2001) dowodzi, iż zastosowana równocześnie z odwadnianiem osmotycznym obróbka enzymatyczna zwiększa efektywność procesu, powodując wzrost ubytku wody i zmniejszając przyrost suchej substancji podczas odwadniania [37]. Odwadniane osmotycznie owoce mogą być dodawane do jogurtów. Z punktu widzenia konsumenta im większy dodatek owoców do jogurtu, tym lepiej. W końcowym produkcie, owoce powinny w jak największym stopniu zachować pierwotny kształt i wygląd. Technologia produkcji jogurtów z dodatkiem owoców przewiduje jednak mieszanie, podczas którego około 50% dodanych owoców ulega mechanicznemu uszkodzeniu struktury wewnętrznej i zewnętrznej. Zwiększenie mechanicznej odporności na uszkodzenia cząstek owoców wymaga ich wysycenia cukrem, co jest niepożądane w produktach dietetycznych. Problem ten rozwiązano stosując pektynoesterazę wytwarzaną przez pleśń *Aspergillus aculeatus* otrzymaną w wyniku genetycznej modyfikacji *Aspergillus oryzae*. Enzym hydrolizuje zestryfikowane metanolem grupy karboksylowe cząsteczek kwasu galakturonowego. Zastosowanie równocześnie z odwadnianiem osmotycznym obróbki enzymatycznej umożliwia ponad 2,5-krotne zwiększenie efektywności osmotycznego odwadniania, powodując wzrost ubytku wody i zmniejszając przyrost suchej substancji podczas odwadniania. Uzyskane wyniki przekładały się na zwiększenie odporności mechanicznej struktury owoców [37].

## WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA ODWADNIANIE OSMOTYCZNE

Rodzaj surowca, odmiana i stopień dojrzałości mają istotny wpływ na naturalną strukturę tkankową, komórkową, wielkość przestrzeni międzykomórkowych, teksturę [18]. Dodatkowo skład chemiczny (białka, tłuszcze, cukry, sól), struktura fizyczna (porowatość, wielkość komórek, zawartość włókna, skórka) mogą determinować kinetykę osmozy surowców [32]. W szczególności porowatość materiału wpływa znacząco na współczynnik wymiany masy [24, 25]. Kształt oraz wymiary surowca decydują o powierzchni stykającej się z roztworem osmotycznym. Bardziej skomplikowana i rozwinięta powierzchnia sprzyja wnikaniu substancji osmotycznej [40, 41].



Proces osmozy jest również zależny od fizykochemicznych właściwości użytego roztworu osmotycznego, ponieważ różnice w efektywności odwadniania wynikają przede wszystkim z masy cząsteczkowej i rozpuszczalności w wodzie substancji osmotycznej [32]. Odwadnianie osmotyczne przy użyciu różnych roztworów osmotycznych przebiega w sposób zależny od ich masy cząsteczkowej. Przy tych samych stężeniach wysokocząsteczkowe substancje bardziej wpływają na ciśnienie osmotyczne, a tym samym początkowa szybkość usuwania wody jest mniejsza niż przy substancjach o niższych masach cząsteczkowych. W przypadku substancji wysokocząsteczkowych obserwuje się ich mniejsze wnikiwanie do wnętrza materiału [17]. Wybór roztworu osmotycznego musi uwzględniać następujące czynniki:

- ✓ Wpływ substancji osmoaktywnej na właściwości sensoryczne produktu,
- ✓ Relatywny koszt roztworu w stosunku do wartości końcowego produktu,
- ✓ Masę cząsteczkową roztworu i substancji osmotycznej [32].

Najczęściej stosowanymi roztworami odwadniającymi są roztwory chlorku sodu, sacharozy, glukozy, syropu kukurydzianego i skrobiowego.

W ostatnich latach przeprowadzono szereg badań eksperymentalnych dotyczących wpływu masy cząsteczkowej substancji osmotycznej na przebieg procesu usuwania wody z surowców roślinnych. Ich wyniki prowadziły niekiedy do sprzecznych wniosków. W wielu pracach badawczych dowiedziono, iż stopień przenikania substancji osmotycznej jest wprost proporcjonalny do stężenia roztworu i odwrotnie proporcjonalny do wielkości cząstek tej substancji [30]. Lazarides i Mavroudis (2001) stwierdzili, że stosowanie roztworów wysokocząsteczkowych węglowodanów umożliwiło jedynie migrację wody z surowca, przy niemal zerowym wnikiwaniu substancji osmotycznej [18].

W innych badaniach dowiedziono, że stosowanie glukozy skutkowało większymi ubytkami wody i przyrostami suchej substancji podczas odwadniania niż analogiczne użycie sacharozy [3, 4, 30, 39].

Wpływ rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej na późniejsze zabiegi przemysłowe badany był przez Cerkowski i Lenarta (1999). Na podstawie uzyskanych wyników badań autorzy wykazali, że ubytki wody w czasie odwadniania w roztworze glukozy są istotnie wyższe od ubytków uzyskanych w roztworze syropu skrobiowego [4]. Natomiast Dąbrowska i Lenart (1999) stwierdzili, że dla próbek odwadnianych w roztworze sacharozy uzyskano większe ubytki wody w stosunku do próbek odwadnianych w roztworze glukozy i syropu skrobiowego [6]. Rodzaj substancji osmoaktywnej miał istotny wpływ na przyrosty suchej substancji jabłek podczas odwadniania osmotycznego (również pokrytych błoną pektynową). Największe przyrosty suchej substancji uzyskano dla próbek odwadnianych w roztworze glukozy i sacharozy, natomiast najmniejsze - dla próbek odwadnianych w roztworze syropu skrobiowego [6]. Stwierdzono także, że połączenie dwóch substancji osmotycznych tj. sacharozy i chlorku sodu w roztworze wpłynęło na znaczące zmniejszenie aktywności wodnej ziemniaków w porównaniu z roztworem

samej sacharozy, pomimo, że współczynniki ubytku wody były w obu przypadkach takie same [16, 17, 21, 33].

Parametry procesu odwadniania wpływają na usuwanie wody z surowców. Spośród wielu czynników, do najważniejszych należą temperatura i czas odwadniania. Czynniki te w głównej mierze wpływają na ubytek wody i zawartość suchej substancji. W wielu pracach wykazano pozytywny wpływ temperatury i czasu na szybkość zmniejszania zawartości wody w surowcu podczas odwadniania. Ubytek wody zwiększał się wraz ze wzrostem temperatury, podczas gdy przyrost suchej substancji nie był już tak znacząco powiązany z tym parametrem [19]. Lazarides (2001) badał wpływ temperatury na odwadnianie osmotyczne ziemniaków. Stwierdził, że podwyższenie temperatury do 45°C skutkowało zwiększeniem ubytku wody i przyrostem suchej substancji oraz wyższym stosunkiem tych wskaźników [18]. Podwyższona temperatura powoduje większy przepływ wody i intensywną wymianę masy w strefie powierzchniowej produktu, dzięki obniżonej lepkości roztworu osmotycznego. Spowodowane jest to występującą, w miarę podwyższania temperatury, deformacją ścian komórkowych oraz zakłóceniem selektywnej zdolności przepływu przez błony komórkowe różnych substancji. Niższe temperatury warunkują mniejszą intensywność wymiany masy podczas odwadniania osmotycznego. Wynika to z dużego oporu stawianego przez tkankę, co z kolei wymaga zastosowania znacznie dłuższego czasu odwadniania osmotycznego surowców [17].

Wydłużenie czasu odwadniania powoduje zwiększenie intensywności wymiany masy, aż do momentu ustalenia stanu równowagi pomiędzy wodą zawartą w komórkach i roztworem osmotycznym. Dłuższy czas prowadzenia procesu w roztworach cukrów skutkuje również wyższą koncentracją suchej substancji i większym ubytkiem wody w produkcie [3]. Z drugiej strony im krótszy czas kontaktu surowca z roztworem, tym mniejsze zmiany sensoryczne. Nsonzi i Ramaswamy (1998) stwierdzili, że krótszy czas odwadniania osmotycznego wpłynął na zminimalizowanie zmian barwy jagód poddanych suszeniu konwekcyjnemu [27].

Badania nad wpływem czasu prowadzenia odwadniania osmotycznego i temperatury zastosowanego roztworu substancji osmotycznej, prowadzone były m.in. przez Kowalską i innych (2000). Na podstawie przeprowadzonych badań autorzy wykazali, że zmiany zawartości wody w stosunku do początkowej zawartości w funkcji czasu od 1 do 24 godzin wahają się w granicach od 16 do 42% w truskawkach świeżych, a od 14 do 44% w truskawkach mrożonych. W mrożonych truskawkach stwierdzono największe zmiany zawartości wody [15]. Według Kowalskiej i Lenarta (2001) podwyższenie temperatury procesu odwadniania osmotycznego wpływa na obniżenie zawartości wody w truskawkach [16]. Natomiast badania wykonane przez Madyniak i Lenarta (2000) dowodzą, iż zarówno temperatura jak i czas trwania procesu odwadniania nie wpływają istotnie na zmiany zawartości suchej substancji w odwadnianych jabłkach [20].

Istnieją jeszcze inne możliwości zwiększania intensywności odwadniania osmotycznego poza sterowaniem czasem i temperaturą procesu. Zauważono bowiem, że ciągła cyrkulacja roztworu osmotycznego wokół surowca prowadzi w rezultacie do zwiększenia tempa usuwania wody [24, 25, 27].

Odwadnianie osmotyczne może być prowadzone również w warunkach próżni. Proces wymiany masy w roztworach cukrów jak i soli pod obniżonym ciśnieniem zachodził inaczej niż w warunkach ciśnienia atmosferycznego [36]. Zmiana ciśnienia prowadzi bowiem do uwalniania gazów (powietrza) z porów surowca. W miejsce usuniętego powietrza wnika roztwór osmotyczny, powodując zwiększenie wysycenia substancją osmotyczną, a tym samym wpływa na intensywność wymiany masy [5, 10, 32]. Przeprowadzono wiele badań dotyczących możliwości wykorzystania próżni w technologii odwadniania [10, 26, 33, 36, 39]. Wszystkie badania wykazały, że obniżone ciśnienie podczas odwadniania osmotycznego różnych surowców roślinnych wpływa na zwiększenie intensywności procesu.

## PODSUMOWANIE

W wielu wymienionych pracach przedstawione są zalecane warunki odwadniania osmotycznego. Wśród wielu korzyści należy wymienić najważniejsze dla przemysłu spożywczego. Odwadnianie osmotyczne wpływa na jakość produktu (zachowanie barwy, smaku, tekstury surowców przy niewielkim zmniejszeniu wartości odżywczej), a także oszczędność energii podczas kolejnych procesów utrwalań. Zanurzanie surowców w roztworach substancji osmotycznych jest korzystnym sposobem na zredukowanie w nich zawartości wody, przy jednoczesnym zachowaniu niemal niezmięnionej jakości początkowej. Zachowana wysoka jakość otrzymywanych półproduktów wynika ze stosowania stosunkowo niskich temperatur procesu (30-50°C), które nie powodują zniszczenia półprzepuszczalności błon komórkowych. Ponadto surowiec zanurzony w roztworze odwadniającym, nie jest narażony na niekorzystne działanie tlenu. W związku z tym nie istnieje potrzeba stosowania antyoksydantów, mających zapobiegać ciemnieniu nie- i enzymatycznemu.

Odwadnianie osmotyczne znalazło szerokie zastosowanie w technologii utrwalań owoców i warzyw. Jednakże traktowane jest jako wstępna metoda utrwalań, ponieważ otrzymany produkt o obniżonej zawartości wody nie jest stabilny i nie może być długo przechowywany. W celu zapewnienia pełnego bezpieczeństwa produktu, technologia ta łączona jest z innymi procesami takimi jak: suszenie konwekcyjne, mikrofalowe lub próżniowe oraz zamrażanie. Odpowiednie połączenie odwadniania z wymienionymi, relatywnie drogimi procesami, prowadzi do zmniejszenia zapotrzebowania na energię, a tym samym obniża całkowity koszt produkcji. Podczas odwadniania znaczna ilość wody jest usuwana z surowca bez przemiany fazowej, a proces ten nie wymaga niemal dostarczania energii z zewnątrz.

## LITERATURA

- [1] **AGNELLI M.E., MARANI C.M., MASCHERONI R.H. 2005.** *Modelling of heat and mass transfer during (osmo)dehydrofreezing of fruits.* Journal of Food Engineering, 69: 415-424.
- [2] **ALLALI H., MARCHAL L., VOROBIEV E. 2009.** *Effect of Blanching by Ohmic Heating on the Osmotic Dehydration Behavior of Apple Cubes.* Drying Technology, 27(6): 739-746.
- [3] **BEKELE Y., RAMASWAMY H. 2010.** *Going beyond conventional osmotic dehydration for quality advantage and energy savings.* Ethiopian Journal of Applied Science and Technology 1(1): 1-15.
- [4] **CERKOWNIAK M., LENART A. 1999.** *Wpływ rodzaju substancji osmotycznej na zmiany temperatury i czasu suszenia konwekcyjnego jabłek.* Zeszyty Problemowe Postępów i Nauk, Politechnika Łódzka, Inżynieria Chemiczna i Procesowa, 825 (25): 9-18.
- [5] **CHIRALT A., TALENS P. 2005.** *Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues.* Journal of Food Engineering, 67: 167-177.
- [6] **DĄBROWSKA R., LENART A. 1999.** *Kinetyka odwadniania osmotycznego jabłek pokrytych błonami z pektyny niskometylowanej.* Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, 821: 19-30.
- [7] **DORNENBURG H., KNORR D. 1998.** *Monitoring the impact of high pressure processing on the biosynthesis of plant metabolites using plant cell cultures.* Trends in Food Science and Technology, 9(10): 355-361.
- [8] **ERLE U., SCHUBERT H. 2001.** *Combined osmotic and microwave-vacuum dehydration of apples and strawberries.* Journal of Food Engineering, 49: 193-199.
- [9] **ESCRICHE I., CHIRALT A., MORENO J., SERRA J.A. 2000.** *Influence of blanching-osmotic dehydration treatments on volatile fraction of strawberries.* Journal of Food Science, 65: 107.
- [10] **FITO P. 1994b.** *Modelling of vacuum osmotic dehydration of food.* Journal of Food Engineering, 22: 313-328.
- [11] **GALUS S., LENART A. 2011.** *Wpływ białka i glicerolu na kinetykę adsorpcji pary wodnej przez powłoki sojowe.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 1, 9-13.
- [12] **ISHIKAWA M., NARA H. 1993.** *Osmotic dehydration of food by semi permeable membrane coating.* pp. 73-77. In Singh, RP and Wirakartakusuman, MA. (eds.). Advances in Food Engineering. London: CRC Press.
- [13] **KAMIŃSKA A., LEWICKI P.P. 2006a.** *Metoda dehydrofreezing.* Chłodnictwo XLI, 10: 38-42.
- [14] **KAMIŃSKA A., LEWICKI P.P. 2006b.** *Wpływ wstępnej obróbki osmotycznej na przebieg procesów zamrażania i rozmrażania jabłek.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2(47): 101-107.
- [15] **KOWALSKA H., LENART A., JANOWICZ M. 2000.** *Wymiana masy w czasie odwadniania osmotycznego truskawek i wiśni.* Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej – BEMS'2000, Opole, Mechanika, 254(60): 135-142.
- [16] **KOWALSKA H., LENART A. 2001.** *Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables.* Journal of Food Engineering, 49 (2/3): 137-140.
- [17] **KOWALSKA H., LENART A. 2005.** *Zmiany struktury tkanki roślinnej wywołane odwadnianiem osmotycznym.* Inżynieria Rolnicza, 9: 187-195.

- [18] LAZARIDES H.N. 2001. *Reasons and possibilities to control solids uptake during osmotic treatment of fruits and vegetables*. pp. 33-42. In Fito, P, Chiralt, A, Barat, JM Spiess, WEL and Behnsilian D (eds.), *Osmotic dehydration and vacuum impregnation: Applications in food industries USA*: Technomic Publ. Co.
- [19] LI H.P., RAMASWAMY H.S. 2006. *Osmotic dehydration of apple cylinders: I. Conventional batch processing conditions*. *Drying Technology*, 24(5): 619-630.
- [20] MADYNIAK R., LENART A. 2000. *Wpływ błon pektynowych na kinetykę odwadniania osmotycznego*. *Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej, Mechanika*, 60: 143-148.
- [21] MAESTRELLI A., LO SCALZO R., LUPI D., BERTOLO G., TORREGIANI D. 2001. *Partial removal of water before freezing: Cultivar and pre-treatments as quality factors of frozen muskmelons (Cucumismelo, cv reticulates Naud.)*. *Journal of Food Engineering*, 49: 255.
- [22] MATUSEK A., MERESZ P. 2002. *Modelling of sugar transfer during osmotic dehydration of carrots*. *Periodica Polytechnica. Chemical Engineering*, 1-2: 83-92.
- [23] MATUSKA M., LENART A., LAZARIDES H.N. 2006. *On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake*. *Journal of Food Engineering*, 72: 85-91.
- [24] MAVROUDIS N.E., GEKAS V., SJÖHOLM I. 1998a. *Osmotic dehydration of apples. Effects of agitation and raw material characteristics*. *Journal of Food Engineering*, 35: 191-209.
- [25] MAVROUDIS N.E., GEKAS V., SJÖHOLM I. 1998b. *Osmotic dehydration of apples. Shrinkage phenomena and the significance of the initial structure on mass transfer rates*. *Journal of Food Engineering*, 38: 101-123.
- [26] MORENO J., CHIRALT A., ESCRICHE I., SERRA J.A. 2000. *Effect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries*. *Food Research International*, 33: 609-616.
- [27] NSONZI F., RAMASWAMY H.S. 1998. *Quality evaluation of osmo-convective dried blueberries*. *Drying Technology*, 16(3-5): 705-723.
- [28] OGONEK A., LENART A. 2003. *Wpływ powłok jadalnych na kinetykę osmotycznego odwadniania mrożonych truskawek*. XXXIV Sesja Naukowa KTiChŻ PAN- Jakość polskiej żywności w przededniu integracji Polski i UE, Wrocław, P I 90: 151-156.
- [29] PAŁACHA Z., KAMIŃSKA A. 2001. *Wpływ wstępnej obróbki osmotycznej na przebieg procesu zamrażania jabłek*. *Chłodnictwo*, 36(3): 44-47.
- [30] PANAGIOTOU N.M., KARATHANOS V.T., MAROULIS Z.B. 1999. *Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits*. *Drying Technology*, 17: 175-189.
- [31] PIOTROWSKI D., LENART A., DOMAŃSKI J., KUBIK M. 1999. *Kinetyka suszenia osmotyczno-konwekcyjnego jabłek pokrytych błonami jadalnymi*. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej*, 821: 113-120.
- [32] RAHMAN M.S., PERERA C.O. 2007. *Drying and Food Preservation*. pp.412. In Rahman M.S., *Handbook of food preservation*, 2nd ed., CRC Press.
- [33] RASTOGI N.K., RAGHAVARAO K. 1994. *Effect of temperature and concentration on osmotic dehydration of coconut*. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 27: 564-567.
- [34] RASTOGI N.K., RAGHAVARAO K. 1997. *Water and solute diffusion coefficients of carrot as a function of temperature and concentration during osmotic dehydration*. *Journal of Food Engineering*, 34: 429-440.
- [35] RASTOGI N.K., ESHTIAGHI M.N., KNORR D. 1999. *Accelerated mass transfer during osmotic dehydration of high intensity electrical field pulse pretreated carrots*. *Journal of Food Science*, 64: 1020.
- [36] SHI J. 2008. *Osmotic Dehydration of Foods*. pp. 275-295. In Hui, YH Clary, C, Farid, MM, Fasina, OO, Noomhorm, A, Welte-Chanes J. (eds.), *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Applications*, DES tech Publications, Inc. Pennsylvania, U.S.A.
- [37] SITKIEWICZ I. 2001. *Wpływ obróbki enzymatycznej na efektywność osmotycznego odwadniania oraz właściwości mechaniczne truskawek odwadnianych osmotycznie*. XXXII Sesja Naukowa KTiChŻ PAN – Technologia żywności a oczekiwania konsumentów, Warszawa, 1-6.
- [38] SORMANI A., MAFFI D., BERTOLO G., TORREGIANI D. 1999. *Textural and structural changes of dehydrofreeze- thawed strawberry slices: effect of different dehydration pretreatments*. *Food Science and Technology International*, 5(6): 479-485.
- [39] TAIWO K.A., ESHTIAGHI M.N., ADE-OMOWAYE B.I.O., KNORR D. 2003. *Osmotic dehydration of strawberry halves: influence of osmotic agents and pretreatment methods on mass transfer and product characteristics*. *International Journal of Food Science and Technology*, 38: 693-707.
- [40] TORREGIANI D. 1993. *Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing*. *Food Research Institute*, 26: 59-68.
- [41] TORTOE C. 2010. *A review of osmodehydration for food industry*. *African Journal of Food Science*, 4(6): 303-324.



Dr inż. Ewa DYBKOWSKA

Inż. Justyna SERWATKA

Prof. dr hab. Bożena WASZKIEWICZ-ROBAK

Zakład Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## ZAGROŻENIA DROBNOUSTROJAMI I PASOŻYTAMI ZWIĄZANE ZE SPOŻYCIEM SUSHI®

The risks of microbial and parasitic infections associated with eating sushi®

*Tradycyjne japońskie danie sushi, w skład którego wchodzi ryż zestawiony przeważnie z surowymi rybami, owocami morza, wodorostami nori i warzywami, stanowi kompozycję wartościową pod względem odżywczym, jak również wysoko cenioną za walory sensoryczne i estetyczne. Do potencjalnych zagrożeń zdrowotnych związanych z konsumpcją sushi można zaliczyć obecność bakterii i pasożytów, które należy eliminować przez zastosowanie obróbki termicznej ryb. W przypadku ryb przeznaczonych do spożycia na surowo, wymagane jest zastosowanie zamrażania w celu wykluczenia infekcji pasożytniczych. Dla zapewnienia odpowiedniej jakości mikrobiologicznej, istotne jest zapewnienie właściwych warunków pozyskiwania, transportu, przechowywania i przygotowywania surowców i potraw.*

*Sushi is a traditional Japanese dish, consisting of rice, fresh fish or sea-food, seaweed, and vegetables. It is a composition both nutritionally valuable and highly valued for aesthetic and sensory qualities. The potential health risk associated with the consumption of sushi is the presence of microorganisms and parasites that need to be eliminated by heat treatment of the fish. For the fish intended to be eaten raw, freezing is required to exclude parasitic infections. It is important to ensure proper conditions for the collection, transport, storage and preparation of raw materials and food to obtain the microbiological quality of the dish.*

### WSTĘP

Sushi jest daniem, którego podstawowym składnikiem jest ryż skomponowany z różnorodnymi dodatkami – najczęściej surowymi albo poddany obróbce termicznej rybami lub owocami morza, wodorostami nori, warzywami i innymi dodatkami. Wartość odżywcza sushi uzależniona jest od kompozycji składników użytych do przygotowania dania. Ryż z dodatkiem zaprawy zawierającej ocet ryżowy nadaje charakterystyczny smak potrawie, jednocześnie jest źródłem węglowodanów. Surowce pochodzenia morskiego (ryby, owoce morza i wodorosty stosowane do zawijania sushi), oprócz walorów sensorycznych, dostarczają białka o cennych właściwościach biologicznych, są także bogate w składniki mineralne i witaminy [7, 13, 15, 22, 44]. Ryby stanowią ponadto źródło wielonienasyconych kwasów tłuszczowych n-3, dla których wykazano właściwości obniżania ryzyka rozwoju chorób układu sercowo-naczyniowego [9, 41]. Wasabi stosowane jako dodatek do sushi charakteryzuje się bardzo ostrym smakiem. Związane jest to z wysoką zawartością izotiocyanianu o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych i przeciwnowotworowych [24]. Do przyprawiania gotowego dania stosowany jest sos sojowy. Popularnym dodatkiem do sushi jest także imbir marynowany. Wykazano szereg leczniczych właściwości kłącza imbiru, m.in. przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne, pobudzające motorykę przewodu pokarmowego [29].

Stosowane do przygotowania sushi składniki charakteryzują się wysoką wartością odżywczą, jednak ze spożyciem tej potrawy mogą wiązać się również zagrożenia, wynikające szczególnie z obecności bakterii chorobotwórczych, zwłaszcza w surowcach pochodzenia morskiego. Obecność tych niepożądanych składników może wynikać z zanieczyszczenia środowiska naturalnego lub być skutkiem skażeń powstających podczas procesów przetwarzania surowców i przygotowywania potraw. Istotne znaczenie ma więc jakość surowców, warunki i czas transportu oraz przechowywania surowców i gotowych dań.

**Celem artykułu jest przedstawienie realnych zagrożeń drobnoustrojami i pasożytami – związanych z coraz częściej spożywanym japońskim daniem sushi.**

### DROBNOUSTROJE

Bakterie chorobotwórcze związane z rybami i produktami rybnymi można podzielić na trzy grupy: bakterie charakterystyczne dla ryb (*Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Aeromonas hydrophila*), bakterie jelitowe, które występują ze względu na zanieczyszczenie fekaliami (*Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*) i skażenia bakteryjne powstające w okresie przetwarzania, magazynowania lub przygotowania produktów (*Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.*) [32]. Przechowywanie w temperaturze -18°C lub niższej, a także zastosowanie temperatury od



0 do 4°C może ograniczyć lub spowolnić rozwój niektórych bakterii patogennych [23].

Skład mikroflory ryb uzależniony jest od gatunku, stopnia czystości wód, zasolenia oraz temperatury. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne mięsa ryb uzależnione są od jakości środowiska wodnego, w którym one bytowały. W świeżych rybach i owocach morza mogą występować pałeczki *Salmonella sp.*, szczególnie jeśli pochodzą one z zanieczyszczonych obszarów lub zostaną zainfekowane w czasie procesów przetwarzania, pakowania, przechowywania, transportu. Skażenie *Salmonellą* dotyczy m.in. krewetek, które spożyte na surowo lub lekko gotowane mogą być przyczyną infekcji. Zastosowanie wysokiej temperatury jest jedną z najskuteczniejszych metod unieszkodliwiania drobnoustrojów [32].

W wyniku niedostatecznego przestrzegania higieny podczas przetwarzania surowców i przygotowywania potraw może nastąpić wtórne zakażenie drobnoustrojami. Skażenie bakteriami typu *coli*, szczególnie pałeczką *Escherichia coli*, odzwierciedla poziom warunków higienicznych procesu produkcyjnego. Przykładem może być opisane w literaturze zanieczyszczenie bakteriami *coli* gotowych do spożycia dań sushi. Związane było ono z niewłaściwą konstrukcją urządzenia, stosowanego podczas procesu cięcia gotowanych krewetek [20]. Nieodpowiednie praktyki postępowania z żywnością a także nieprawidłowo przeprowadzone przez personel restauracji czynności higieniczne mogą przyczynić się do powstania epidemii pokarmowej w wyniku spożycia zakażonego dania [17]. Unia Europejska, w celu zapewnienia bezpieczeństwa i higieny przetwarzania produktów spożywczych, określiła dopuszczalne limity ilości bakterii *E. coli* i *Salmonella* dla produktów z gotowanych skorupiaków i mięczaków, a także małży i głowonogów [35, 36, 37].

Występowanie drobnoustrojów w żywności zawierającej w składzie surowce pochodzenia morskiego jest wynikiem głównie zaniedbań higienicznych w rybołówstwie, handlu i zakładach przetwórczych oraz w trakcie przygotowywania potraw. Choroby układu pokarmowego związane ze spożyciem sushi powodowane są najczęściej przez *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus* oraz *Listeria monocytogenes* [2, 27]. Bakterie *Vibrio parahaemolyticus* powszechnie występują w produktach pochodzenia morskiego, takich jak małże, ostrygi, skorupiaki, ryby [12], dlatego surowce morskie poławiane z zakażonych akwenów mogą być źródłem infekcji szczególnie w okresie letnim [40]. Kolejnym drobnoustrojem, który może stanowić potencjalnie zagrożenie w zakwaszonych i schłodzonych produktach spożywczych, takich jak sushi, jest *Staphylococcus aureus*. Badania gotowych dań sushi przechowywanych w warunkach chłodniczych przeprowadzone w Korei wykazały, że 6% próbek dostępnych w sklepach skażonych było tą bakterią. Szczególne ryzyko związane jest z toksynami, wytwarzanymi przez niektóre szczepy *Staphylococcus* w skażonej żywności, mogącymi wywoływać objawy żołądkowo-jelitowe i wysoką gorączkę. W celu zapewnienia bezpieczeństwa mikrobiologicznego, konieczne jest opracowanie i wdrożenie odpowiednich procedur postępowania z produktami gotowymi do spożycia poddawanymi schładzaniu [21].

Największe zagrożenie stanowią pałeczki z rodzaju *Listeria*, które rozwijają się w szerokim zakresie temperatur (od 0

do 45°C), zarówno w warunkach beztlenowych jak też tlenowych i często stanowią mikroflorę dominującą w żywności przechowywanej w warunkach chłodniczych. *Listeria monocytogenes* obecna w produktach spożywanych przez kobiety w ciąży może wywołać zakażenie płodu lub poronienie [42, 43, 45, 46, 47]. Listerioza może powodować objawy grypopodobne, dolegliwości żołądkowo-jelitowe, możliwe są również poważne powikłania zagrażające życiu, takie jak zapalenie opon mózgowych. Szczególnie podatne na zakażenia *Listeria* są osoby z obniżoną odpornością. Z raportu Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności wynika, że bakterię *Listeria monocytogenes* stwierdzono w 10,3% ryb. Bezpieczny poziom dopuszczony w żywności w UE (100 jtk/g) został przekroczony tylko w przypadku 1,7% ryb. Eksperti podkreślili konieczność przestrzegania higieny oraz kontroli temperatury podczas wytwarzania żywności, dystrybucji i przechowywania. Rozwojowi bakterii w żywności sprzyja długi okres przechowywania [11]. Zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami podmioty prowadzące przedsiębiorstwo spożywcze mają obowiązek udowodnić zgodność produktów wprowadzanych do obrotu z kryteriami bezpieczeństwa dla *Listeria monocytogenes* (100 jtk/g) w żywności gotowej do spożycia w ciągu okresu przydatności [35, 36, 37]. Zastosowanie dodatku octu praktykowane przy przygotowywaniu sushi, wpływa nie tylko na walory sensoryczne tej potrawy, ale jednocześnie powoduje zwiększenie kwasowości produktu, co przyczynia się do ograniczenia rozwoju drobnoustrojów chorobotwórczych. Stwierdzono, że żywotność *Listeria monocytogenes* w mięśniach ryb surowych jest wyższa niż w mięsie ryb w połączeniu z ryżem marynowanym w occie [27]. W celu zminimalizowania zagrożeń związanych z konsumpcją gotowych dań sushi, Urząd Żywności Australii i Nowej Zelandii opracował szczegółowe wytyczne dotyczące ich przygotowania i przechowywania, podkreślając rolę utrzymania temperatury 5°C lub niższej w czasie transportu, przechowywania i dystrybucji oraz odpowiedniego zakwaszenia ryżu do uzyskania wartości pH niższej lub równej 4,6 [30].

W ryżu, zarówno surowym jak i gotowanym znajdują się mogą toksyczne lub potencjalnie toksyczne gatunki bakterii z rodzaju *Bacillus*. W ryżu przeznaczonym do przygotowywania sushi badania wykazały poza pewną ilością bakterii z rodzaju *Bacillus*, również zanieczyszczenia mikroorganizmami z rodzajów: *Pseudomonas*, *Pantoea* i *Marinococcus* [16, 31].

## AFLATOKSYNY

Do potencjalnych zagrożeń związanych z konsumpcją dań zawierających w składzie ryż możemy zaliczyć skażenie aflatoksyną, która zwiększa ryzyko zachorowania na nowotwory wątroby, a także ochratoksyną A, wykazującą działanie rakotwórcze, teratogenne, nefrotoksyczne i hepatotoksyczne [1, 39]. Mikotoksyny są toksycznymi związkami wytwarzanymi przy podwyższonej temperaturze i wilgotności przez różne rodzaje grzybów i dlatego bardzo istotne jest zapewnienie odpowiednich warunków przechowywania ryżu.

## HISTAMINA

Nieświeże lub nieodpowiednio przechowywane ryby mogą być źródłem amin biogennych m.in. histaminy. Histamina jest wytwarzana w wyniku aktywności enzymów bakteryjnych w niektórych gatunkach ryb o wysokim poziomie histydyny, szczególnie przechowywanych w temperaturze powyżej 25°C. Zawartość amin biogennych w produktach rybnych zależy od terminu połowu, gatunku ryby, sposobu jej przetworzenia, czasu, warunków i temperatury przechowywania [6, 14]. Niska temperatura przechowywania jest obecnie najpopularniejszą metodą ograniczania rozwoju bakterii uczestniczących w procesie wytwarzania histaminy [4]. Histamina może jednak powstawać również podczas dłuższego przechowywania ryb w niskiej temperaturze [23]. Procesy wędzenia ryb wpływają na wzrost zawartości histaminy w produkcie [6]. Większość przypadków zatrucia rybami związana jest ze spożyciem: tuńczyka i makreli zawierających powyżej 500 mg/kg histaminy [10, 23]. Dawka 50 mg histaminy została uznana za ilość nie stanowiącą zagrożenia (NOAEL), przy której nie obserwuje się negatywnych skutków u zdrowych osób (odpowiada to stężeniu 200 mg/kg) [14].

## PASOŻYTY

Zagrożenie związane ze spożywaniem surowego lub niedogotowanego mięsa ryb stanowią infekcje pasożytnicze. W surowym mięsie ryb mogą występować: nicienie (np. *Anisakis spp*), tasiemce (np. *Diphyllobothrium spp*) i przywry (*Trematoda*) [5, 8, 18, 19, 28]. Zakażenia pasożytami mogą przebiegać bezobjawowo lub powodować choroby układu pokarmowego. Infekcje te są szczególnie niebezpieczne dla kobiet w ciąży. Spożycie ryby zawierającej pasożyty *Anisakis simplex* może być także przyczyną wystąpienia reakcji alergicznych [3, 8, 26]. Zabiegi, takie jak wędzenie na zimno, marynowanie, solenie nie eliminują zagrożenia infekcji pasożytniczej. **Ryzyko zakażeń pasożytami można zminimalizować poprzez dokładne mrożenie ryb.** Szczególnie ważne jest odpowiednie zamrażanie wszystkich ryb, które mają być podawane na surowo, np. w potrawach takich jak sushi [5, 19]. Rozporządzenie obowiązujące obecnie w Unii Europejskiej, dotyczące obróbki produktów rybołówstwa przeznaczonych do spożycia przez ludzi, nakłada na przedsiębiorstwa wprowadzające do obrotu produkty pozyskane z ryb lub głowonogów obowiązek zapewnienia, aby surowiec lub produkt końcowy spożywany w stanie surowym, marynowany, solony lub poddawany innej obróbce (niewystarczającej do zabicia pasożytów) został poddany mrożeniu w celu zabicia żywotnych postaci pasożytów [33, 34, 38]. **Mrożenie musi obejmować obniżenie temperatury we wszystkich częściach produktu przynajmniej do -20°C przez okres nie krótszy niż 24 godziny lub -35°C przez okres nie krótszy niż 15 godzin. Mrożenie nie jest wymagane w przypadku produktów, które zostaną poddane przed konsumpcją obróbce cieplnej zabijającej pasożyty (temperatura rdzenia 60°C lub więcej przez przynajmniej jedną minutę).** Ryby pozyskane z akwakultury, wyhodowane i karmione wyłącznie pożywieniem, które nie zawiera pasożytów, utrzymywane w środowisku wolnym od pasożytów lub zweryfikowane odpowiednimi zatwierdzonymi

procedurami na występowanie pasożytów, mogą być zwolnione z wymogu mrożenia [33, 34, 38]. Ze względu na zalecenia mrożenia ryb wydane przez Amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków oraz rozporządzenia obowiązujące w Unii Europejskiej, sushi i sashimi serwowane w barach i restauracjach japońskich na terenie Unii Europejskiej i Stanów Zjednoczonych można uznać za bezpieczne. Ryzyko zakażenia związane z konsumpcją sushi i sashimi jest wyższe w krajach, gdzie takie regulacje prawne nie zostały wdrożone [28].

## PODSUMOWANIE

Konsumpcja japońskiego dania sushi popularnego obecnie na całym świecie, oprócz różnorodnych korzyści wynikających z wartości odżywczej poszczególnych składników potrawy, niesie także pewne zagrożenia. Choroby układu pokarmowego związane ze spożywaniem sushi mogą być powodowane przez bakterie: *Listerię monocytogenes*, *Escherichia coli* lub pasożyty. W szczególności pałeczki z rodzaju *Listeria* mogą stanowić mikroflorę dominującą w żywności przechowywanej w warunkach chłodniczych, dlatego należy podjąć działania prewencyjne, poprzez zapewnienie właściwych warunków higienicznych i mikrobiologicznych na każdym etapie pozyskiwania i przygotowywania surowców i potrawy. W profilaktyce tej istotne są właściwe warunki transportu i przechowywania surowców wysokiej jakości oraz odpowiednie praktyki, zapewniające bezpieczeństwo dania, m.in. przez mrożenie ryb przeznaczonych do spożycia na surowo lub zastosowanie obróbki termicznej.

## LITERATURA

- [1] BANSAL J., PANTAZOPOULOS P., TAM J., CAVLOVIC P., KWONG K., TURCOTTE A.-M., LAU B.P.-Y., SCOTT P.M. 2011. *Surveys of rice sold in Canada for aflatoxins, ochratoxin A and fumonisins*. Food Additives and Contaminants, 28, (6), 767-774.
- [2] CHO S.K., MOON B.Y., PARK J.H. 2009. *Microbial Contamination Analysis to Assess the Safety of Market-place Sushi*. Korean Journal of Food Science and Technology, 41, 3, 334-338.
- [3] CIESIELSKA-KOPACZ N., ROGALA B. 2005. *Alergia na ryby*. Przegląd Alergologiczny, 2005, 1, 27-29.
- [4] CIEŚLIK I., MIGDAŁ W. 2011. *Aminy biogenne w żywności*. Bromatologia, Chemia, Toksykologia, 44, 4, 1087-1096.
- [5] CRAIG N. 2012. *Fish tapeworm and sushi*. Canadian Family Physician, 68, 6.
- [6] CZERNIEJEWSKA-SURMA B., BALEJKO J., SURMA O. 2012. *Wpływ wybranych zabiegów technologicznych na zawartość histaminy w rybach wędzonych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 78-80.
- [7] CZERPAK R., JABŁOŃSKA-TRYPUĆ A., PIETRZYK A. 2009. *Znaczenie terapeutyczne, kosmetyczne i dietetyczne niektórych glonów*. Postępy Fitoterapii, 3, 168-174.

- [8] **EFSA 2010.** EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). *Scientific Opinion on risk assessment of parasites in fishery products*. EFSA Journal, 2010, 8, 1543-91.
- [9] **EFSA 2010.** EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). *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, 2010, 8(3), 1461, 1-107.
- [10] **EFSA 2011.** EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). *Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods*. EFSA Journal, 2011, 9, 2393, 19.
- [11] **EFSA 2013.** *Analysis of the baseline survey on the prevalence of Listeria monocytogenes in certain ready-to-eat foods in the EU, 2010-2011 Part A: Listeria monocytogenes prevalence estimates*. EFSA Journal, 2013, 11, 3241, 75.
- [12] **FAO 2009.** *Guidelines for risk-based fish inspection*. FAO Food and Nutrition Paper, 90. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [13] **FAO/WHO 2011.** *Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization, 50 pp.
- [14] **FAO/WHO 2012.** *Joint FAO/WHO Expert Meeting on the Public Health Risks of Histamine and Other Biogenic Amines from Fish and Fishery Products*. 23-27 July 2012. FAO Headquarters, Rome, Italy. Meeting Report.
- [15] **GAWĘCKI J., WOŹNIEWICZ M. 2010.** *Produkty spożywcze jako źródło składników odżywczych*. W: *Żywnienie człowieka - podstawy nauki o żywieniu*, (red.) J. Gawęcki, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 339-367.
- [16] **HSIN-I FENG C. 2012.** *The Tale of Sushi: History and Regulations*. W: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11, 205-220.
- [17] **JAIN S., CHEN L., DECHET A., HERTZ A. T., BRUS D. L., HANLEY K., WILSON B., FRANK J., GREENE K. D., PARSONS M., BOPP CH. A., TODD R., HOEKSTRA M., MINTZ E. D., RAM P. K. 2008:** *An Outbreak of Enterotoxigenic Escherichia coli Associated with Sushi Restaurants in Nevada*, 2004. CID 47, 1-7.
- [18] **JAMES D. 2013.** Risks and benefits of seafood consumption. GLOBEFISH RESEARCH PROGRAMME. Volume 108, 1-29.
- [19] **JONES J.L., ANDERSON B., SCHULKIN J., PARRISE M.E., EBERHARD M.L. 2011.** *Sushi in Pregnancy, Parasitic Diseases – Obstetrician Survey*. Zoonoses and Public Health, 58, 119-125.
- [20] **KEERATIPIBUL S., TECHARUWICHIT P., CHATURONGKASUMRIT Y. 2009.** *Contamination sources of coliforms in two different types of frozen ready-to-eat shrimps*. Food Control, 20, 289-293.
- [21] **KIM N.H., YUN A.-R., RHEE M.S. 2011.** Prevalence and classification of toxigenic Staphylococcus aureus isolated from refrigerated ready-to-eat foods (sushi, kimbab and California rolls) in Korea, Journal of Applied Microbiology, 111, 1456-1464.
- [22] **KOŁODZIEJCZYK M. 2007.** *Spożycie ryb i przetworów rybnych w Polsce – analiza korzyści i zagrożeń*. Roczniki PZH, 58, 1, 287-293.
- [23] **KÖSE S. 2010.** Evaluation of Seafood Safety Health Hazards for Traditional Fish Products: Preventive Measures and Monitoring Issues Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 10, 139-160.
- [24] **KWIATKOWSKA E. 2007.** *Izotiocyjaniany wasabi*. Postępy Fititerapii, 1, 7-11.
- [25] **LIBUDZISZ Z., KOWAL K., ŻAKOWSKA Z. 2008.** *Mikrobiologia techniczna tom 2. Mikroorganizmy w biotechnologii, ochronie środowiska i produkcji żywności*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [26] **LOPATA A. L., LEHRER S. B. 2009.** *New insights into seafood allergy*. Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology, 9, 270-277.
- [27] **LORENTZEN G., METTE S., BREILAND W. 2012.** *Viability of Listeria monocytogenes in an experimental model of nigiri sushi of halibut (Hippoglossus hippoglossus) and salmon (Salmo salar)*. Food Control, 25, 245-248.
- [28] **NAWA Y., HATZ CH., BLUM J. 2005.** *Sushi Delights and Parasites: The Risk of Fishborne and Foodborne Parasitic Zoonoses in Asia*. Clinical Infectious Diseases, 41, 1297-303.
- [29] **NEWERLI-GUZ J., PYCH M. 2012.** *Właściwości przeciwwutleniające imbiru (zingiber officinale roscoe)*. Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, 73, 9, 28-33.
- [30] **NSW FOOD AUTHORITY 2007.** *Food Safety Guidelines for the Preparation and Display of Sushi*. NSW Food Authority.
- [31] **OH M., COX J.M. 2010.** *Development and application of a centrifugation-plating method to study the biodiversity of Bacillus species in rice products*. Food Control, 21, 7-12.
- [32] **OLGUNOĞLU İ. A. 2012.** *Salmonella in Fish and Fishery Products*. W: *Salmonella - A Dangerous Foodborne Pathogen*, (red.) Barakat S M Mahmoud, InTech.
- [33] **ROZPORZĄDZENIE (WE) NR 853/2004** Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 30.04.2004, L 139/55, 03/45, 14-74.
- [34] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 1276/2011** z dnia 8 grudnia 2011 r. zmieniające załącznik III do rozporządzenia (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady odnośnie do obróbki mającej na celu zabicie żywotnych postaci pasożytów w produktach rybołówstwa przeznaczonych do spożycia przez ludzi. Dziennik Urzędowy 9.12.2011, L 327, 39-41.



- [35] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 365/2010** z dnia 28 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych odnośnie do pałeczek jelitowych w mleku pasteryzowanym i innych pasteryzowanych płynnych produktach mlecznych oraz *Listeria monocytogenes* w soli spożywczej. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 29.4.2010 L 107, 9-11.
- [36] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 1441/2007** z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 7.12.2007, L 322, 12-29.
- [37] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 2073/2005** z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 2.12.2005, L338, 1-26.
- [38] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI WE NR 2074/2005** z dnia 5 grudnia 2005 r. ustanawiające środki wykonawcze w odniesieniu do niektórych produktów objętych rozporządzeniem (WE) nr 853/2004 i do organizacji urzędowych kontroli na mocy rozporządzeń (WE) nr 854/2004 oraz (WE) nr 882/2004, ustanawiające odstępstwa od rozporządzenia (WE) nr 852/2004 i zmieniające rozporządzenia (WE) nr 853/2004 oraz (WE) nr 854/2004. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 22.12.2005, L338, 27-59.
- [39] **SAKUMA H., WATANABE Y., FURUSAWA H., YOSHINARI T., AKASHI H., KAWAKAMI H., SAITO S., SUGITA-KONISHI Y. 2013.** Estimated Dietary Exposure to Mycotoxins after Taking into Account the Cooking of Staple Foods in Japan. *Toxins*, 5, 1032-1042.
- [40] **SIKORSKI Z.E. 2004.** Ryby i bezkręgowce morskie. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [41] **SZPONAR L., MOJSKA H., OLTARZEWSKI M. 2012.** *Thuszcze*. W: Normy żywienia dla populacji polskiej - nowelizacja, (red.) M. Jarosz, Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa, 2012, 44-58.
- [42] **TAKESHI K., KITAGAWA M., KADOHIRA M., IGIMI S., MAKINO S.-I. 2009.** *Hazard Analysis of Listeria monocytogenes Contaminations in Processing of Salted Roe from Walleye Pollock (Theragra chalcogramma) in Hokkaido, Japan*. *J. Vet. Med. Sci.*, 71, 87-91.
- [43] **TAM C., EREBARAA., EINARSON A. 2010.** *Foodborne illnesses during pregnancy*. Prevention and treatment, *Canadian Family Physician*, 56, 341-343.
- [44] **TORPY J.M., LYNM C., GLASS R.M. 2006.** *Eating Fish: Health Benefits and Risks Free*. *JAMA*, 296, 15, 1926.
- [45] **TROJANOWSKA K. 2010.** *Mikroorganizmy niepożądane w żywności i skutki ich oddziaływania*. W: *Mikroorganizmy w żywności i żywieniu*, (red.) J. Gawęcki i Z. Libudzisz, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań, 117.
- [46] **ZADERNOWSKA A., CHAJĘCKA-WIERZCHOWSKA W., ZADERNOWSKI M. 2012.** *Drobnoustroje chorobotwórcze i zatrucia pokarmowe w krajach UE*. *Przemysł Spożywczy*, 66, 27-29.
- [47] **ŻAKOWSKA Z., STOBIEŃSKA H. (RED.) 2000.** *Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.



Dr inż. Krzysztof KUCHARCZYK  
Mgr inż. Monika CIOCH  
Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej  
Wydział Technologii Żywności, UR w Krakowie

## GOSPODARKA DROŹDŹOWA W BROWARZE®

### Yeast management in brewery®

**Słowa kluczowe:** drożdże, czynniki stresowe, wymagania, przechowywanie, piwo drożdżowe.

*Cechy sensoryczne oraz stabilność smakowa piwa w bardzo dużej mierze zależą od jakości drożdży użytych do fermentacji brzezki piwnej. Właściwe zarządzanie gęstwą drożdżową w czasie całego procesu technologicznego wytwarzania piwa, przyczynia się do utrzymania optymalnej kondycji fizjologiczno-morfologicznej drożdży. W treści niniejszego artykułu wskazano na istotne znaczenie, jakie mają dla zachowania vitalności i żywotności komórek drożdżowych czynności związane z pielęgnacją drożdży, poczynwszy od ich zbioru z tankofermentora, poprzez przechowywanie aż do ich ponownego użycia do rozpoczęcia kolejnej fermentacji brzezki. Przedstawiono również wymagania jakościowe dla drożdży nastawnych oraz z przeznaczeniem na odzysk piwa, a także wymieniono czynniki stresowe mające negatywny wpływ na komórki drożdżowe.*

**Key words:** yeast, stress factors, requirements, storage, beer yeast.

*Sensory characteristics and flavor stability of beer very much depend on the quality of yeast used to ferment the wort. Proper management of the slurry yeast during the whole manufacturing process of beer helps to maintain proper condition, physiological and morphological yeast. The content of this article pointed out the importance of what they have to maintain the vitality and viability of yeast cells activities related to the care of yeast from their harvest tank fermentors by stored up to further the beginning of the next fermentation wort. It also presents quality requirements for pitched yeast and yeast for the purpose of recovery of beer, as well as lists stress factors have a negative effect on the yeast cells.*

### WSTĘP

Wzrost produktywności w procesie wytwarzania piwa, który dokonał się w ciągu ostatnich dziesięcioleci, zwłaszcza na etapie fermentacji i dojrzewania, a także wymagania jakościowe dotyczące produktu końcowego, spowodowały podniesienie oczekiwań technologicznych odnośnie drożdży.

W literaturze od dłuższego czasu dyskutuje się nad wielokrotnością zastosowania drożdży zarodowych. W większości browarów używane są one nie więcej niż trzy lub cztery razy do rozpoczęcia fermentacji brzezki. Często w praktyce browarniczej wymienia się drożdże w momencie wyraźnego spadku ich vitalności i wydajności fermentacji (znane są przypadki dziesięcio-, dwunasto-, a nawet stukrotnego zastosowania tej samej partii drożdży) [1].

Drożdże niewykorzystane do kolejnych nastawów fermentacyjnych poddawane są procesowi odzysku piwa, z jednoczesnym zagęszczaniem gęstwy. Ze względu na możliwości finansowe, w większości browarów, usunięte z produkcji drożdże sprzedawane są w formie nieprzetworzonej, a następnie w suszarniach uzyskuje się z nich wysokowartościową paszę dla zwierząt.

Bez wątplenia wymagana od drożdży „wydajność fermentacji” jest mniejsza w klasycznych technologiach, niż przy zoptymalizowanych czasowo procedurach fermentacji wysokoekstraktywnych brzezki HGB (High Gravity Brewing). Właśnie w nich zaobserwowano, że aktywność drożdży relatywnie szybko spada i muszą być one wymieniane po

niewielkiej ilości cykli. Te zmiany właściwości drożdży nastawnych określono mianem degeneracji.

**W artykule podjęto problematykę związaną z gospodarką drożdżową w browarze. W pracy przedstawiono informacje, które pozwalają zapewnić wysoką żywotność i vitalność drożdży, możliwość ich użycia do następnych fermentacji oraz wpływ negatywnych czynników stresowych na ich populację.**

### GOSPODARKA DROŹDŹOWA

#### Objawy degeneracji drożdży zarodowych

W wyniku procesu degeneracji gęstwy drożdżowa staje się z każdym cyklem coraz bardziej kłaczkowata (puszysta), a vitalność zbieranych drożdży obniża się. Wzrasta udział martwych komórek, w efekcie czego zmniejszeniu ulega pienistość piwa, na skutek przedostania się do niego aminokwasów zgromadzonych w komórkach drożdżowych, co prowadzi do powstania smaku napoju zbliżonego do uzyskiwanego podczas autolizy. Tempo procesu fermentacji ulega spowolnieniu, zmniejszając się wyraźnie po zaledwie kilku cyklach, a w konsekwencji nie zachodzi on całkowicie. Stopień dojrzałości piwa pogarsza się. Ponadto, stosunek stężenia wyższych alkoholi do estrów zwiększa się na rzecz tych pierwszych, skutkując powstaniem piwa mniej aromatycznego, a bardziej wytrawnego. Dodatkowo, trwałość piany gotowego napoju pogarsza się. Zużycie azotu  $\alpha$ -aminowego spada, co skutkuje wzrostem zawartości FAN (niskocząsteczkowe

aminokwasy) oraz wartości pH w gotowym piwie. Zmniejszeniu ulega natomiast zdolność redukcji związków karbonylowych przez drożdże w trakcie fermentacji, co prowadzi do pogorszenia stabilności smaku otrzymywanego piwa [1, 10].

### Możliwe przyczyny degeneracji drożdży

Za możliwe przyczyny degeneracji drożdży zarodowych uważa się niewłaściwe ich przechowywanie przed kolejnym użyciem (czas magazynowania powyżej 5-ciu godzin w temperaturze wyższej niż 4°C oraz dłużej niż 24 godziny – pod wodą lub w odfermentowanym piwie), które prowadzi do utraty czynników wzrostowych i odżywczych komórek drożdżowych [1]. Zanik zdolności metabolicznych maltozy skutkuje wydłużeniem czasu adaptacji „lag phase” w nowym dla drożdży środowisku, jakim jest schłodzona brzeczka. Wydłużenie fazy zafermentowania powoduje natomiast zmniejszenie szybkości ubytku ekstraktu oraz uzyskanie wyższych wartości pH, podczas przebiegu całego procesu w tankofermentorze (CKT).

Warto zauważyć, że każde przedłużenie fazy zafermentowania zwiększa ryzyko krótkotrwałego rozwoju szybko namnażających się bakterii. Ich źródłem mogą być zarodniki lub skażenie podczas procesu chłodzenia brzeczki (zwłaszcza przy wartościach pH > 5,0 i temperaturze > 6°C).

Niedobór składników odżywczych w brzeczce, szczególnie FAN, pierwiastków śladowych, w tym cynku, witamin, czynników wzrostowych, a także w pewnych okolicznościach tlenu, powoduje dodatkowo szybkie zwyrodnienie drożdży.

Parametry technologiczne, które zapobiegają wielokrotnemu rozmnożeniu drożdży (naciśnienie > 0,3 bara i  $\Delta T > 1^\circ C$  w fazie fermentacji i rozmnażania) prowadzą do starzenia się i degeneracji drożdży zarodowych.

Szybsza fermentacja w CKT, jak również obecność drożdży w piwie, aż do ustania fermentacji, a następnie dojrzewania (spadek diacetylu do < 0,04 mg/l) powoduje utratę zdolności adaptacyjnych drożdży, w odniesieniu do maltozy oraz po zużyciu cukrów fermentujących. Przy natychmiastowym ponownym wykorzystaniu, konieczne jest ponowne wykształcenie tych zdolności podczas kolejnego zafermentowania. Dłuższy okres adaptacyjny lag phase wynika z niedoboru zapasowych węglowodanów w komórce drożdżowej [1].

### Czynniki stresu

Niedobór składników odżywczych, podwyższona temperatura fermentacji i przechowywania w zbiornikach drożdżowych, chłodzenie i substancje toksyczne oraz inne czynniki środowiskowe są efektem przemian zachodzących w drożdżach, określanymi jako reakcje stresowe komórek, które są konsekwencją ich zmian fizjologicznych, morfologicznych i składu chemicznego [8, 9, 11, 14, 15].

Drożdże reagują na stres indukacją genów stresu (geny szoku termicznego), które aktywują syntezę specjalnych środków ochronnych komórek (protektory komórkowe), takich jak białka szoku termicznego, czy trehaloza. Geny te uznawane są za wskaźniki pojedynczych czynników stresowych. Przegląd potencjalnych czynników stresowych drożdży w procesie produkcji piwa przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1. Potencjalne czynniki stresowe dla drożdży w procesie produkcji piwa**

**Table 1. Potential for yeast stress factors in the beer production process**

| Czynnik stresowy               | Procedury technologiczne   |
|--------------------------------|--|
| Podwyższona temperatura        | Fermentacja i dojrzewanie prowadzone w temperaturach powyżej 15°C. Szok termiczny występujący w drożdżach przechowywanych poniżej 4°C w trakcie dozowania do brzeczki o temperaturze powyżej 10°C.   |
| Obniżona temperatura           | Chłodzenie drożdży z temperatury dojrzewania powyżej 15°C do temperatury magazynowania poniżej 2°C.  |
| Ciśnienie osmotyczne           | Odbiór drożdży z piwa HGB o zawartości alkoholu powyżej 6% i ponowne użycie do fermentacji sęzonych brzeczek.  |
| Stres przy utlenianiu          | Intensywna fermentacja aerobowa, hiperwentylacja podczas napowietrzania brzeczki.  |
| Niedobór składników odżywczych | Niedobór komponentów odżywczych w brzeczce niezbędnych podczas namnażania drożdży. Straty składników odżywczych (zwłaszcza składników wzrostu) w wyniku infekcji mikrobiologicznej brzeczki. Zbyt intensywna sterylizacja brzeczki przed etapem propagacji drożdży (przy biotynie i kwasie pantotenowym na poziomie 10-30%). Niedobór cynku, straty innych pierwiastków występujących w ilościach śladowych w trakcie procesu filtracji zacieru (pozostałość w wystodzinach) oraz w gorącym osadzie pozostającym na dnie kadzi Whirpool po wypompowaniu brzeczki do tankofermentora. |
| Zmiany wartości pH             | Zakwaszenie drożdży nastawnych za pomocą $H_3PO_4$ lub $H_2SO_4$ do wartości pH poniżej 2,0.   |
| Wpływ środków toksycznych      | Powstający etanol w stężeniu powyżej 5% obj. w trakcie fermentacji brzeczki, zwłaszcza wysokoekstraktywnej (HGB). Resztki środków dezynfekujących pozostałych po myciu lub przemyciu przed napełnieniem tanko-fermentorów.   |
| Sucha masa drożdży             | Zmiany zawartości wody w drożdżach podczas ich prasowania lub suszenia.  |

Źródło: Annemüller G., Manger H.J., Lietz P. 2005 [1]

### Odświeżanie populacji drożdży

W celu utrzymania niezmienną jakość piwa zwraca się szczególną uwagę na kondycję drożdży. Warunki techniczne i technologiczne oraz jakość stosowanych w zakładzie surowców wpływają na zmiany morfologiczne i fizjologiczne drożdży. Wymagana jest więc regularna odnowa czystej kultury drożdży w browarze, polegająca na namnażaniu nowej populacji w stacji propagacji.

Przyjmuje się, że drożdże powinny być wymieniane średnio dwa razy w roku. W przypadku, gdy w dłuższym okresie czasu populacja drożdży nie wykazuje negatywnego wpływu na sensoryczną jakość piwa, skład komponentów lotnych (aldehid octowy, wicynalne diketony, estry i wyższe alkohole), główne parametry fermentacji (szybkość fermentacji, zdolność flokulacji, wydajność etanolu, pH i inne) oraz

gotowy wyrób (zmętnienie piwa), obecny w browarze szczep może być w dalszym ciągu propagowany. Z kolei czysta kultura uzyskana w procesie namnażania i zastosowana do fermentacji oraz dojrzwiania w CKT, powinna być używana nie więcej niż 3-6 razy.

Badania nad integralnością organiczną stanu komórek, pod wpływem wielokrotnego użycia drożdży zarodowych do nastawiania fermentacji, ocenianą za pomocą indykatorów biologicznych, wykazały szereg zmian [5]. Jedną z nich jest wzrost międzykomórkowej zawartości trehalozy od pierwszego etapu propagacji (G0), aż do szóstego wprowadzenia drożdży produkcyjnych (G6). Oznacza to indukcję złożonej syntazy trehalozy poprzez czynniki stresu, w czasie ponownego dozowania. Za pierwszą oznakę zmian uznaje się nieznaczny wzrost udziału upośledzonych oddechowo komórek, począwszy od 5-ego wprowadzenia. Namnażające się drożdże narażone są na stres oksydacji, który powoduje peroksydację lipidów, w efekcie czego w membranie komórkowej następuje obniżenie aktywności enzymatycznej, co skutkuje wchłanianiem wycylnych diketonów wyraźnie słabszym przy generacji G0, niż przy drożdżach produkcyjnych G1... G6. Ponadto, napięcie powierzchniowe i zdolność flokulacji drożdży wyraźnie wzrasta od generacji G0 do wielokrotnie stosowanych drożdży produkcyjnych. Pomiędzy generacjami G1 i G6 brak jest natomiast różnicy. Oznaczenie zawartości martwych komórek w gęstwie drożdżowej (barwienie błękitem metylowym) nie wykazuje różnic pomiędzy drożdżami propagacyjnymi, a produkcyjnymi od G1 do G6 [1].

Z technologicznego punktu widzenia, odnośnie pozytywnego, jak i negatywnego aspektu wielokrotnego użycia gęstwy drożdżowej, właściwe jest stosowanie niezainfekowanych drożdży do szóstego pasażu. Drożdże propagacyjne, będące w fazie logarytmicznego wzrostu, wykazujące w pełni rozwiniętą zdolność do konsumpcji maltozy, wprowadzone do brzezki nastawnej energicznie rozpoczynają fermentację, bez fazy opóźnienia.

Młode komórki propagacyjne, charakteryzujące się mniejszymi rozmiarami w stosunku do drożdży zarodowych, są mniej podatne na wahania ciśnienia hydrostatycznego i osmotycznego, niż przechowywane drożdże nastawne. Z kolei świeże komórki charakteryzują się większym ryzykiem wydzielania hydrolaz, zwłaszcza enzymów proteolitycznych, w efekcie czego pogorsza się trwałość piany oraz stabilność piwa [1].

Rozwijająca się populacja drożdży podczas propagacji nie starzeje się. Udział procentowy komórek drożdżowych mierzony ich wiekiem jest stały. W drożdżach propagacyjnych liczba komórek z dużym udziałem znamion pączkujących jest mniejsza niż w magazynowanych drożdżach nastawnych.

Pączkujące znamię odpowiada około 2% powierzchni komórki. Obszar ten ma zmieniony skład ściany komórkowej, w wyniku czego traci zdolność wymiany substancji. Wymiana metabolitów komórki drożdżowej spada wraz z kolejnym pączkowaniem. Stwierdzono, że komórki mogą zawierać nawet do około 25 znamion, co stanowi połowę ich powierzchni [1].

Próbuje się regularnie wprowadzać świeże drożdże propagacyjne, aby zaradzić temu problemowi.

### Zalety drożdży otrzymanych w instalacji propagacji

Zasadniczą różnicą w przypadku drożdży namnażanych w tankofermentorach, w porównaniu do pozyskanych ze stacji propagacji, są warunki procesu. Etap propagacji odbywa się w znacznej mierze bez wpływu wyżej wymienionych czynników stresu. W ten sposób gwarantuje się wystarczającą dostępność koniecznego stężenia tlenu, temperatury (bez szoków termicznych), niskie ciśnienie cząstkowe CO<sub>2</sub> oraz nieznaczne zawartości etanolu (< 0,7% obj. etanolu w fazie logarytmicznego wzrostu). Ponadto, dostępne są w dostatecznej ilości fermentowalne cukry. Brak jest również zagrożenia autolizą, co jest efektem odbudowy wystarczającej ilości węglowodanów zapasowych. W ten sposób uzyskuje się wolną od zanieczyszczeń, niezdegenerowaną podczas fazy przechowywania, czystą, żywotną gęstwę [1].

### Wymagania dla drożdży zarodowych

Czystość (brak infekcji) drożdży propagacyjnych i używanych w obiegu produkcyjnym, jest możliwa do oceny metodą opisaną przez Back'a [2]. Przegląd różnic i charakterystykę drożdży produkcyjnych za pomocą nowych fizjologicznych i genetycznych metod, podaje natomiast Schöneborn [13]. Według wyników jego badań, do typizacji drożdży najbardziej adekwatną jest metoda AFLP (Amplified Fragment Length Polimorphism). Dzięki połączeniu z analizą PCR (Polymerase Chain Reaction), technika ta jest przydatna do kontroli czystości kultur oraz ewidencjonowania drożdży obcych.

Oszacowanie udziału martwych komórek w gęstwie drożdżowej jest dokonywane za pomocą klasycznego barwienia błękitem lub fioletem metylowym oraz przy użyciu mikroskopu świetlnego. Coraz częściej stosuje się automatyczny pomiar za pomocą NucleoCounter'a – urządzenia, które wykorzystuje zjawisko fluorescencji komórek pod wpływem barwienia jodkiem propidyny.

Należy zwrócić uwagę, że przy barwieniu błękitem lub fioletem metylowym, obumarłe komórki drożdżowe nie są wyraźnie zabarwiane na ciemnoniebiesko, a ok. 5% masy drożdży, w ogóle nie ulega wybarwieniu [3].

Do oceny żywotności i stanu fizjologicznego drożdży propagacyjnych, jak również zbieranych do zbiorników drożdżowych z tankofermentorów, wykorzystuje się szereg metod analitycznych. Do określenia aktywności wybranych enzymów drożdżowych preferuje się techniki spektrofotometrii (złożone permeazy maltozy i maltazy, pirogronian hydrazazy, hydrogenaza etanolu, karboksylaza pirogronianu) [17]. Określenie udziału żywych i martwych komórek, a także zawartości glikogenu i trehalozy można uzyskać za pomocą metod optyczno-fluorescencyjnych [6].

W odniesieniu do wymienionych technik istnieje możliwość ujęcia i modelowania wzrostu drożdży i ich fizjologii [7]. Prosta metoda miareczkowa, tzw. „miara istotna”, którą mierzony jest czas wymagany dla drożdży, aby podwyższoną wartość pH brzezki obniżyć z poziomu 10,0 do 6,5, pozwala przewidywać ich zachowania fermentacyjne. Pomiar międzykomórkowej wartości pH uzyskuje się natomiast za pomocą tzw. metody ICP (Inductively Coupled Plasma). Z kolei mikrobiologiczne metody molekularne pozwalają określić ogólną ekspresję genów (technologia microarray) [16].



Drożdże nastawne stosowane do kolejnej fermentacji winny spełniać szereg wymagań, które pozwolą na prawidłowy przebieg procesu fermentacji brzeczki piwnej i dojrzenia piwa (tabela 2). Oprócz wpływu na wskaźniki procesowe, drożdże zarodowe powinny zapewnić właściwy skład komponentów lotnych napoju.

**Tabela 2. Wymagania dla drożdży warunkujące prawidłowy przebieg procesu fermentacji brzeczki piwnej i dojrzenia piwa**

**Table 2. Requirements for yeast ensuring proper the fermentation process of wort and beer maturation**

| Wymagania   | Wskaźniki  |
|---|--|
| Pochodzenie czystej kultury   | 1-5 generacji (pasaży)   |
| Żywotność (moc fermentacyjna)   | Zmierzona przez tworzenie się CO <sub>2</sub> w 10% roztworze maltozy w temp. 20°C w czasie 3 godzin - wytworzenie minimum 25 – 28 ml CO <sub>2</sub> ; prefermentowanie przynajmniej 1% ekstraktu pozornego w pierwszych 24 godz. po nastawieniu; przebieg fermentacji bez zakłóceń przez 4 – 5 dni do pełnego odfermentowania ekstraktu. |
| Brak infekcji   | Brak obcych gatunków drożdży i mikroorganizmów szkodliwych dla piwa.   |
| Niewielka ilość zanieczyszczeń  | Wizualnie: jasna barwa, bez widocznych zmętnień.   |
| Niewielka zawartość martwych komórek  | ≤ 5%, optymalnie < 2%  |
| Papkowata, gęsta konsystencja   | ok. 0,7 do 1,5·10 <sup>9</sup> komórek/ml  |
| Bukiet fermentacji  | Stosunek składników bukietu w jasnych piwach dolnej fermentacji: wyższe alkohole : estry - 3,4 – 3,8 : 1 całkowita zawartość diacetylu ≤ 0,04 mg/l   |
| Spadek wartości pH  | Spadek wartości pH w pierwszych 24 godzinach (0,3 – 0,4 pH); wartość pH piwa (jasne piwo dolnej fermentacji) - 4,1 – 4,4.  |
| Dobre właściwości sedymentacyjne i możliwość oczyszczania   | Zawartość drożdży w piwie wpływającym do filtra ≤ 2·10 <sup>6</sup> komórek/ml piwa.   |
| Odpowiadający typowi piwa i wymaganiom browaru, sensorycznie najlepiej dostosowany szczep drożdży     | Sposób wyboru zakładowego szczepu drożdży z uwzględnieniem doświadczeń i warunków browaru, jak również wymagań rynku i badań.  |
| Możliwość zachodzenia procesów przeciwutleniania i redukcji, poprawiających zachowanie świeżości piwa | Tworzenie się SO <sub>2</sub> w piwie dolnej fermentacji w zakresie 4 < mg SO <sub>2</sub> /l < 10   |
| Brak pogorszenia trwałości piany w fazie dojrzenia i chłodzenia (brak wydalenia proteazy)             | Pozytywne zmiany trwałości piany od fazy dojrzenia do przefiltrowanego piwa.   |

**Źródło:** Annemüller G., Manger H.J., Lietz P. 2005 [1]

## OBRÓBKA DROŻDŻY

### Schładzanie drożdży

W przypadku, kiedy zebrane drożdże nie są bezpośrednio nastawione do kolejnej fermentacji, konieczne jest ich schłodzenie. W tym celu używane są naczynia do przechowywania (zbiorniki na gęstwą drożdżową), wyposażone w płaszcz chłodzący, których efektywność odprowadzania ciepła jest zwiększona mieszadłami zamontowanymi wewnątrz zbiorników. Częściowe schłodzenie drożdży może zachodzić już w naczyniu fermentacyjnym, ze względu na zainstalowaną strefę chłodzącą, obejmującą stożek tankofermentora.

Efektywne obniżenie temperatury drożdży w zbiornikach z chłodzeniem płaszczowym bez mieszadła, albo w stożku CKT z zamontowaną powierzchnią chłodzącą, nie jest możliwe. Ciepło odprowadzane jest jedynie na powierzchni kontaktu drożdży ze schładzaną powierzchnią zbiornika. Nie powinno być również zbyt dużej różnicy temperatury między drożdżami a chłodziwem, bo prowadzi to do osadzania się lodu lub zamarzania drożdży.

Jeśli wymagane jest szybkie schłodzenie drożdży, należy zainstalować odpowiednie płytowe wymienniki ciepła, przy pomocy których drożdże będą schładzane w czasie przepływu z tankofermentora do tanku drożdżowego.

Należy wziąć pod uwagę, że drożdże mogą zareagować na gwałtowne zmiany temperatur wydalaniem zawartości komórki. Taki proces jest dla gotowego piwa niepożądany, ponieważ proteazy i kwasy tłuszczowe mogą negatywnie oddziaływać na pianę i sensoryczną stabilność piwa [1].

### Magazynowanie drożdży

Zebrane drożdże, w wielu przypadkach są przechowywane do czasu następnego nastawienia. Okres ten waha się od kilku godzin do kilku dni. Działania technologiczne powinny być nakierowane na zminimalizowanie tego czasu. Ze względów fizjologicznych drożdży, zdecydowanie bardziej korzystne jest szybkie odebranie gęstwy ze zbiornika fermentacyjnego do tanku drożdżowego po zakończeniu fermentacji, niż przetrzymywanie ich w konusie tankofermentora, w warunkach skrajnie niepożądanych, takich jak: podwyższona temperatura, stężenie CO<sub>2</sub> i etanolu, dalsza aktywność fizjologiczna objawiająca się niekorzystnym zużyciem cukrów zapasowych oraz zapoczątkowanie procesu autolizy na skutek samotrąwienia błony i ściany komórkowej.

Najprostszym i najczęściej praktykowanym sposobem jest odbiór gęstwy drożdżowej do zbiorników drożdżowych i przechowywanie drożdży w niskiej temperaturze (1,3 – 1,8°C), bez stosowania dodatkowych czynności pielęgnacyjnych.

Obecnie zarzucono już praktyki płukania drożdży wodą lub roztworem kwasu. Istotną wadą tego działania jest fakt, że drożdże pod wpływem różnicy ciśnienia osmotycznego, oddają do wody wartościowe składniki komórki, co prowadzi do ich osłabienia. Wymywanie martwych komórek drożdży jest w zasadzie niemożliwe, w przeciwieństwie do bakterii i zanieczyszczeń, które mogą być wypłukane, jednak wyłącznie przy równoczesnym osłabieniu drożdży.

Z kolei, jako doraźny środek w celu zmniejszenia infekcji, możliwe jest stosowanie płukania kwasem. Zakwaszenie



drożdży rozcieńczonym kwasem siarkowym lub fosforowym ( $\leq 10\%$ ) do pH 2,1 – 2,5, na czas 2 – 5 godzin, powinno wyeliminować lub w dużym stopniu zredukować zakażenie mikrobiologiczne. Współcześnie krytycznie postrzega się możliwe efekty płukania albo „moczenia” drożdży, dlatego też coraz rzadziej praktykuje się ten sposób postępowania.

Niskie temperatury przechowywania drożdży są konieczne, aby obniżyć aktywność zachodzących procesów przemiany materii u drożdży, a przez to zachować w komórkach węglowodany zapasowe, takie jak glikogen i trehaloza (tzw. rezerwy komórkowe drożdży).

Schładzanie zbieranych drożdży, przeznaczonych do przechowywania, powinno następować tak szybko, jak to możliwe. Według najnowszych doniesień literaturowych, zebrane drożdże na okres przechowywania dłuższy niż 12 godzin, powinny zostać schłodzone do temperatury niższej niż  $2^{\circ}\text{C}$  i odgazowane środkami technicznymi bez napowietrzania (rozprężenie z ciśnienia wymaganego podczas odbioru z około 1 – 2 barów, celem uniknięcia wypienienia i gwałtownego szoku śródcząsteczkowego do ciśnienia 0,05 barów, a także mieszanie oraz mniej polecane – przepompowywanie lub wewnętrzna cyrkulacja), aby oddzielić  $\text{CO}_2$ .

W przypadku zastosowania zebranych drożdży z zamiarem dodania do kolejnej fermentacji w przeciągu do 12 godzin powinno się schłodzić drożdże do temperatury nie mniejszej niż temperatura nastawna planowanej fermentacji. Drożdże dzięki temu nie są narażone na szok termiczny w wyniku głębokiego schładzania a jednocześnie następuje lepsze oddzielenie z komórek dwutlenku węgla na skutek wyższej temperatury przechowywanej gęstwy.

Schładzanie do temperatury niższej niż  $2^{\circ}\text{C}$  powinno następować podczas zbioru drożdży z tankofermentora do tanku drożdżowego, przy zastosowaniu wymiennika ciepła. Przy schłodzeniu drożdży dopiero w zbiorniku drożdżowym, czas ten jest znacznie dłuższy. Odbiór ciepła z gęstwy przez czynnik chłodzący (w płaszczach chłodzących) wspomagany jest mieszałem zamontowanym wewnątrz zbiornika, co jednocześnie pozwala na uzyskanie jednorodnej konsystencji drożdży [4].

Bezpośrednio przed zadozowaniem drożdży do brzezki można zastosować tzw. „ożywianie” lub „natlenianie”, którego celem jest pełne odprowadzenie  $\text{CO}_2$  i doprowadzenie tlenu. Napowietrzanie drożdży powinno zachodzić bezpośrednio przed zadozowaniem do kolejnej fermentacji (od 1 do 2 godzin). Niepożądane jest, aby napowietrzane drożdże były w dalszym ciągu przechowywane, ze względu na pobudzenie funkcji życiowych, które objawiają się wzmożonym zużyciem węglowodanów zapasowych (glikogen i trehaloza) [1, 5].

Przechowywanie drożdży odpadowych, z przeznaczeniem na odzysk z nich piwa, powinno zachodzić w temperaturze niższej niż  $2^{\circ}\text{C}$ , w czasie maksymalnie trzech dni, celem uniknięcia pogorszenia jakości produktu końcowego. Odzyskane piwo dozowane jest w ilości 5% do głównego strumienia filtrowanego piwa, przy zastosowaniu ziemi okrzemkowej.

Podczas przechowywania drożdży w podwyższonej temperaturze, dochodzi w przyspieszonym tempie do zwiększenia zawartości toksyn, a w efekcie zmniejszenia żywotności

i zdolności do utrzymania funkcji życiowych komórek [12]. W trakcie przedłużonego składowania następuje zwiększenie zawartości aldehydu octowego. W niekorzystnych warunkach powstają w drożdżach również negatywnie oddziałujące na piwo średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe –  $\text{C}_5$  do  $\text{C}_{12}$ , szczególnie kwasy oktanowy i dekanowy. Do innych wad piwa zaliczyć można zwiększoną zawartość FAN nawet do 400 mg/l, co powoduje, przy termicznej obróbce piwa drożdżowego, wzmożone tworzenie się aldehydów dwufurfurylowych i innych składników procesów starzenia. Wzrasta również aktywność szkodliwej dla piany proteiny A, w wyniku autolizy komórek drożdżowych, przez co pH piwa osiąga wartość nawet powyżej 5 [1].

Krótki czas przechowywania drożdży w niskiej temperaturze pozwala na uzyskanie piwa drożdżowego o właściwościach sensorycznych zbliżonych do piwa filtrowanego bezpośrednio z tankofermentora.

## PODSUMOWANIE

Jakość drożdży odgrywa kluczową rolę w uzyskiwaniu stałej, dobrej jakości piwa. Właściwe prowadzenie gospodarki drożdżowej w browarze jest niezbędne do zachowania wysokiej witalności i żywotności używanych drożdży zarodkowych. Drożdże nastawne można stosować wielokrotnie do kolejnych nastawów fermentacyjnych. Zazwyczaj browary używają drożdże do czwartej generacji. Ilość pasażu zależy przede wszystkim od sposobu prowadzenia procesu technologicznego, czystości mikrobiologicznej i przebiegu fermentacji. Po wielokrotnym użyciu pojawiają się objawy degeneracji komórek, co niekorzystnie wpływa na jakość piwa. Proces degeneracji może wynikać z niewłaściwie prowadzonych czynności technologicznych, do których zaliczyć można opóźniony zbiór drożdży z tankofermentora i ich przechowywanie w podwyższonej temperaturze oraz przy zwiększonym ciśnieniu. Do niekorzystnych warunków należy zaliczyć wszelakiego rodzaju czynniki stresowe, wywierające wpływ na populację drożdży.

Istotne jest, aby drożdże przeznaczone do kolejnych fermentacji spełniały szereg wymagań technologicznych, celem uzyskania dobrej jakości piwa.

## LITERATURA

- [1] ANNEMÜLLER G., MANGER H.J., LIETZ P. 2005. Die Hefe in der Brauerei, VLB Berlin.
- [2] BACK W. 1994. Farbatlas Und Handbuch der Getränkbiologie, Fachverlag Hans Carl, Nürnberg.
- [3] BACK W. 2004. Hefetechnologie und Bierqualität. Technologischen Seminar Weihenstephan, 1, 1-11.
- [4] CAHIL G., WALSH P., DONNELLY D. 2003. A study of the variation in temperature, solids concentration and yeast viability in agitated stored yeast, Proceedings of the 29th Congress EBC in Dublin, 42, 1-10.
- [5] DEBOURG A. 2010. Yeast management and high gravity fermentation, Wydawnictwo XV Szkoły Technologii Fermentacji, Kocierz, 16-25.
- [6] HARMS D., MIRBACH S., NITZSCHE F., HUTTER K. 2003. Novel ways of management – a new

- analytical approach to optimise yeast handling, Proceedings of the 29th Congress EBC in Dublin, 41,1-10.
- [7] **HUTTER K., KURZ T., DELGADO A. 2003.** Determination and modeling of yeast performance and physiology, Proceedings of the 29th Congress EBC in Dublin, 43,1-11.
- [8] **JENKINS CH. 2001.** Impact of wort composition and serial repitching on lager brewing yeast fermentation performance and organelle integrity, Proceedings of the 28th Congress EBC in Budapest, 40,1-10.
- [9] **KUNZE W. 1998.** Technology Brewing and Malting, VLB Berlin, 319-321.
- [10] **LATUS-ZIĘTKIEWICZ D. 1999.** *Gospodarka drożdżami a jakość piwa.* Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 2, 18-20.
- [11] **MÖNCH D., KRÜGER E., STAHL U. 1995.** *Wirkung von Stress auf Brauereihefen.* Monatsschrift für Brauwissenschaft, 48, 288-299.
- [12] **SCHNEEBERGER M., KROTTENHALLER M., BACK W. 2004.** Der einfluss des aufbewahrungszeitraumes von Überschusshefe auf die Qualität des darin enthaltenen, wiedergewinnbaren hefebieres, Technologisches Seminar Weihenstephan, 3, 1-3.
- [13] **SCHÖNEBORN H. 2002.** *Differenzierung und Charakterisierung von Betriebshefekulturen mit genetischen und physiologischen methoden.* Dissertation TU München-Weihenstephan.
- [14] **SMART K. 2001.** The management of brewing yeast stress, Proceedings of the 28th Congress EBC in Budapest, 32,1-10.
- [15] **SMART K. 2003.** Differential regulation of yeast cell wall mannoproteins in response to stress during brewing yeast fermentation, Proceedings of the 29th Congress EBC in Dublin, 44,1-9.
- [16] **SPRINGER R. 2004.** Die geneexpression der hefe Und Imre erfassung durch molekularbiologische methoden, Weihenstephaner Hefesymposiums, Freising, 15-16.06.
- [17] **WELLHOENER U., GEIGER E. 2003.** Definition of the physiological conditio of a brewers yeast by means of enzyme activity measurements during propagation and fermentation, Proceedings of the 29th Congress EBC in Dublin, 55,1-11.

Prof. dr hab. Bohdan ACHREMOWICZ  
Wydział Biologiczno – Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski  
Prof. dr hab. Alicja CEGLIŃSKA  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie  
Prof. dr hab. Halina GAMBUŚ  
Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
Prof. dr hab. Tadeusz HABER  
Instytut Technologii Żywności i Gastronomii  
Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży  
Prof. dr hab. Mieczysław OBIEDZIŃSKI  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## TECHNOLOGICZNE WYKORZYSTANIE ZIARNA PSZENŻYTA®

### Technological applicability of triticale grain®

**Słowa kluczowe:** pszenżyto, skład chemiczny, przemiał ziarna, wypiek pieczywa, wykorzystanie w ciastkarstwie.

*Pszenżyto uznawane jest powszechnie jako doskonałe zboże paszowe, a sprzyja temu bardzo korzystny skład chemiczny ziarna i jego cechy uprawowe. Stale zwiększa się zainteresowanie tym nowym zbożem, co w efekcie powoduje, że, chociaż wolno, ale ciągle wzrasta powierzchnia uprawy, a pszenżyto staje się konkurencyjne dla żyta. W artykule omówiono możliwości technologicznego wykorzystania ziarna pszenżyta w wielu branżach przemysłu spożywczego, a przede wszystkim w młynarstwie i piekarstwie oraz branżach pokrewnych. Nie mniej, ziarno pszenżyta może być również wykorzystane w innych kierunkach przetwórstwa, np. w gorzelnictwie, czy ogólnie w procesach fermentacyjnych. Badania nad technologicznym wykorzystaniem ziarna pszenżyta zostały zapoczątkowane w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Były prowadzone w wielu ośrodkach naukowych w kraju i w efekcie przyniosły wiele konkretnych rozwiązań.*

**Key words:** triticale, chemical composition, technological application, milling of the grain, baking.

*Triticale is widely recognised as the perfect feeding cereal due to its very favourable chemical composition of the grain and cultivation features of the cereal. The interest in this cereal keeps growing resulting in constant although not very rapid increase of the cultivation area and the triticale becomes a competition to rye. The article discusses the technical possibilities to utilize the triticale grain in numerous varieties of food industry, but in particular in milling, baking and alike. Nevertheless the triticale grain can also be utilized in other varieties of food industry such as alcohol production or other fermentation uses. The research on the technological applicability of triticale started in seventies. It was conducted in numerous scientific institutes in the country and resulted in a number of concrete solutions.*

### WPROWADZENIE

Pszenżyto (*Triticale*) jest pierwszą, i jak na razie jedyną, rośliną zbożową całkowicie wyhodowaną przez człowieka, otrzymaną poprzez krzyżowanie pszenicy i żyta, czyli jest typowym mieszańcem międzygatunkowym. Pierwsze krzyżówki pszenżyta, otrzymano około 140 lat temu, a dokonał tego Szkot Wilson [cyt. 49]. Od rodzajowych nazw rodzicielskich *Triticum* i *Secale* nadano mu międzynarodową nazwę *Triticale*, nazwa polska pszenżyto jest powszechnie stosowana.

W Polsce pierwsze badania nad uzyskaniem pszenżyta przeprowadzono w okresie międzywojennym, jednak uzyskane mieszańce nie wykazywały zadawalającej jakości i trwałości [46]. Oczekiwane efekty przyniosły dopiero próby hodowlane przeprowadzone w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Efektem ich było wyhodowanie i wpisanie do rejestru, kilkudziesięciu odmian pszenżyta jarego jak i ozimego [1, 5, 6, 15, 22, 30]. Pszenżyto

zostało wyhodowane z głównym przeznaczeniem na wykorzystanie jako zboże paszowe [7, 18, 38, 40, 48].

Pszenżyto jest zbożem o stosunkowo niskich wymaganiach glebowo – klimatycznych, jest dość odpornym na choroby zbożowe i wyleganie, dającym zadawalające, wysokie plony [17, 38, 46, 49]. Ogólnie należy stwierdzić, że wymagania agrotechniczne pszenżyta są bardzo korzystne z punktu widzenia charakteru gleb i warunków klimatycznych panujących w Polsce. Zainteresowanie pszenżycem w innych krajach jest wysokie i można przyjąć, że również warunki tam panujące, sprzyjają uprawie pszenżyta, a jego produkcja jest opłacalna. Należy podkreślić, że w wielu innych krajach jedynymi zarejestrowanymi i uprawianymi odmianami, były i są nadal odmiany uzyskane w Polsce, a najbardziej znaną i najpopularniejszą na świecie przez wiele lat była odmiana *Lasko* [28, 49].

Ziarno pszenżyta, pod wieloma względami, tak cech fizycznych jak i składu chemicznego, wykazuje wartości

pośrednie między ziarnem pszenicy i żyta, a pod niektórymi przewyższa nawet obie formy rodzicielskie. Już dość dawno dowiedziano [1, 6, 7, 18, 20, 22, 28, 30], że białko pszenżyta posiada korzystniejszy skład aminokwasowy, a badania żywieniowe wykazały [37, 41, 45], że jest ono lepiej przyswajane przez zwierzęta niż białko żyta, a nawet pszenicy. Widać tu wyraźnie współzależność między składem chemicznym, a własnościami żywieniowymi. Cytowane wyżej badania, przeprowadzane na szeroką skalę potwierdziły, że ziarno pszenżyta to doskonała pasza dla zwierząt oraz upoważniają do stwierdzenia, że jest to równie cenny surowiec przemysłowy. Nic zatem nie stoi na przeszkodzie, żeby ten cenny surowiec we właściwy sposób wykorzystać.

**Celem artykułu jest omówienie możliwości technologicznego wykorzystania ziarna pszenżyta w różnych branżach przemysłu spożywczego.**

## BUDOWA ANATOMICZNA ZIARNA PSZENŻYTA

Jak już wspomniano wcześniej, ziarno pszenżyta, pod wieloma względami, wykazuje właściwości pośrednie między formami rodzicielskimi, czyli pszenicą i żytem. Pod względem budowy anatomicznej, między tymi zbożami nie występują duże różnice, jednak są one widoczne. Na rys. 1-4, przedstawiono przekroje poprzeczne ziarna pszenicy zwyyczajnej (miękkiej, chlebowej), twardej (Durum, makaronowej), żyta i pszenżyta. Wszystkie preparaty poddano [32] barwieniu pąsem 2R, wchodzącym w reakcje barwne z białkiem. Wszędzie tam gdzie jest białko pojawia się krwistoczerwone zabarwienie. Dzięki temu, na zamieszczonych rysunkach, widoczna jest nie tylko struktura wewnętrzna ziarna poszczególnych zbóż, ale także rozmieszczenie białka wewnątrz ziarniaków [32]. Intensywność zabarwienia nie jest jednak równoznaczna z wyższą zawartością białka w danych miejscach. Jest to typowa reakcja jakościowa, a nie ilościowa, a intensywność zabarwienia jest wypadkową twardości ziarna i czasu barwienia (dla wszystkich prób był jednaki).

Budowa wewnętrzna zbóż przedstawionych na rys. 1-4, jest zbliżona, a występujące różnice dotyczą:

- grubości okrywy owocowo-nasiennej,
- wielkości i kształtu komórek warstwy aleuronowej,
- wypełnienia komórek aleuronowych białkiem,
- struktury wewnętrznej bielma,
- wielkości ziaren skrobi.

Przekrój poprzeczny ziarna pszenżyta jest pośredni między pszenicami (tak miękką jak i twardą), a żytem. W bielmie występują dość duże cele zbudowane z białka włóknistego, z tym, że kształt tych celi jest bardziej owalny niż u pszenicy [32]. Warstwa aleuronowa zbudowana jest z komórek o wydłużonym kształcie i niecałkowitym wypełnieniu masą białkową. Większe wolne przestrzenie w komórkach warstwy aleuronowej pszenżyta, w których nie występuje białko, są znacznie mniejsze niż w badanej pszenicy miękkiej (rys. 2.) i w badanym życie (rys. 3.). Wg autorów cytowanych prac [26, 32] potwierdzałyby to przypuszczenie, że stopień wypełnienia komórek warstwy aleuronowej

białkiem jest bezpośrednio zależny od jego ogólnej zawartości w ziarnie. Zawartość białka ogółem w ziarnie zbóż przedstawionych na rys. 1-4, wynosiła odpowiednio: 14,30; 12,06; 10,20 i 15,47% w przeliczeniu na suchą masę [32].

Na rysunkach przedstawiających przekroje obu badanych odmian pszenicy wyraźnie widać, że ich bielma są bardziej zbite niż to ma miejsce na rysunkach przedstawiających żyto i pszenżyto. W innych pracach [26, 31, 32, 41] stwierdzono, że ziarno pszenżyta wykazuje twardość większą niż ziarno żyta i nieco mniejszą niż ziarno pszenicy. Jest to dość istotna wskazówka, którą powinno się uwzględnić, chcąc przeprowadzać przemiał ziarna pszenżyta.

Tak jak ziarna form rodzicielskich, ziarno pszenżyta, zbudowane jest z czterech zasadniczych części anatomicznych:

- bielma mączystego,
- warstwy aleuronowej,
- zarodka,
- okrywy owocowo-nasiennej.



**Rys. 1. Przekrój poprzeczny ziarna pszenicy miękkiej (chlebowej), barwionej pąsem 2R, pow. 600x [32].**

**Fig. 1. Cross section of the soft wheat (for bread) kernel, coloured Ponceau 2R, incr. 600x [32].**



**Rys. 2. Przekrój poprzeczny ziarna pszenicy Durum (makaronowej), barwionej pąsem 2R, pow. 600x [32].**

**Fig. 2. Cross section of the Durum wheat (for macaroni) kernel, coloured Ponceau 2R, incr. 600x [32].**



Bielmo zbudowane jest z komórek wypełnionych ziarenkami skrobiowymi otoczonymi matrycami białkowymi [28, 32]. Od grubości tych matryc i od ogólnej zawartości białka w ziarnie, zależy twardość bielma, a tym samym jego opór stawiany, np. w procesie przemiału. Z technologicznego punktu widzenia jest to najważniejsza część anatomiczna ziarna, która po przemiale stanowić będzie mąkę.

Warstwa aleuronowa stanowi zewnętrzną część bielma mączystego. W ziarnie pszenżyta, podobnie jak i u pszenicy i żyta (patrz rys. 1-4), składa się z jednej warstwy komórek. Komórki warstwy aleuronowej wypełnione są białkiem, którego zawartość dochodzić może nawet do 20-25% ogólnej zawartości tego składnika w ziarnie. Warstwa aleuronowa jest bardzo silnie związana z okrywą owocowo-nasienną, co powoduje, że podczas przemiału, prawie w całości przechodzi do otrąb [39].

Okrywa owocowo-nasienna i zarodek podczas przemiału są wydzielane, stanowiąc produkty uboczne, które są wykorzystywane do przygotowania preparatów błonnikowych czy preparowanych zarodków zbożowych. Okrywa

owocowo-nasienna, stanowiąca warstwę ochronną dla wewnętrznych części ziarna, jest około 10 razy twardsza niż bielmo [39].

## NAJWAŻNIEJSZE SKŁADNIKI CHEMICZNE ZIARNA PSZENŻYTA

Do najważniejszych składników chemicznych ziarna zbóż chlebowych, w tym również pszenżyta, należą skrobia i białko. W procesach technologicznych każdy z tych składników odgrywa inną, ale nie mniej ważną rolę.

Dominującym składnikiem ziarna pszenżyta są sacharydy, a wśród nich skrobia, która współdecyduje o wartości technologicznej i żywieniowej, a szczególnie energetycznej. Zawartość skrobi w ziarnie pszenżyta jest zmienna i waha się w dość szerokim przedziale od 50 do 85% [2, 24, 25, 26, 28, 30]. Jej zawartość jest wypadkową wielu czynników, od cech genetycznych zboża poczynając, a na warunkach uprawy kończąc. Istnieje również pewna współzależność między zawartością skrobi i białka w ziarnie, chociaż należy pamiętać, że skrobia jest 5 – 6 razy więcej niż białka ogółem. Skrobia współdecyduje o wodochłonności mąki, czyli o zdolności wiązania wody przez ciasto, a tym samym o jego wydajności, a pośrednio także o wydajności pieczywa. Skrobia i jej podatność na działanie enzymów amylolytycznych (zdolność do scukrzania), decyduje o przebiegu procesów fermentacyjnych ciasta, a pośrednio o objętości uzyskanego pieczywa, strukturze i porowatości jego miękkiszu, a nawet przyswajalności pieczywa przez organizm ludzki. Bardzo ważną, z technologicznego i żywieniowego punktu widzenia, cechą skrobi jest jej zdolność do kleikowania i scukrzania.

Drugi bardzo ważny składnik chemiczny ziarna pszenżyta to białko. Dotychczasowe badania wykazały [5, 20, 22, 24, 28, 33, 36, 49], że zawartość białka ogółem w ziarnie pszenżyta jest bardzo zróżnicowana i wynosić może nawet ponad 20%. Jest to uzależnione od wielu czynników: od cech odmianowych poczynając, poprzez warunki uprawy (gleba, warunki pogodowe, nawożenie), a na dorodności, a szczególnie stopniu pomarszczenia ziarna, kończąc. W rodach pszenżyta, uzyskiwanych w początkowych etapach badań, uzyskiwano, na ogół, ziarno o dość dużym stopniu pomarszczenia okrywy owocowo – nasiennej. Jednocześnie ziarno to wykazywało wysoką zawartość białka ogółem. Przypuszczać należy, że pomarszczenie ziarna sprzyjało wyższej zawartości okrywy, a to, z kolei, podwyższonej zawartości warstwy aleuronowej, części bogatej w białko. Zmniejszenie stopnia pomarszczenia ziarna powodowało równoczesne obniżenie w nim ogólnej zawartości białka [48, 49]. W badaniach przeprowadzonych w SGGW [28, 30, 33], stwierdzono, że wiele odmian i rodów pszenżyta wykazywało zawartość białka na poziomie zbliżonym do zawartości w ziarnie pszenicy, a w badanych wówczas odmianach pszenżyta *Dagro*, jego zawartość była wyższa.

Z zawartością białka wiąże się bezpośrednio zawartość glutenu. W rodach i odmianach pszenżyta, cecha ta jest jeszcze bardziej zmienna niż zawartość białka ogółem. W badaniach przeprowadzonych w SGGW [29, 30, 31] albo nie udało się w ogóle wymyć glutenu (np. z odmiany *Lasko*), albo



Rys. 3. Przekrój poprzeczny ziarna żyta, barwiony pąsem 2R, pow. 600x [32].

Fig. 3. Cross section of the rye kernel, coloured Ponceau 2R, incr. 600x [32].



Rys. 4. Przekrój poprzeczny ziarna pszenżyta (*Lasko*), barwiony pąsem 2R, pow. 600x [32].

Fig. 4. Cross section of the Triticale kernel (*Lasko*), coloured Ponceau 2R, incr. 600x [32].

wymywano go od 6,2 do nawet 34,8%, czyli w ilości wyższej niż przeciętnie w mąkach pszennych. Najwyższe ilości glutenu wymywano z mąki uzyskanej z odmian: *Dagro*, *Presto* i *Bolero*. Mimo, że wymywano dość wysokie ilości glutenu, to jego jakość (elastyczność, rozplwywalność, a także wyliczona liczba glutenowa), były, na ogół istotnie gorsze niż próby wymyte z ziarna/mąki pszennej. We wszystkich badanych odmianach i rodach pszenżyta, wymywano więcej glutenu z mąk wymiałowych niż śrutowych. Na podstawie cytowanych wyżej badań [31, 34], a także badań innych autorów [5, 6, 9, 16, 44] można wyciągnąć wniosek, że ilość i jakość glutenu wymytego z mąki pszenżytniej jest bezpośrednio uzależniona od tego, jaka jest proporcja między białkami tworzącymi gluten, czyli między prolaminami (gliadyna) i glutelinami (glutenina), albo ujmując inaczej, czy w danej odmianie przeważają, w większym stopniu, cechy pszenicy czy żyta.

## PRZEMIAŁ ZIARNA PSZENŻYTA

Szerokie wykorzystanie ziarna pszenżyta na cele konsumpcyjne, wiąże się przede wszystkim, z jego przemiałem na mąkę. Nie ma zbyt wielu prac na temat przemiału ziarna pszenżyta, a jeżeli już są to sprowadzają się jedynie do przemiału laboratoryjnego [1, 24, 25, 26, 28, 29, 36]. Opracowanie technologii przemiału ziarna pszenżyta wymaga zmiany profilu badań, a także przejścia od badań laboratoryjnych do półtechnicznych i/lub przemysłowych [47]. W warunkach krajowych nie prowadzono takich badań, prowadzono je natomiast w dawnym ZSRR, a także w Austrii i na Węgrzech [47].

Jak podaje Sitkowski i in. [47] pewnym utrudnieniem w przemiale ziarna pszenżyta są niektóre cechy ziarna, takie jak np. pomarszczona powierzchnia, nieregularny kształt komórek aleuronowych, a także wyższa, niż w formach rodzicielskich, zawartość związków mineralnych (popiołu). Cechy te mogą utrudniać uzyskanie mąki jasnej, a tym samym decydować o opłacalności całego przemiału, z drugiej strony mogą wskazywać na celowość wykorzystania ziarna pszenżyta do produkcji mąki ciemniejszej, o wyższym wyciągu. W oparciu o takie przesłanki, w dawnym ZSRR, zaproponowano [42] przemysłową produkcję mąki pszenżytniej o trzech progach zawartości popiołu, wynoszących odpowiednio: 0,75; 1,50 i 2,00%. Dzięki temu, możliwe stało się uzyskanie opłacalnych wydajności mąki, w granicach od 70 do 95%. Potwierdzają to również badania przeprowadzone w Austrii [38], gdzie przemiałowi na skalę przemysłową (młyn o wydajności 10t/dobę), poddano ziarno pszenżyta polskiej odmiany *Lasko* i uzyskano: 3 – 6% mąki jasnej typ 500 i 69 – 72% mąki ciemnej typ 960.

Badania przeprowadzone w byłym Centralnym Laboratorium Technologii Przetwórstwa i Przechowywania Zbóż w Warszawie [47], dotyczące przemiału ziarna pszenżyta, były właściwie pierwszymi w Polsce przeprowadzonymi na tak szeroką skalę i to zarówno laboratoryjną jak i przemysłową.

Cytowane badania [47] rozpoczęto od ustalenia optymalnych warunków kondycjonowania ziarna. Ustalono, że najważniejsze było dowlżenie ziarna pszenżyta do 15%, a następnie jego dwunastogodzinne leżakowanie przed

przemiałem. Wstępne przemiały przeprowadzono przy użyciu młyna laboratoryjnego MLU-202 firmy Bühler, a następnie przy użyciu doświadczalnego mlewnika MB, mającego już półtechniczne parametry pracy.

Stwierdzono [47], że rozdrabnianie ziarna pszenżyta było bardziej podobne do rozdrabniania ziarna pszenicy niż ziarna żyta. Ustalono również, że przy przemiale ziarna pszenżyta powinno stosować się:

- ustawienie walców grzbiet na grzbiet,
- gęstość rowkowania walców typową dla przemiału ziarna pszenicy,
- wyprzedzenie walców śrutowych i wymiarowych poniżej 1:2,5,
- walce gładkie na pierwszych pasażach wymiarowych.

Wyniki uzyskane w badaniach laboratoryjnych pozwoliły na wykonanie przemiału na skalę przemysłową. Na skalę przemysłową dokonano przemiału 100 ton ziarna pszenżyta, stanowiącego tzw. „mieszkę handlową” (zmieszane różne odmiany pszenżyta). W wyniku przemiału uzyskano 69,5%-owy wyciąg mąki o zawartości 0,69% popiołu.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań, zaproponowano [47] otrzymywanie następujących typów mąki pszenżytniej:

- mąka jasna typ 720, o prawdopodobnym wyciągu w granicach: 67-70% (w warunkach przemysłowych),
- mąka typ 1400, o prawdopodobnym wyciągu w granicach: 84-85%,
- mąka typ 1850, o prawdopodobnym wyciągu w granicach: 95-98%.

## WYKORZYSTANIE MĄKI PSZENŻYTNIEJ W PIEKARSTWIE

Mąka pszenżytnia powinna być, w szerszym niż dotychczas stopniu, wykorzystana do celów piekarskich. Wskazują na to dotychczas wykonane prace naukowe [4, 5, 6, 11, 13, 16, 19, 26, 31, 36, 44] dotyczące zarówno składu chemicznego tego zboża i uzyskanej z niego mąki, i jej wykorzystania w praktyce. Z punktu widzenia technologii piekarstwa istotne są cechy wypiekowe mąki pszenżytniej, co potwierdzają badania farinograficzne i amylograficzne, przy czym te pierwsze są w dużym stopniu uzależnione od ilości i jakości białka, a przede wszystkim glutenu [35]. Jak już wskazano wcześniej, gluten wymyty z mąki pszenżytniej, ma gorszą strukturę i właściwości, co upodabnia go bardziej do glutenu pszennego uzyskanego z odmian o niższej wartości wypiekowej. Zdaniem niektórych autorów [4, 5, 8, 11, 19] powodowane to jest występowaniem zwiększonej ilości śluzów (rozpuszczalnych pentozanów) odziedziczonych po życie [2]. Pentozały występują głównie w zewnętrznych częściach ziarna, zatem ich zawartość w mące będzie uzależniona od wyciągu uzyskanej mąki [35], a przy przemiale ziarna pszenżyta takie typy mąki przeważają (patrz wyżej).

Badania farinograficzne mąki/ciasta pszenżytniego wykazały [26, 27, 30, 34, 35] dość istotne różnice, dotyczące zarówno czasów rozwoju i stałości ciasta jak i jego elastyczności i rozmiękczenia. Ogólnie można przyjąć, że pod

względem cech farinograficznych mąka pszenżytnia wykazuje cechy pośrednie między mąkami pszennymi i żytnimi, ale zdarzają się również takie odmiany, które nie ustępują nawet najlepszym pszenicom [33, 35]. Z pośród uprawianych odmian pszenżyta, należałoby wyróżnić te, które wykazują wysoką wartość wypiekową.

Nie mniej ważnym wskaźnikiem wartości wypiekowej każdej mąki, w tym również uzyskanej z pszenżyta, są cechy amylograficzne. Wskazują one, z jednej strony na aktywność enzymatyczną (amylolityczną) danej mąki, a z drugiej na podatność skrobi na działanie tych enzymów. Z licznych, wykonanych dotychczas badań [2, 4, 28, 34, 50] wynika, że ziarno pszenżyta, a tym samym uzyskana z niego mąka, charakteryzuje się dość wysoką, wyższą niż pszenica i żyto, aktywnością amylolityczną, z czym nie zawsze idzie w parze (z teoretycznego punktu widzenia powinna iść) niska liczba opadania [33].

Przytoczone wyżej wyniki badań składu chemicznego i cech fizycznych mąki pszenżytniej wyraźnie wskazują na możliwości wykorzystania tego surowca do produkcji pieczywa. Potwierdzają to również wyniki badań przeprowadzonych w wielu ośrodkach naukowych tak w kraju jak i za granicą. Wyniki niektórych autorów [4, 19, 20, 23, 26, 27, 28, 36, 50] wskazują jednak, że jakość uzyskanego pieczywa pszenżytniego, nie zawsze odpowiada wymaganiom stawianym pieczywu dobrej jakości. Uważa się [50], że wynika to z niskiej jakości glutenu pszenżytniego.

Uzyskanie wysokiej jakości pieczywa pszenżytniego jest możliwe, co zostało potwierdzone w cytowanych wyżej pracach naukowych. Poprawę jego cech uzyskano np. poprzez stosowanie polepszaczy piekarskich, stosując mieszanki, w różnych proporcjach, mąki pszenżytniej z mąką pszenną względnie żytnią lub oboma łącznie. Uzyskiwano wówczas klasyczne pieczywo mieszane: (pszenżytnio-pszenne, pszenżytnio-żytnie lub pszenżytnio-pszennno-żytnie), o różnym wzajemnym stosunku każdej użytej do wypieku mąki. Wielu autorów [1, 8, 11, 19, 29, 30, 35, 44, 50] uważa jednak, że z mąki pszenżytniej można uzyskać dobrej jakości pieczywo o wysokich walorach organoleptycznych. Warunkiem jest jednak dokonanie modyfikacji procesu technologicznego w taki sposób, aby najwłaściwiej wykorzystać swoiste cechy (wartość wypiekową) mąki pszenżytniej. Próby takie zostały podjęte, między innymi, w SGGW [35], gdzie do wypieku pieczywa z mąki pszenżytniej zastosowano zmodyfikowaną metodę trójfazowego prowadzenia ciasta: żurek – kwas – ciasto właściwe.

W badaniach wykonanych w SGGW [35], do przygotowania ciasta pszenżytniego zastosowano żurek, który wprowadzono z handlowej mąki żytniej typ 720, przy zachowaniu następujących parametrów:

- wydajność żurku – 350%,
- temperatura fermentacji żurku – 28°C,
- czas fermentacji żurku – 20-24 godz.,  
do uzyskania 12°  
kwasowości.

Ciasto pszenżytnie można było uzyskać stosując żurek wyprowadzony z mąki pszenżytniej, zbliżonej, pod względem wyciągu i popiołowości do mąki żytniej typ 720.

Jednak dla uzyskania pełnej dojrzałości takiego żurku, czyli porównywalnej, z żurkiem żytnim, kwasowości, potrzebny był czas 30-36 godz., czyli o około 50% dłuższy. Skrócenie czasu prowadzenia żurku pszenżytniego, do 20-24 godz., powodowało obniżenie jego kwasowości, a to, z kolei, znajdowało niekorzystne odbicie w kwasowości uzyskanego pieczywa i niektórych jego cechach fizycznych, takich jak: niższa objętość, gorsza porowatość miękiszu, a przede wszystkim nadmierne kruszenie się miękiszu. Zdawano sobie sprawę, że zastosowanie żurku żytniego do przygotowania ciasta pszenżytniego, spowoduje wprowadzenie do jego składu mąki żytniej. Jak wyliczono, maksymalny udział mąki żytniej w cieście pszenżytnim, nie byłby wyższy niż 8%, czyli uzyskane ciasto, a tym samym pieczywo byłoby nadal pieczywem pszenżytnim, a nie mieszanym pszenżytnio-żytnim. Ogólnie uznaje się, że pieczywo mieszane to takie, w którym udział jednej mąki nie może być niższy niż 15%.

Na podstawie badań laboratoryjnych przeprowadzono badania na skalę półtechniczną, które potwierdziły słuszność przyjętych założeń. Uzyskane wyniki pozwoliły [35] zaproponować recepturę na sposób prowadzenia ciasta z mąki pszenżytniej, przyjęcie odpowiedniego schematu technologicznego oraz przygotowanie projektu normy na pieczywo pszenżytnie.

Do wypieku chleba wykorzystano [35] mąki uzyskane z dwunastu odmian i rodów pszenżyta. Stosując podany wyżej sposób prowadzenia ciasta, uzyskano na ogół, pieczywo dobrej jakości, o właściwych cechach organoleptycznych. Między poszczególnymi próbami wystąpiły jednak pewne różnicowania, które wyraźnie wskazywały, że ziarno nie każdej odmiany pszenżyta w jednakowym stopniu nadaje się do przemiału i nie każda uzyskana mąka do produkcji piekarskiej.

## WYKORZYSTANIE MĄKI PSZENŻYTNIEJ DO PRODUKCJI WYROBÓW CIASTKARSKICH

W wielu pracach nad szerokim wykorzystaniem ziarna pszenżyta w technologii, wykazywano często [4, 13, 30, 31] ogólnie niską wydajność wymytego glutenu, jak również jego słabą jakość. Gluten pszenżytni określano jako mało elastyczny, łatwo ulegający zrywaniu, czyli podobny do glutenu pszennego uzyskanego z mąki o niskiej wartości technologicznej. Niektórzy autorzy [50] sugerowali, aby mąkę pszenżytnią wykorzystywać do produkcji wyrobów ciastkarskich. Na to, że mąka pszenżytnia może być dobrym surowcem do wyrobu niektórych asortymentów ciastkarskich, np. uzyskanych z ciasta kruchego lub biszkoptowego, wskazywały takie jej cechy jak barwa o dużej jasności, mała zawartość białka (poniżej 10%) oraz słaba energia podnoszenia ciasta [10]. Gambuś i in. [21] stwierdzili np., że mąka pszenżytnia uzyskana z odmiany *Grado*, pod względem większości ocenianych cech fizyczno-chemicznych, odpowiadała wymaganiom stawianym mące pszennej stosowanej do wypieku herbatników, dlatego podjęto próby użycia jej do wypieku popularnych typów herbatników „*Kropeczki*” i „*Petit Beurre*”. Po wprowadzeniu niewielkich zmian w ich recepturze z mąki pszenżytniej otrzymano wyroby nie odbiegające jakością od tych wypiekanych z mąki pszennej.



Mąką pszenżytnią próbowano [34] zastąpić mąkę pszeną w herbatnikach produkowanych przez firmę E.Wedel o nazwie „Marko”, „Pinokio”, „Roxana”. Herbatniki „Pinokio” były w smaku najbardziej zbliżone do tradycyjnych i w czasie przechowywania zachowywały właściwą kruchość. Smak ciastek „Marko” był zbliżony do tych z mąki pszennej, jednak były one twardsze i ta niekorzystna cecha nasilała się podczas przechowywania. Zastosowanie mąki pszenżytniej do produkcji herbatników „Roxana” nie było korzystne. Otrzymany wyrób nie uzyskał akceptacji konsumentów i wymagał zastosowania modyfikacji procesu technologicznego.

Z badań Ceglińskiej i in. [10] wynika, że także mąki z innych odmian pszenżyta mogły być wykorzystywane w produkcji ciastkarskiej. Z mąki odmiany *Alzo* uzyskano herbatniki z ciasta kruchego o dużej kruchości i małej tendencji do rozpływania się w czasie wypieku oraz niewyczuwalnej różnicy w smaku i zapachu w porównaniu z wyrobami wypiekаныmi z mąki pszennej. Wypiekane z mąki pszenżytniej ranty do tortów były bardziej wyrośnięte niż z mąki pszennej i nie różniły się pod względem barwy i zapachu. Najbardziej pożądanymi cechami charakteryzowały się ranty do tortów z mąki pszenżytniej uzyskanej odmiany *Marko*. Te korzystne cechy rantów do tortów z ciasta biszkoptowego potwierdziły się także w przypadku stosowania do wypieku mąki z innych odmian pszenżyta, np. odmiany *Vero* [14].

Z mąki pszenżytniej, oprócz wyrobów ciastkarskich z ciasta kruchego i biszkoptowego, podejmowane były próby wypieku babki piaskowej, a także piernika bakaliowego, w których tradycyjnie stosowane mąki zastąpiono mąką pszenżytnią z odmiany *Lasko* [34]. Najlepszy efekt, czyli zwiększenie objętości ogólnej przy zachowaniu tej samej masy, uzyskano podczas wypieku piernika bakaliowego.

Do produkcji krakersów mogą być wykorzystywane mąki pszenżytnie, ale tylko o odpowiednio dużej zawartości białka. W tym wypadku białko jest tym składnikiem mąki, który ma wpływ na odpowiednią wysokość i grubość krakersów [43].

Najmniejszym powodzeniem zakończyły się próby wykorzystania mąki pszenżytniej do produkcji pączków podjęte przez Tsen'a [50]. Uzyskane pączki miały mniejszą objętość niż gdy stosowano mąkę pszenną ciastkarską. Takiego wyniku można było spodziewać się, gdyż mąki na ten rodzaj wyrobów ciastkarskich powinny wykazywać podobne właściwości, jak te stosowane powszechnie do produkcji pieczywa, czyli charakteryzować się dużą wydajnością glutenu o dobrej jakości.

Mając powyższe na uwadze, podjęto próby [12] otrzymywania pączków z mąki pszenżytniej z równoczesnym użyciem dodatku pszennej glutenu witalnego i lecytyny (po 2% w stosunku do masy użytej mąki), oczekując korzystnego oddziaływania tych dodatków na strukturę uzyskanego ciasta pszenżytniego. Ciasta z tymi dodatkami wykazywały luźniejszą, bardziej plastyczną strukturę, ułatwiającą formowanie, a jednocześnie szybszy rozrost pączków w porównaniu z tymi bez dodatków. Objętość pączków była zróżnicowana w zależności od zastosowanego dodatku jak też użytej mąki pszenżytniej (ród, odmiana). Dodatek

glutenu lub lecytyny wpłynął na zwiększenie objętości pączków z większości stosowanych mąk pszenżytnich. Stosowanie obu dodatków jednocześnie także wpłynęło na zwiększenie objętości pączków w porównaniu z tymi bez dodatków. Znalazło to odzwierciedlenie również w teksturze pączków. Pączki z dodatkiem lecytyny miały najmniejszą twardość miększu, która zmieniała się w zależności od użytej mąki pszenżytniej [12].

Zastosowanie dodatków wpłynęło także na cechy żywieniowe otrzymanych pączków, ponieważ zawartość w nich tłuszczu była o połowę mniejsza niż w pączkach bez dodatków. Jedynie smak i zapach pączków z dodatkiem samej lecytyny był niżej oceniany ze względu na wyczuwalny posmak sojowy.

## INNE MOŻLIWOŚCI TECHNOLOGICZNEGO WYKORZYSTANIA ZIARNA PSZENŻYTA

Cechy fizyczne, a przede wszystkim skład chemiczny ziarna pszenżyta wskazują na kierunki przemysłowego wykorzystania tego nowego zboża. Jednym z możliwych kierunków jest produkcja słodu, tak gorzelniczego jak i browarniczego [1]. Za takim wykorzystaniem ziarna pszenżyta przemawia stosunkowo wysoka aktywność enzymów amylolicylnych, podatność na porastanie, a także krótki okres spoczynku poźniowego [1, 3]. Pszenżytni sład gorzelniczny został z powodzeniem wykorzystany w warunkach produkcyjnych, gdzie uzyskano wydajność alkoholu na poziomie 62 dm<sup>3</sup> ze 100 kg skrobi ziemniaczanej, czyli były to wyniki zgodne z obowiązującymi normami.

Sład i produkty z niego uzyskane mogą być wykorzystane w różnorodny sposób i nie tylko w procesach fermentacyjnych przetwórstwa spożywczego. Sład pszenżytni ma tę dodatkową zaletę, że zawiera większą ilość białka o podwyższonej zawartości aminokwasów [1].

Nie należy również zapominać o ziarnie pszenżyta jako bardzo wartościowej paszy, ale ten cel, przede wszystkim przyświecał twórcom tego zboża w trakcie prac hodowlanych.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie dotychczas wykonanych i cytowanych wyżej prac można stwierdzić, że:

1. Ziarno pszenżyta wykazuje, na ogół, cechy pośrednie między ziarnem pszenicy i żyta.
2. Pod względem budowy wewnętrznej ziarno pszenżyta jest bardziej podobne do budowy ziarna żyta, niemniej jednak niektóre odmiany, pod tym względem upodabniają się do ziarna pszenicy. Jest to uzależnione od cech genetycznych (odmianowych) oraz składu chemicznego, a szczególnie zawartości białka ogółem w ziarnie.
3. Pod względem cech towaroznawczych ziarno pszenżyta zdecydowanie przewyższa ziarno żyta, dorównując lub tylko nieznacznie ustępując ziarnu pszenicy.
4. Ogólna zawartość białka w ziarnie pszenżyta bardzo często przewyższa oba gatunki rodzicielskie, z tym jednak,



- że jest to zależne od cech odmianowych, stanu pomarszczenia okrywy ziarna i warunków uprawy (w tym warunków pogodowych). Z zawartością białka związana jest bezpośrednio ilość i jakość glutenu w ziarnie/mące/cieście. Pod tym względem jest zdecydowanie większe podobieństwo do ziarna pszenicy niż do ziarna żyta. W ziarnie niektórych odmian pszenżyta, zawartość glutenu dorównuje, albo jest nawet wyższa niż w ziarnie pszenicy, jednak gluten pszenżytni wykazuje zdecydowanie gorsze cechy, ma większą rozplywalność i niższą elastyczność. Stosunkowo wysokiej zawartości białka w ziarnie pszenżyta towarzyszy jednocześnie zwiększona w nim zawartość lizyny, co powoduje, że aminokwas ten przestaje być tzw. aminokwasem ograniczającym, co w ziarnie zbóż jest pewnym problemem.
5. Ze względu na swoje cechy fizyczne, skład chemiczny i wartość żywieniową, ziarno pszenżyta może być, z powodzeniem wykorzystane w wielu branżach przetwórstwa spożywczego, a szczególnie:
- w młynarstwie – do produkcji mąki, zarówno razowej jak i pyłkowej,
  - w kaszarstwie – do produkcji płatków zbożowych, a także do produkcji kasz łamanych, z tym, że odnosi się to do odmian twardszych, o wyższej zawartości białka ogółem,
  - w piwowarstwie i gorzelnictwie – do produkcji słodów, a także zacierów,
  - w przemyśle koncentratów spożywczych – do produkcji np. dań śniadaniowych,
  - ponadto ziarno pszenżyta to doskonała pasza i surowiec do produkcji biopaliw.
6. Najszersze zastosowanie w przetwórstwie spożywczym ma oczywiście mąka pszenżytnia, która może być wykorzystana zarówno w piekarstwie jak i ciastkarstwie:
- w piekarstwie może stanowić dodatek, w ilościach od 15 do 50%, do tradycyjnego ciasta/pieczynka pszennego, żytniego lub mieszanego (pszenno-żytniego i żytnio-pszennego), względnie może być wykorzystana samodzielnie, bez udziału mąki z innych zbóż,
  - w ciastkarstwie może być, z powodzeniem, stosowana do produkcji pączków, keksów, wielu rodzajów herbatników czy ciastek deserowych, a także pierników bakaliowych, zastępując w ich recepturze, tradycyjnie stosowaną mąkę żytnią.

## LITERATURA

- [1] **ACHREMOWICZ B. 1991.** *Możliwości technologicznego wykorzystania ziarna pszenżyta.* Przegląd Zbożowo-Młynarski. 35(3), 5-6.
- [2] **ACHREMOWICZ B., GAMBUŚ H., HABER T. 2013.** *Wykorzystanie skrobi z pszenżyta.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego. 23/42(1), 112-117.
- [3] **ACHREMOWICZ B., WACHOWICZ K. 1989.** *Stosowanie słodu z pszenżyta w warunkach gorzelnictwa rolniczej.* Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny. 33(6), 6-8.
- [4] **BISKUPSKI A. 1979.** *Właściwości wypiekowe ziarna pszenżyta.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 27(8), 145-147.
- [5] **BISKUPSKI A., BOGDANOWICZ M., SUBDA H. 1992a.** *Wartość technologiczna ziarna pszenżyta. Cz.I. Charakterystyka biochemiczna i technologiczna.* Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo. 36(3/4), 73-88.
- [6] **BISKUPSKI A., BOGDANOWICZ M., SUBDA H. 1992b.** *Wartość technologiczna ziarna pszenżyta. Cz.II. Współzależności między cechami jakościowymi.* Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo. 36(3/4), 91-109.
- [7] **BOROZ D. 1990.** *Pszenżyto w ocenie biologicznej wartości pokarmowej na tle innych zbóż.* Biuletyn IHAR. 173/174, 27-30.
- [8] **CEGLIŃSKA A. 1991.** *Możliwości wykorzystania mąki pszenżytniej do wypieku chleba.* Przemysł Spożywczy. 46(9), 226-228.
- [9] **CEGLIŃSKA A., CACAK-PIETRZAK G., HABER T. 1998.** *Charakterystyka glutenu pszenżytniego.* Biuletyn IHAR. 205/206, 239-243.
- [10] **CEGLIŃSKA A., CACAK-PIETRZAK G., HABER T. 1999.** *Próba wykorzystania mąki pszenżytniej w ciastkarstwie.* Biuletyn IHAR. 211, 171-176.
- [11] **CEGLIŃSKA A., CACAK-PIETRZAK G., HABER T. 2003.** *Porównanie jakości pieczywa pszenżytniego, pszennego i żytniego.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 51(11), 4-5.
- [12] **CEGLIŃSKA A., CACAK-PIETRZAK G., HABER T., TARAPATA E. 1999.** *Wykorzystanie mąki pszenżytniej do produkcji pączków.* Materiały III Sympozjum Naukowego „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta”, Międzyzdroje, 5-8.09.1999. 13.
- [13] **CEGLIŃSKA A., HABER T. 1997.** *Wpływ ilości i jakości glutenu mokrego na wartość wypiekową mąki pszenżytniej.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 45(7), 35-36.
- [14] **CEGLIŃSKA A., HABER T., CACAK-PIETRZAK G. 2002.** *Wykorzystanie mąki pszenżytniej w produkcji ciastkarskiej.* Folia Universit. Agric. Stetinensis. Agricultura. 228(91), 13-16.
- [15] **CEGLIŃSKA A., HABER T., STĘPNIAK I. 1998.** *Wartość technologiczna wybranych odmian i rodów pszenżyta ozimego.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy. 46(7), 15-17.
- [16] **CYGANKIEWICZ A., GAMBUŚ H., NOWOTNA A., SABAT R. 1999.** *Wartości technologiczne polskich odmian pszenżyta ozimego, a jakość chleba.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 3(20), 55-63.
- [17] **DZIAMBA S. 1979.** *Zboże przyszłości.* Postępy Nauk Rolniczych. (2), 3.
- [18] **GAMBUŚ H., CYGANKIEWICZ A., HABER T., NOWOTNA A., SABAT R. 1999.** *Ocena wartości technologicznej pszenżyta ozimego z dwóch kolejnych lat uprawy.* Materiały III Sympozjum Naukowego „Hodowla, uprawa

- i wykorzystanie pszenżyta”, Międzyzdroje, 5-8.09.1999. 18.
- [19] **GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1987.** *Ocena właściwości wypiekowych mąki z pszenżyta.* Zeszyty Naukowe AR im. H.Kołłątaja w Krakowie. Technologia Żywności. Z.2(213), 3-12.
- [20] **GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1992.** *Wykorzystanie calozianowej mąki pszenżytniej do wypieku chleba mieszanego pszenżytnio-pszennego. Cz. I. Ocena jakości uzyskanych wyników.* Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. 4(274), 3-12.
- [21] **GAMBUŚ H., NOWOTNA A., SOKÓŁ M. 1994.** *Próba użycia mąki pszenżytniej z odmiany Grado do wypieku herbatników.* Przemysł Spożywczy. 48(1), 25-27.
- [22] **GIL Z. 1995.** *Wartość technologiczna pszenżyta jarego i ozimego.* Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo. 39(1/2), 49-56.
- [23] **GIL Z. 1996.** *Wpływ cech fizycznych i chemicznych ziarna na wartość technologiczną pszenżyta jarego i ozimego.* Materiały Sympozjum Naukowego „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta”, Międzyzdroje, 1-4.09.1996. 30.
- [24] **GIL Z. 2001.** *Charakterystyka cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego.* Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. (220), 139-146.
- [25] **GIL Z. 2002.** *Effect of physical and chemical properties of Triticale grain on its milling value.* Plant Breeding and Seed Science. 46(10), 23-29.
- [26] **GIL Z., NARKIEWICZ-JODKO M. 1997.** *Wartość przemiałowa i wypiekowa pszenżyta jarego i ozimego w zależności od nawożenia azotem i przedplonu.* Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. (201), 133-141.
- [27] **GLATES H., MAR A. 1983.** *Triticale im praktisch-en Mehl und Backversuch.* Getreide Mehl und Brot. 37(12), 359.
- [28] **HABER T. 1979.** *Studia porównawcze nad charakterystyką biochemiczną i technologiczną niektórych rodów Triticale wyhodowanych w Polsce w porównaniu z pszenicami i żytem.* Rozprawy Naukowe SGGW-AR, Warszawa. (120), 25-33.
- [29] **HABER T. 1992.** *Praktyczne możliwości wykorzystania pszenżyta.* Piekarstwo Polskie, 1(4), 14-16.
- [30] **HABER T. 1994.** *Charakteristik und Verwendungsmöglichkeiten der polnischen Triticalearten.* Getreide Mehl und Brot., 49(2), 9-14.
- [31] **HABER T., DŁUŻEWSKI M., LEWCZUK J., LESZCZYŃSKI K., SITKOWSKI T. 1990.** *Wartości technologiczne ziarna i mąki pszenżyta. Cz. II.* Przemysł Spożywczy. 44(2-3), 57-59.
- [32] **HABER T., CACAK-PIETRZAK G., CEGLIŃSKA A. 1997.** *Porównanie budowy wewnętrznej ziarna wybranych zbóż.* Przemysł Spożywczy. 51(6), 20-22.
- [33] **HABER T., JAKUBCZYK T., LEWCZUK J., LESZCZYŃSKI K., SITKOWSKI T. 1989.** *Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. I. Fizykochemiczne cechy ziarna i mąki pszenżyta.* Przemysł Spożywczy. 43(8), 209-212.
- [34] **HABER T., LEWCZUK J. 1988.** *Use of triticale in the baking industry.* Acta Alimentaria Polonica. 14(3/4), 123-129.
- [35] **HABER T., LEWCZUK J. 1990.** *Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. IV. Wartość wypiekowa pszenżyta.* Przemysł Spożywczy. 44(4-5), 108-110.
- [36] **HABER T.A., SEYAM A.A., BANASIK O.J. 1976.** *Rheological properties, amino acids composition and bread quality of HRW Wheat, Rye and Triticale.* Baker's Digest. 50(3), 24.
- [37] **JAŚKIEWICZ B. 2010.** *Kierunki wykorzystania ziarna pszenżyta.* Wieś Jutra. 4(141), 25-26.
- [38] **JAŚKIEWICZ B., MAZUREK J. 1996.** *Pszenżyto – polska specjalność.* Nowoczesne Rolnictwo. 3(20), 10-11.
- [39] **JURGA R. 1985.** *Przetwórstwo zbóż. T.: 1. i 2.* WSiP, Warszawa.
- [40] **KARCZEWSKA P. 2012.** *Wartość odżywcza i cechy jakościowe pieczywa w zależności od rodzaju zboża, typu mąki i metody prowadzenia ciasta.* Praca doktorska wykonana i obroniona na Wydziale Nauk o Żywności SGGW w Warszawie.
- [41] **KOCIUBA W. 1998.** *Wyniki oceny materiałów korekcyjnych pszenżyta ozimego i jarego w 1996 roku.* Biuletyn IHAR. 205/206, 219-228.
- [42] **MAKSIMCZUK B.M., KOLKUNOWA G.K., MO-SOŁOWA N.M., LUTKINA E.N. 1980.** *Triticale dla piererobotki w chlebobiekarnuju muku.* Mukomolnaja, Elewatornaja i Konditierskaja Promyszlenost. (5), 31.
- [43] **PEREZ T., LEON E., RISOTTA A., RUBIOLO J., ANÓN C. 2003.** *Use of triticale flours in cracker-making.* European Food Technology. (217), 134-137.
- [44] **PODOLSKA G. 2008.** *Pszenżyto na chleb.* <http://www.farmer.pl/12081.html>
- [45] **RAKOWSKA M., HABER T. 1990.** *Baking quality of winter type Triticale.* Second Symposium of International Triticale Association, Paso Fundo, Brazylia, 10.1990.
- [46] **SARKANY P. 1972.** *Rolnictwo u progu III-tysiąclecia.* PWRiL, Warszawa.
- [47] **SITKOWSKI T., HABER T., LEWCZUK L. 1990.** *Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. III. Technologia przemiału pszenżyta.* Przemysł Spożywczy. 44(1), 18-21.
- [48] **TARKOWSKI C. 1972.** *Hodowla Triticale.* Biuletyn IHAR. (5-6), 71.
- [49] **TARKOWSKI C. (red.) 1989.** *Biologia pszenżyta.* PWN, Warszawa.
- [50] **TSEN C.C. (red.) 1974.** *Bakery products from Triticale flour.* From: *Triticale: first Man-Made cereal.* AACC, St. Poul, Minn. USA. 234-242.

Dr hab. inż. Bronisław SŁOWIŃSKI, Prof. PK  
Katedra Inżynierii Produkcji  
Prof. dr inż. Daniel DUTKIEWICZ  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
Politechnika Koszalińska

## PROBLEMY KOMERCJALIZACJI WYNAŁAZKÓW W UJĘCIU SYSTEMOWYM®

### Problems of the commercialization of inventions in the system presentation®

**Słowa kluczowe:** wynalazek, innowacja, komercjalizacja, wdrożenie, programy pomocowe.

*Celem artykułu jest przedstawienie zarysu wybranych problemów: procesu komercjalizowania wynalazków w świetle teorii, oceny stanu wynalazczości w szkolnictwie wyższym i instytutach naukowych w Polsce oraz Programu Operacyjnego „Inteligentny Rozwój” na lata 2014-2020.*

**Key words:** invention, innovation, commercialization, implementation, relief programmes.

*In the article an outline of chosen problems was presented: the process of commercializing inventions in the light of the theory, the evaluation of the state of the invention in the higher education and research institutes in Poland and of operational programme “Intelligent Development” for years 2014-2020.*

### WYNAŁAZKI, INNOWACJE I PRZEDSIĘBIORCZOŚĆ W ROZWOJU CYWILIZACJI

Stało się – mamy wynalazek, czyli nowy byt umysłowy stworzony przez człowieka, który spełnia warunek urzeczywistnienia w postaci struktury materialnej, służącej jego potrzebom. I co dalej? To pytanie dla wielu twórców wynalazków jest opisem drogi przez mękę, której doznawali chcąc zamienić swój wynalazek na komercyjny produkt, wprowadzić innowację. Znalazła ona swoje określenie w postaci pojęcia „przekleństwa wynalazców”, czyli „oddziaływania jakiejś paraliżującej lawiny nieustających nieszczęść, kłopotów i przykrości, jakie zwalają się na głowy najbardziej twórczych wynalazców czy odkrywców” [11].

Dla wielu jest ono barierą nie do pokonania z różnych powodów, niekiedy również nieznamość prawa rynku i konkurencyjności oraz wiedzy o innowacyjności i przedsiębiorczości. Wielu problem ten naiwnie upraszcza, „sprawa jest prosta”, pomysł się urzeczywistnił, teraz tylko to wdrożyć i czekać na profity. Sprawa nie jest jednak ani prosta ani krótkotrwała i dla większości wynalazców oczekiwane profity nie nadchodzą. Przydatną jest wiedza o tym, jakie problemy mogą wystąpić i występują w procesie „zamiany szarych na złote”, czyli doprowadzania do komercjalizacji swojego wynalazku, a w przypadku nie uzyskania sukcesu o tym jak analizować przyczyny i wyciągać właściwe wnioski? Wiedzę tą przybliżają ekonomista, Austriak Joseph Schumpeter i socjolog Francuz Gabriel Trade, żyjący w końcu XIX i XX wieku. Schumpeter próbował dociec, jakie są mechanizmy tworzenia nowości i zdefiniował po raz pierwszy pojęcie „innowacji”, które jest czymś wyraźnie innym od wynalazku [5]. Innowacjami stają się tylko wynalazki zastosowane (wdrożone) w życiu gospodarczym i społecznym.

Powiąztał on pojęcie innowacyjności z przedsiębiorczością. Dał odpowiedź na pytanie, gdzie należy szukać źródła dynamiki kapitalizmu, jako prężnego, ale również destrukcyjnego systemu społeczno-ekonomicznego. Według Schumpetera jest nim postać przedsiębiorcy, który nie jest proletariuszem, najczęściej nie jest kapitalistą i rzadko bywa wynalazcą. Kieruje nim pragnienie zmieniania rzeczywistości, co czyni przez umiejętność mobilizowania i organizowania potrzebnych do tego zasobów wiedzy, ludzkiej pracy i kapitału. G. Tarde natomiast doszedł do wniosku, że warunkiem innowacyjności nie jest konkurencja (takie poglądy są wciąż wypowiedane), lecz współpraca, i to szczególnie jej rodzaj, czyli „kooperacja wynikająca ze spotkania mózgów”.

To relacje między ludźmi prowadzą do tworzenia nowej wiedzy, a także stanowią podstawę dla komunikacji społecznej, bez której niemożliwa by była późniejsza faza kopiowania innowacji. Dla zaistnienia takiej współpracy uwzględnić należy także nieekonomiczne czynniki porozumienia. Znane są jeszcze inne uwarunkowania dotyczące innowacyjności. Jednym z nich jest zaistnienie okoliczności, w których wynalazkowi sprzyja struktura społeczna, sprzyjający okres czasu i zewnętrzne uwarunkowania.

Innowacje, którym teoria ekonomii przyznaje wiodącą rolę w kreowaniu wzrostu gospodarczego, stają się we współczesnym świecie coraz ważniejszym przedmiotem badań, a także obiektem praktycznych działań, zmierzających do szerszego ich wykorzystania (komercjalizacji) [1]. Komercjalizacja to nic innego jak udane wdrożenie wynalazku. W wymiarze ekonomicznym innowacja to „każda działalność podejmowana w celu obniżenia kosztów lub zwiększenia sprzedaży i oczywiście lepszego zaadresowania potrzeb klientów” [9]. Dzięki innowacjom firma, region, kraj mogą stać się bardziej konkurencyjne od innych. Innowacja ma jednak jeszcze inny wymiar, odnosi się również do zjawisk



społecznych. Toteż wspomaganie działań innowacyjnych w krajach gospodarczo rozwiniętych znajduje poparcie zarówno sprawujących władzę, przedsiębiorców, jak i powszechne społeczne uznanie. Komisja Europejska do najważniejszych wyzwań w rozwoju cywilizacyjnym naszego kontynentu zaliczyła: edukację, badania naukowe, innowacyjność i przedsiębiorczość [4]. Stają się one warunkiem i stanowią podstawę sprostania wyzwaniom XXI wieku, w którym najważniejszą rzeczą będzie interdyscyplinarna umiejętność rozwoju nowych wyrobów a nie jakość i doskonałość produkcyjna, będące kluczem konkurencyjności lat 80. poprzedniego wieku [3]. Kapitalizm po rewolucji informacyjnej i internetowej przeszedł z fazy przemysłowej do kognitywnej, w której głównym źródłem wartości są właśnie innowacje, czyli wynalazki, które znalazły zastosowanie w różnych sferach życia gospodarczego, społecznego i wytwarzania oraz stosowania wiedzy.

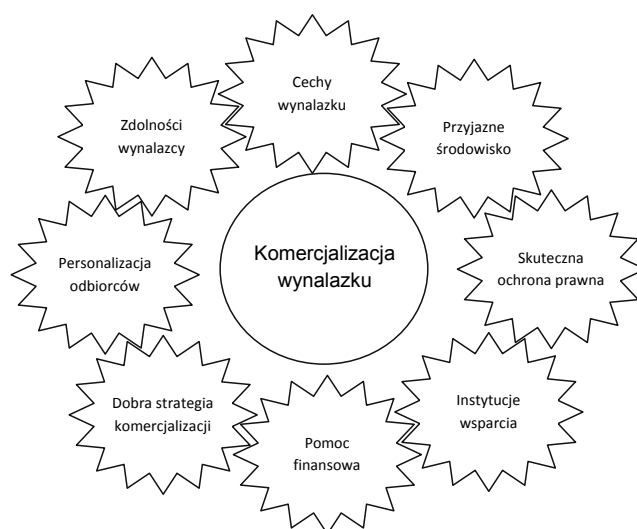
Według autorów pracy [12] „*rezultaty badań naukowych to niejednokrotnie ważne odkrycia przyczyniające się do dalszego rozwoju nauki oraz postępu naukowo-technicznego. Jednak niezwykle ważne jest, aby wyniki badań naukowych były w większym niż dotychczas stopniu wykorzystywane w praktyce gospodarczej i stanowiły podstawę, umożliwiającą wprowadzanie nowych produktów oraz usług na rynek*”. Dlatego też naukowcy nie powinni poprzestawać jedynie na dokonaniu odkrycia lub wynalazku, ale także podejmować wyzwania związane z dalszymi losami ich osiągnięć, na drodze do sukcesu rynkowego. Na tej drodze mają możliwość wyboru spośród następujących, najczęściej stosowanych, strategii komercjalizacji: sprzedaż prawa własności, licencjonowanie, alians strategiczny, wspólne przedsięwzięcie (częściej stosowaną jest angielska nazwa „*joint venture*”) lub samodzielne wdrożenie [6]. Wybór strategii komercjalizacji zależy od złożoności samej technologii, stopnia „nasylenia” technologii wiedzą niejawną oraz od zdolności technologii do generowania wokół siebie nowych pomysłów i wynalazków. W im większym stopniu technologia posiada powyższe cechy, tym chętniej twórcy technologii nie zrywają z nią kontaktu, wybierając samodzielne wdrożenie lub *joint venture* [7].

Pojęcia „odkrycie naukowe” nie należy utożsamiać z wynalazkiem zaś wynalazku z innowacją [9]. Specyficzne dla każdego kraju subtelne problemy przejścia od wynalazku do wdrożenia (stania się innowacją), do dziś nie doczekały się pełniejszych uogólnień, które w pełni odpowiadają definicji teorii. Stworzenie teorii tego procesu, podobnie jak i uczynienia z ekonomii nauki ścisłej załamują się, bo do analizy wkracza konieczność uwzględnienia właściwej ludzkiej nieprzewidywalności. Procesy twórcze, a do takich należy na pewno wynalazczość, a w dużym stopniu również jej komercjalizacja, podobnie jak i inne operacje intelektualne, nie poddają się formalizacji i algorytmizacji. Mogą one jednak być i często już są wspierane korzystaniem z danych zawartych w komputerowych bazach [4]. W artykule przedstawiono zarys wybranych problemów, występujących w procesie komercjalizacji wynalazków, szczególnie powstałych w krajowych wyższych uczelniach i instytutach naukowych, w świetle tworzonych podstaw teorii, oceny stanu wdrażania wynalazków i stawania się innowacjami oraz nowego podejścia do stymulowania rozwoju wynalazczości, jaki tworzy Program Ramowy „Inteligentny Rozwój” na lata 2014-2020.

## PRÓBY TWORZENIA TEORII KOMERCJALIZACJI WYNALAZKÓW

Próby teoretycznego rozpracowania zagadnienia innowacji dokonał B. Fiedor przed 30 laty w pracy „Teoria innowacji” [5]. Próba ta jednak pozostała tylko próbą, ponieważ P.F. Drucker w swojej pracy z 1992 r. kilkanaście lat później podaje: „*Nie potrafimy jeszcze opracować teorii innowacji. Wiemy już jednak dostatecznie wiele, by móc stwierdzić, kiedy, gdzie i jak szuka się w systematyczny sposób okazji do innowacji oraz w jaki sposób ocenia się szanse ich powodzenia oraz ryzyko w przypadku niepowodzenia*” [3]. Jeszcze bardziej krytyczne stanowisko w tej sprawie zajmuje K. Klincewicz. Autor ten w pracy [11] z 2010 r. postawił sobie za cel połączenie teoretycznych modeli procesu innowacji z praktyką, a także dekonstrukcję pewnych potocznych wyobrażeń o transferze technologii. Nie szczędzi w niej słów krytycznych różnym publikacjom, poświęconym transferowi technologii, pisząc o „*naiwnych, podręcznikowych*” wersjach opisu procesu innowacji według scenariusza „od badań do wynalazku i liczenia pieniędzy z jego sprzedaży”. Tymczasem jest „*to scenariusz rzadko (jeśli w ogóle) występujący w praktyce*”. W świetle powyższego wypada skonstatować, że teoretycznego modelu, w pełni wyjaśniającego mechanizm teorii komercjalizacji wynalazku nie ma. Teoria opiera się przecież na określonym modelu, a model zawsze jest jakimś uproszczeniem rzeczywistości. Chodzi w nich raczej o wprowadzenie „*porządku w opisie*” niż o „*dokładność opisu*” [14].

Istniejące modele komercjalizacji wynalazku siłą rzeczy nie ujmują wszystkiego, ale koncentrują na określonych zagadnieniach, np. czynnikach od których zależy proces wdrażania. Przykładem zestawu takich czynników może być model prezentowany przez specjalistów z Giza Polish Ventures na seminarium w Kancelarii Prezydenta RP, 25 kwietnia 2013 [23]. Model ten, we własnym opracowaniu, przedstawiono na rys 1.



**Rys. 1. Model systemowy czynników wpływających na komercjalizację wynalazku.**

**Fig. 1. System model of factors influencing the commercialization of the invention.**

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie [23]



Zgodnie z tym modelem, komercjalizacja rozpoczyna się w zasadzie już w fazie tworzenia koncepcji wynalazku w jego praktycznym kształcie i wiąże się z personalizacją przyszłych odbiorców. Obejmuje wiele różnych czynników zależnych zarówno od samego wynalazcy, jego wynalazku jak i środowiskowego wsparcia w działaniach wdrożeniowych. Wymaga to kompleksowego podejścia do procesu komercjalizacji, które powinno objąć obszar całego łańcucha tworzenia wartości. Najistotniejszym w tym modelu jest warunek kompletności elementów składowych, „*tylko kompletne elementy stworzą sprawny system*”, co pokazano na powyższym modelu w postaci graficznego zazębiania się czynników.

Obecnie dość często funkcjonuje przekonanie, że „*każdy powinien umieć zrobić wszystko*”. Takie przekonanie negatywnie odbija się na efektywności wdrażania wynalazku z racji występujących w tym zakresie barier komercjalizacji [12]:

- ❖ bariery psychologiczne,
- ❖ bariery kompetencyjne,
- ❖ bariery systemowe,
- ❖ bariery ekonomiczne.

Powyższe ograniczenia (bariery) wymagają od wynalazcy dysponowania szeregiem kompetencji profesjonalnych oraz osobistych, składających się na tzw. „zachowanie innowacyjne” [22]. Podkreśla się, że „*zachowanie innowacyjne mieści w sobie nie tylko aktywność związaną stricte z kreowaniem idei, ale także służącą jej promowaniu*”. W tym ujęciu innowacyjne zachowanie stanowi wieloetapowy proces, w którego ramach wynalazca rozpoznaje problem, a następnie generuje nowe (nowatorskie lub zaadoptowane) pomysły i rozwiązania, dokonuje ich promowania oraz buduje wsparcie dla ich realizacji, a następnie opracowuje model ich wykorzystania z korzyścią dla organizacji. O ile inicjatywa stanowi etap początkowy i warunek rozpoczęcia procesu innowacyjnego, a kreatywność daje podstawy do pojawiania się pomysłów nowych, oryginalnych, użytecznych, o tyle umiejętność komercjalizacji własnego pomysłu jest niezbędna dla jego kontynuacji i pomyślnego sukcesu rynkowego. Podstawowe aspekty w tym zakresie to [8]:

1. *myślenie kategoriami klienta*. Przedsiębiorcę cechuje inne spojrzenie na innowacje niż pracownika naukowego. Dla przedsiębiorcy innowacja nie jest celem samym w sobie, ale produktem, który daje szansę na osiągnięcie zysku. Wynalazca musi być więc „*mentalnym przedsiębiorcą*”,
2. *podejście systemowe*. Oznacza ono całościowe spojrzenie na proces powstawania wynalazku. Wzorcem w tym względzie mogą być sprawdzone w biznesie metodyki postępowania opisujące procedurę komercjalizacji innowacji. Wymienia się tu takie modele postępowania jak: UNIDO, Jolly’ego lub Stage-Gate.

Przykładowo procedura wg modelu Jolly’ego obejmuje pięć głównych etapów działań [8]:

1. *Kryształizacja idei* (zebranie informacji, zbadanie możliwości oraz potencjalnej wyjątkowości wynalazku, produktu, usługi, technologii).

2. *Inkubacja idei* (analiza potencjału komercjalizacyjnego, możliwości rozwojowych, weryfikacji praw własności, pozyskania dofinansowania, itp.).
3. *Demonstracja idei* (przygotowanie wersji finalnej podmiotu komercjalizacji).
4. *Promocja idei* (demonstracja wersji finalnej podmiotu komercjalizacji).
5. *Utrzymanie idei* (dalszy rozwój i utrzymanie produktu na rynku).

Niezależnie jednak od modelu postępowania wynalazczego, trzeba mieć na uwadze, komu dany wynalazek ma przynieść korzyści, czyli jaka jest jego „*moc komercyjna*”? Zmiany w sposobie widzenia innowacji i działalności innowacyjnej przedsiębiorstw wprowadziła w Polsce transformacja systemowa. Na pierwszy plan wysunął się aspekt ekonomiczny traktowania innowacji, a na dalszy plan zszedł aspekt techniczny. Jeżeli korzyści te nie są wyraźnie zdefiniowane ani dla producenta ani dla użytkownika, to można przewidywać nikły sukces rynkowy, ze względu na małą moc komercyjną danego wynalazku (innowacji) [2].

Definiując pojęcie innowacji, zwykle zakłada (przyjmuje) się, że stanowi ona nowość przynajmniej dla danej firmy. Z drugiej strony, z innowacją kojarzony jest produkt zupełnie nowy, wcześniej niewykorzystywany, który zmienia cały rynek i sposób życia konsumentów. W rzeczywistości jednak takie innowacje, nazywane przełomowymi czy radykalnymi, mają niewielki udział w ogólnej liczbie innowacji [2]. Rodzaje wynalazków ze względu na ich moc komercyjną przedstawiono w tab. 1.

**Tabela 1. Rodzaje wynalazków ze względu na ich moc komercyjną**

**Table 1. Types of inventions on account of their commercial power**

| Rodzaj wynalazku      | – przełomowy   | – podtrzymujący  | – wydajnościowy  |
|-----------------------|--|--|--|
| Praca                 | Kreuje   | Ograniczony wpływ  | Redukuje   |
| Kapitał               | Zużywa   | Ograniczony wpływ  | Uwalnia  |
| Korzyści z inwestycji | Wielokrotny zwrot z inwestycji w długim terminie, małe szanse na sukces w krótkim terminie | Malejące korzyści – postęp sprzedaży przedza potrzeby klientów, zagrożenie kanibalizacją rynku | Efekty skali, wyższe marże dzięki niższemu kosztom, poprawa wskaźników finansowych |

**Źródło:** Christensen C.M. [2]

Radykalnym („*przełomowym*”) określa się taki wynalazek, który znacząco wpływa na rynek i działające na nim przedsiębiorstwa. Podkreślany jest tutaj nie tyle aspekt nowości, co skutki wprowadzenia takiej innowacji. Wynalazek określany, jako „*podtrzymujący*” związany jest z dotychczasową technologią, ale zwiększa użyteczność dla odbiorców. Wynalazek „*wydajnościowy*” natomiast dotyczy głównie zmian w technologii. Dlatego dla wynalazcy ważne powinno być rozpoznawanie, z którą grupą ma do czynienia

i odpowiednie do tego dostosowywanie swojej strategii postępowania. W pracy tej podkreślone jest jednak, że „wszystkie metody planowania wdrożenia wynalazku z powodzeniem sprawdzają się w przypadku zmian kontynuacyjnych. Znacznie rzadziej i prawie niemożliwe jest to w przypadku wynalazków „przełomowych”. Wdrażanie wynalazku, jak widać nie jest sprawą prostą. Obejmuje wiele złożonych, a zarazem trudnych działań.

Efektom najbardziej oczekiwanym i pożądanym przez przedsiębiorców jest komercjalizacja danego wynalazku w postaci technologii [7]. Komercjalizację technologii można określić, jako proces zasilania rynku nowymi technologiami. Obejmuje ona wszelkiego rodzaju formy dyfuzji innowacji oraz edukacji technicznej. W szerokim znaczeniu pojęciem *komercjalizacja technologii* określa się całokształt działań, związanych z przenoszeniem danej wiedzy technicznej lub organizacyjnej i związanego z nią *know-how* do praktyki gospodarczej [6]. Szczególnie przydatne są tu doświadczenia praktyczne i wcześniejsze sukcesy z wdrażaniem swoich pomysłów [7].

## STAN I PRÓBY OCENY KOMERCJALIZACJI BADAŃ NAUKOWYCH

Jak wynika z nowego raportu Urzędu Patentowego RP (UP), w całej Polsce przybywa zgłoszeń wynalazków i wzorów użytkowych, zwłaszcza tych pochodzących ze sfery nauki [18]. W 2012 roku z sektora nauki było ich 2210 na ogólną liczbę 5351 zgłoszeń wynalazków i wzorów użytkowych, pochodzących od instytucji i ośrodków krajowych. Dla porównania w 2011 r. było ich o ponad pół tysiąca mniej (533), a jeszcze rok wcześniej – o 1269. Według słów prezesa UP, dr Alicji Adamczak, „w stosunku do liczby zainwestowanych pieniędzy jesteśmy rewelacyjni”. Jednocześnie jednak uzupełnia tę myśl: „te wyniki, dające fantastyczny obraz Polski w skali świata, są jednak niewystarczające, by dobrze ocenić stan innowacyjności polskiej gospodarki. O innowacyjności gospodarki świadczy bowiem skala wdrożeń innowacji do przemysłu, która w Polsce pozostaje bardzo niska [18].

Na tym polu zawsze wypadaliśmy słabo. W Polsce w latach siedemdziesiątych i późniejszych ubiegłego wieku, tylko kilka procent z ogólnej liczby zgłaszanych wynalazków było wdrażanych do produkcji przemysłowej, co w ówczesnych warunkach nie zawsze oznaczało ich komercjalizację w dzisiejszym jej znaczeniu (z danych Urzędu Patentowego). Z publikowanych raportów nt. innowacyjności w UE wynika, że sytuacja nie uległa większym zmianom, mimo upływu lat i radykalnych przemian społecznych [10]. Przypomnieć należy, że w Polsce dotychczas nie zrealizowano sugestii ekspertów OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) organu ONZ, doradzających „włączenie w krajach postkomunistycznych kadry i środków obecnych akademii nauk oraz instytutów badawczych do szkół wyższych lub wprost do przemysłu”, ponieważ „obecne rozdzielanie tego wysokiego potencjału badawczego odgrywa rolę niszczącą dla nauki i szkolnictwa wyższego kraju”.

W badaniach obrazujących innowacyjność krajów UE Polska wciąż zajmuje niską pozycję. W unijnym rankingu innowacyjności z 2012 r. zajęła miejsce 24. na 27 możliwych,

wyprzedzając jedynie Łotwę, Rumunię i Bułgarię. Oceniana w tym rankingu wartość SII (syntetycznego indeksu innowacyjności) wynosiła dla nas zaledwie 0,270, przy średniej UE równej 0,544” [18]. Według rankingu pn. *Innovation Union Scoreboard* Polska należy do grupy państw określonych, jako „skromni innowatorzy”, osiągając wynik ponad dwukrotnie gorszy niż średnia europejska [10].

Źródła tego stanu rzeczy w Polsce, w tym historyczne, są znane. Znane są również przykłady krajów, które potrafiły w historycznie krótkim okresie osiągnąć imponujący wzrost innowacyjności, a przez to rozwoju gospodarczego. Poprawę istniejącego stanu można łatwiej osiągać, wykorzystując sprawdzone tam drogi postępowania. Nowe regulacje i działania, rokujące poprawę obecnego stanu, przewidziane w wymienionym Programie Ramowym „Inteligentny Rozwój” na lata 2014-2020, są tym razem ukierunkowane na wsparcie badań naukowych i wdrożeń wynalazków, m. in. poprzez ułatwienie w zdobywaniu finansowania dla firm, które wprowadzają u siebie wynalazki. Stanowi to potwierdzenie wspomnianej roli przedsiębiorcy w procesie nieustannej innowacyjności gospodarki kapitalistycznej.

Komercjalizacja wyników badań naukowych może odbywać się drogą sprzedaży swojego pomysłu organizacjom gospodarczym, bądź tworzenia własnej firmy przez autorów wynalazku. Ta druga droga jest relatywnie korzystniejsza, gdyż autor wynalazku dysponuje wiedzą *know-how*, niezbędną do szybkiej realizacji projektu i dzięki temu może łatwiej pokonywać trudności związane z przejściem od technologii w skali laboratoryjnej do skali produkcyjnej. Jednak, jak wskazują przykłady, wielu naukowców, nie tylko uczelnianych, ale także pracowników naukowych instytutów badawczych, ucieka od komercjalizacji w formie tworzenia własnej firmy, obawiając się trudności związanych z prowadzeniem biznesu (finanse, księgowość, marketing, kontakty z klientami itd.) [12]. W tych przypadkach rozwiązaniem może być komercjalizacja wynalazku przez wyodrębnioną instytucję jaką jest centrum transferu technologii lub park technologiczny.

Sprawny proces komercjalizacji, w jego najbardziej klasycznej formie, tj. sprzedaży przez placówki sektora B+R wyników badań przedsiębiorstwom, wymaga współpracy co najmniej dwóch partnerów, tych właśnie jednostek naukowych oraz firm. Jednakże dla uzyskania większej efektywności (takie jest założenie), często występuje również trzeci partner – swego rodzaju pośrednik. Jest to tzw. „instytucja pomostowa”, którą może być np.: centrum transferu technologii, akademicki inkubator przedsiębiorczości, bądź park technologiczny. Instytucje te są zarządzane przez wykwalifikowanych specjalistów, a ich jednym z naczelnych zadań jest zapewnianie warunków do komercjalizacji innowacyjnych przedsięwzięć tworzonych w nauce [8]. Z Raportu NIK, dotyczącego wdrażania wynalazków przez te instytucje w latach 2010-2012 wynika jednak, że nie spełniają one pokładanych nadziei. Większość centrów transferu technologii nie realizowała zadań statutowych, tj. sprzedaży lub nieodpłatnego przekazywania wyników badań i prac rozwojowych do gospodarki; nie udzielały też twórcom rezultatów badań wsparcia w poszukiwaniu przedsiębiorców zainteresowanych wdrożeniem ich w gospodarce. Wg zarządzających tymi jednostkami działalność tę utrudniają [2]:

- wysokie koszty opracowania i wdrożenia innowacji, przekraczające możliwości kapitałowe przedsiębiorców,
- konieczność uiszczenia podatku VAT w momencie wnoszenia aportu rzeczowego do spółki (także utworzone przez uczelnie), a nie w momencie wyjścia ze spółki,
- wysoki stopień ryzyka wdrożenia innowacji produkcyjnej przez firmy,
- brak odpowiednio wykwalifikowanej kadry w firmach,
- podejście odtworzeniowe przedsiębiorców, polegające na powielaniu pomysłów funkcjonujących już na rynku,
- brak wiedzy wśród sektora B+R na temat potrzeb rynkowych firm,
- ukierunkowanie aktywności pracowników naukowych na działalność dydaktyczną,
- niedostateczna informacja o ofercie jednostek naukowych i badawczych,
- rozbudowana struktura organizacyjna uczelni, powodująca wydłużenie procesu decyzyjnego przy procesie komercjalizacji technologii,
- nieufność środowiska naukowego wobec przedsiębiorców.

Autorzy niniejszego artykułu do wymienionych powodów uważają za stosowne dodać brak odpowiednich bodźców materialnych dla twórców wynalazków i istniejące prawa do własności patentów. Skutkuje to nikłym zaangażowaniem twórców w procesie akwizycji i wdrożenia wynalazku. Ponadto niewielki jest wpływ osiągnięć uzyskiwanych na tym polu na wzrost dorobku (stopnie i tytuły naukowe). Do najważniejszych działań, które umożliwią znaczący wzrost innowacyjności, należy zaliczyć te, które wywołają zapotrzebowanie na wynalazki w przedsiębiorstwach i całej gospodarce narodowej. Znajduje to już swój wyraz we wdrażanym Programie Operacyjnym „Inteligentny Rozwój” na lata 2014-2020.

## KOMERCJALIZACJA WYNALAZKÓW WEDŁUG PROGRAMÓW OPERACYJNYCH

Problemem Polski nie jest brak kreatywnych ludzi, którzy mają pomysły, lecz brak odpowiednich środków finansowych na wdrożenie ich pomysłów, wiedzy i doświadczenia w życie. Konieczność przełamania narosłej latami niewiary w realną szansę uzyskania na tej drodze odpowiednich korzyści materialnych i satysfakcji zawodowej nie tylko twórców, ale również innych uczestników procesu. Ograniczając problem tylko do środków finansowych na wynalazki rokujące pomyślność komercyjną można stwierdzić, że są one niezbędne na pokrycie kosztów: (1) ochrony patentowej, (2) wytworzenia prototypu oraz (3) uruchomienia produkcji rynkowej. Kapitału tego brakuje nie tylko u samego wynalazcy, ale często też u potencjalnych producentów, stąd też często potrzebny jest czwarty partner, czyli jakaś instytucja finansująca. Szansą w tym zakresie mają być pieniądze pochodzące

z różnych źródeł i programów operacyjnych. Możliwe źródła finansowania wynalazku na różnych etapach projektu jego komercjalizacji pokazano w tab. 2 [12].

**Tabela 2. Możliwości finansowania procesu wdrażania wynalazków**

**Table 2. Possibilities of financing of the implementation process of inventions**

| Etap rozwoju projektu                  | Typowe źródła finansowania  |
|--|---|
| Etap badań i rozwoju                   | Źródła związane ze wsparciem publicznym, w tym m.in. 7 Program Ramowy, PO IG, RPO. Środki własne firmy.   |
| Etap wdrożenia i wprowadzania na rynek | Źródła związane ze wsparciem publicznym (PARP, MNiSW, NCBiR). Dla firm posiadających zdolność kredytową: kredyt technologiczny, kredyt bankowy, pożyczka na innowacje. Środki własne firmy. |
| Rozwój sprzedaży                       | Instrumenty kapitałowe: fundusze venture capital, aniołowie biznesu, New Connect, rynek regulowany. Finansowanie z banku. Środki własne firmy.  |

**Źródło:** Pr. zbiorowa [12]

Program Operacyjny stanowi zbiór projektów zgłaszanych w drodze konkursu przez organizacje naukowe oraz przedsiębiorstwa, które są podporządkowane realizacji wspólnego celu istotnego dla wzrostu innowacyjności gospodarki. Warunkiem uzyskania dofinansowania ze środków publicznych, według ściśle określonych zasad, jest wdrożenie projektu do praktycznej realizacji, a więc jego komercjalizacja z udziałem przedsiębiorstw [10].

Polska już od momentu podpisania układu stowarzyszeniowego z Unią Europejską w 1991 r. może korzystać i korzysta z pomocy (w większości bezzwrotnej) w postaci funduszy i dopłat w ramach specjalnych programów. W ramach tego wsparcia istnieje kilkadziesiąt różnych programów operacyjnych nakierowanych na poszczególne grupy społeczne, dziedziny gospodarki, klasy przemysłu, instytucje rządowe, samorządowe i prywatne [13].

Zdobycie finansowania zewnętrznego dla realizacji projektu komercjalizacji nowych rozwiązań technicznych jest generalnie zadaniem trudnym i wymagającym znacznego zaangażowania ze strony podmiotu wdrażającego dane rozwiązanie [12]. Koniecznym jest przełamanie nieufności dostawców kapitału. Projekty komercjalizacji postrzegane są, bowiem jako „niewygodne” dla potencjalnych źródeł finansowania. Nowa Minister MNiSzW, prof. L. Kolarska-Bobińska, na swej pierwszej konferencji prasowej powiedziała, że... *jednym z najważniejszych obecnie zadań ministerstwa jest wypracowanie systemu, który pozwoli efektywnie wykorzystywać fundusze z UE w nauce. Program ten nazwany jest „Innowacyjna nauka – Innowacyjna gospodarka”. Możemy sięgnąć po duże środki, ale jednym z warunków jest współpraca i współdziałanie trzech środowisk: nauki, przedsiębiorstw i administracji państwowej. Podkreśliła „Pieniądze z UE mogą uczynić gospodarkę innowacyjną, ale konieczne jest wyrobienie tej współpracy”.*



W dniu 15 stycznia 2013 r., Rada Ministrów przyjęła Założenia Umowy Partnerstwa, wyznaczające kierunki interwencji ze środków Unii Europejskiej w kolejnej perspektywie finansowej, w tym liczbę i zakres programów operacyjnych przewidzianych do realizacji w latach 2014-2020. Jednym z nich jest krajowy program operacyjny noszący nazwę *Program Operacyjny Inteligentny Rozwój*, 2014-2020 (dalej: PO IR). Punktem wyjścia dla określenia zakresu interwencji PO IR są doświadczenia wynikające z realizacji Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, 2007-2013 [16]. Daje się tu zauważyć wyraźną zmianę w filozofii podejścia do wspomagania finansowania wyników nadań naukowych – rys. 2.

O ile w dotychczasowym programie pomoc była skierowana bardziej w kierunku kreowania wynalazków i ich „wypychania” do przedsiębiorstw, to w nowym (na lata 2014-2020) pomoc finansowa skierowana do przedsiębiorstw ma wymuszać „ssanie” od nauki tych wynalazków. Takie jest zasadnicze założenie, w jakim stopniu to się sprawdzi – czas pokaże.

W porównaniu do dotychczas oferowanego wsparcia w obszarze innowacyjności, w ramach PO IR planowane jest położenie większego nacisku na współpracę sektorów nauki i biznesu. Jednym z kluczowych czynników decydujących o pozyskaniu dotacji przez daną jednostkę gospodarczą jest współpraca z innymi jednostkami. Powodzenie wdrożenia nowoczesnych technologii w firmie może okazać się zależne od współpracy np. z **jednostkami naukowymi**. W przypadku zaawansowanych projektów praca bez pomocy naukowców może okazać się zwyczajnym marnowaniem czasu.

POIR to program, który zyska niemal 1 mld euro. Po wejściu nowych środków na ten program mają wynosić 8,6 mld euro. Najważniejszymi beneficjentami POIR będą w szczególności małe i średnie przedsiębiorstwa oraz jednostki naukowe, a także klastry i instytucje otoczenia biznesu [17]. W związku z powyższym preferowane będą projekty badawcze, charakteryzujące się wysokim potencjałem w zakresie komercjalizacji. W tym kontekście szczególnie istotne

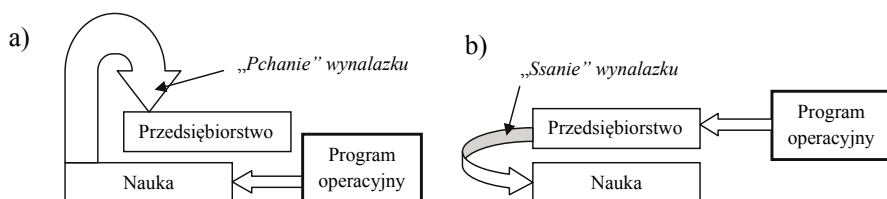
staje się stworzenie mechanizmów angażujących przedsiębiorstwa w prowadzenie prac B+R, samodzielnie lub wspólnie z jednostkami naukowymi i innymi przedsiębiorstwami. W perspektywie 2007-2013 skala finansowania infrastruktury sektora nauki, w tym szkół wyższych, była na tyle duża, że w kolejnych latach tego typu projekty nie powinny mieć priorytetowego znaczenia. Dlatego też w PO IR nacisk położony zostanie na wykorzystanie istniejących zasobów oraz konsolidację potencjału jednostek naukowych w ramach sieci powiązań i wspólnych projektów [17].

Celem głównym PO IR będzie wspieranie innowacyjności i konkurencyjności polskiej gospodarki, wyrażające się głównie zwiększeniem nakładów prywatnych na B+R, w szczególności poprzez: (1) wsparcie przedsiębiorstw w obszarach innowacyjności i działalności badawczo-rozwojowej, (2) podniesienie jakości i interdyscyplinarności badań naukowych oraz (3) zwiększenie stopnia komercjalizacji badań naukowych.

Podstawowym elementem PO IR będą instrumenty wsparcia skierowane do przedsiębiorstw w celu podjęcia przez nie działalności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej. Ze względu na potrzebę stymulowania transferu wiedzy z sektora publicznego do gospodarki, w PO IR zastosowane zostaną rozwiązania, promujące współpracę sektora nauki z przedsiębiorcami. Hasło przewodnie programu to: wsparcie projektów od pomysłu do rynku. Założeniem PO IR jest wsparcie realizacji całego procesu powstawania innowacji: od fazy tworzenia się pomysłu, poprzez etap prac badawczo-rozwojowych, przygotowanie prototypu, aż po komercjalizację wyników badań [16].

PO IR zakłada silne ukierunkowanie tematyczne wspieranych projektów na obszary określone, jako tzw. *inteligentne specjalizacje*, które zostaną opisane we właściwych krajowych i regionalnych dokumentach strategicznych. Koncepcja inteligentnej specjalizacji jest oparta na założeniu, że kraj lub region może zbudować swoją przewagę konkurencyjną w oparciu o unikalne, specyficzne dla danego terytorium potencjały. Inteligentna specjalizacja cechuje się

występowaniem wspólnego potencjału w nauce i gospodarce, który wpisuje się w nisze rynkowe i którego doskonalenie staje się ambicją kraju lub regionu. Obszary określone, jako „inteligentne” powinny generować wyjątkową wartość dodaną oraz oddziaływać na inne sektory gospodarki. Koncepcja inteligentnej specjalizacji jest nowym podejściem do stymulowania współpracy pomiędzy biznesem i sektorem nauki w celu dokonania transformacji społeczno-gospodarczej. Ponadto, koncepcja ta wymaga określenia przewag konkurencyjnych kraju/regionu w odniesieniu do szeroko rozumianego otoczenia [16].



**Rys. 2. Zmiana oddziaływania programów operacyjnych na komercjalizację wynalazków naukowych:**

- istota Programu Operacyjnego „Innowacyjna Gospodarka”, lata 2007-2013,
- istota Programu Operacyjnego „Inteligentny Rozwój”, lata 2014-2020.

**Fig. 2. Change of the influence of operational programmes on the commercialization of academic inventions:**

- essence of the operational programme „Innovative Economy”, 2007-2013 is flying,
- essence of the operational programme „Intelligent Development”, 2014-2020 is flying.

Źródło: Opracowanie własne



## PODSUMOWANIE

Zamiarem każdego wynalazcy, a zwłaszcza pracującego w obszarze badań naukowych, jest to, żeby jego wynalazek miał swoje zastosowanie w praktyce. Dla wielu jednak zamiar ten pozostaje tylko niespełnionym marzeniem. Wpływa na to wiele czynników – rys. 3.



Rys. 3. Czynniki określające możliwości komercjalizacji wynalazku.

Fig. 3. Factors determining abilities of the commercialization of the invention.

Źródło: Opracowanie własne

Autorzy wyrażają pogląd o potrzebie łączenia w jeden system możliwości, jakie daje nauka, doświadczenie i instytucje finansowe. Komerccjalizacja będzie znikoma, jeśli tych trzech obszarów nie zintegruje się w praktycznym działaniu. Integracja, w jej podstawowym znaczeniu, to łączenie. Integracja jednak to nie tylko łączenie, to także świadomość tego, co łączy i co dzieli. Każdy ma swoją odrębność, ale coś je również spaja ze sobą (współzależność i współdziałanie). Rozumienie tego jest sztuką, która zwiększa szanse zamiany „szarych na złote”. Nie każdy naukowiec jednak może być na tym polu mistrzem, bowiem jak wskazuje praktyka [23] „Wynalazca to często genialny umysł znakomicie poruszający się w świecie swojej materii, ale zupełnie nieporadny w życiu codziennym: procedur uczelnianych, prawie spółek handlowych, podatkach, ekonomii, rynku, cenach i konkurencji. I nie oczekujemy od niego, że pewnego dnia zostanie sprawnym przedsiębiorcą”.

## LITERATURA

- [1] BIAŁEK A., PIOTROWIAK T. 2013. Jak wygląda proces badawczy wdrażanie wynalazków do produkcji w firmie Toshiba? [dostęp 30.12.2013]. <http://kwasnicki.prawo.uni.wroc.pl/pliki/BialekPiotrowiakToshiba%20innowacje.pdf>
- [2] CHRISTENSEN C.M. 2010. Przełomowe innowacje. Wyd. PWN.
- [3] DRUCKER P.F. 1992. Innowacje i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady, PWE, Warszawa.
- [4] DUTKIEWICZ D., SŁOWIŃSKI B. 2013. *Systemowa integracja zróżnicowania surowców, maszyn i aparatów przemysłu spożywczego*. Postępy Techniki Przemysłowej Spożywczego. Nr 2/2013 s. 121-125.
- [5] FIEDOR B. 1979. Teoria innowacji. Wyd. PWN, Warszawa.
- [6] GŁODEK P. 2014. w „Innowacje i transfer technologii – słownik pojęć”. PARP, Warszawa 2005. <http://totalizm.wordpress.com> [dostęp 5.01.2014].
- [7] GÓRAK K.: Strategie komercjalizacji technologii. ConsulTriX [www.parp.gov.pl](http://www.parp.gov.pl)
- [8] HOŁUB-IWAN J. 2013. Metody komercjalizacji innowacji jako narzędzie do projektowania usług parków technologicznych [dostęp 20.12.2013]. [www.pi.gov.pl/.../ BENCHMARKING\\_PARKOW\\_konferencja\\_5\\_prezJH](http://www.pi.gov.pl/.../ BENCHMARKING_PARKOW_konferencja_5_prezJH)
- [9] Innowacje – co to jest? (Praca zb. red. PARTEKA T., KASPRZAK P.) Wyd. Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego, Gdańsk 2006.
- [10] Innovation Union Scoreboard 2013. European Commission.
- [11] KLINCEWICZ K. 2010. Zarządzanie technologiami. Przypadek niebieskiego lasera. Wyd. Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- [12] Komerccjalizacja wyników badań naukowych. Praktyczny poradnik dla naukowców. Praca zb. pod red. nauk. ŁOBEJKO S., SOSNOWSKA A. Wyd. Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie, 2013.
- [13] KOZIOŁ K. 2003. Wspieranie innowacyjności polskich przedsiębiorstw przemysłowych na podstawie programów Unii Europejskiej. (w) Nowe tendencje w zarządzaniu wartością przedsiębiorstwa. Aktualny stan i perspektywy rozwojowe. Pr. zb. pod red. E. Urbańczaka, Wyd. KREOS Szczecin.
- [14] KUNC B.R. 2012. Funkcje nauki. Wydawnictwo PTM. Warszawa.
- [15] NIEDZIELSKI P., RYCHLIK K. 2006. Innowacje i Kreatywność. Wyd. U Sz. Szczecin.
- [16] Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości <http://poig.parp.gov.pl/index/index/1977>
- [17] Portal Funduszy Europejskich [https://www.poig.gov.pl/2014\\_2020/konsultacje/asp](https://www.poig.gov.pl/2014_2020/konsultacje/asp)
- [18] Raport roczny Urzędu Patentowego RP za rok 2012.
- [19] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 17 września 2010 w sprawie szczegółowego trybu realizacji zadań Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Dz. U. Nr. 178, poz. 1200.
- [20] SCHUMPETER J.A. 1960. Teoria rozwoju gospodarczego. Wyd. PWN, Warszawa.
- [21] Wdrażanie innowacji przez szkoły wyższe i parki technologiczne. Raport NIK: LBI-4101-08-00/2012 Nr ewid. 172/2012/P12128/LBI 7.06.2013.
- [22] WOJTCZUK-TUREK A. 2010. *Organizacyjne i kompetencyjne predyktory zachowań innowacyjnych – analizy empiryczne*. Współczesne Zarządzanie nr 4/2010 s. 95-106.
- [23] Zrozumieć wynalazcę – wirtualna podróż z naukowcem planującym założyć spin off. Seminarium eksperckie Kancelarii Prezydenta RP, 2013-04-25 [www.gpventures.pl](http://www.gpventures.pl)

Dr inż. Dorota DEC  
Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

## WPŁYW DZIAŁALNOŚCI ROLNICZEJ NA WYSTĘPOWANIE BAKTERII I AZOTANÓW (III) I (V) W WODACH STUDZIENNYCH®

The impact of agricultural in presence of bacteria and nitrate (III)  
and (V) in well water®

**Słowa kluczowe:** bakterie psychro i mezofilne, stężenie azotanów, woda studzienna, rolnictwo.

*Zaprezentowane w artykule badania dotyczyły określenia powiązań działalności rolniczej z ilością bakterii psychro i mezofilnych oraz zawartości stężeń azotanów (III) i (V) w 15 studniach przydomowych, we wsi Kolnica (powiat Augustów), podczas kolejnych kwartałów roku. Stwierdzono iż maksymalna liczba kolonii bakterii wystąpiła w sierpniu i październiku, zaś stężenia azotanów były najwyższe w styczniu. Nie zanotowano żadnych zależności między głębokością studni a ilością bakterii i stężeniami azotanów. Główny wpływ na ilość bakterii w studniach miała pora roku.*

**Key words:** psychro and mesophilic bacteria, the concentration of nitrate, well water, agriculture.

*The study focused on establishing links with the agricultural activities of psychro and mesophilic bacteria and the content of nitrate concentrations (III) and (V) in 15 domestic wells in the village Kolnica (district Augustow), during the following quarters. was found that the maximum number of colonies of bacteria occurred in August and October, and nitrate concentrations were highest in January. There was no relation between the depth of the wells and the amount of bacteria and nitrate concentrations. The main influence on the amount of bacteria in the wells was the time of year.*

### WSTĘP

Przez intensyfikację rolnictwa (osiągnięcie jak najwyższych plonów w jak najkrótszym czasie) wzrósł poziom nawożenia składnikami zawierającymi duże ilości związków azotowych [2, 4, 5, 7]. Związki te, częściowo nie wykorzystane przez rośliny w okresie wegetacji, przechodzą w głąb profilu glebowego i dostają się do wód gruntowych, lub spływają z opadami do wód powierzchniowych.

Związki azotowe (azotany i azotyny) wpływają negatywnie na zdrowie ludzi i zwierząt. Azot po dostaniu się do gleby bierze udział w wielu reakcjach. Najważniejsze z nich to reakcje amonifikacji i nityfikacji. Powstają wtedy związki  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NO}_3^-$ , które są łatwo dostępne dla roślin. Jeżeli jednak nie zostaną szybko pobrane przez rośliny ( $\text{NO}_3^-$ ) oraz zaabsorbowane przez kompleks glebowy ( $\text{NH}_4^+$ ), są w bardzo łatwy sposób wymywane do wód gruntowych [18]. Intensywne opady powodujące duże uwilgotnienie gleby i silne mrozy, są przyczyną zmniejszenia ilości tlenu w glebie przez co mają wpływ na przekształcanie się azotanów w dużo bardziej szkodliwe azotyny (denitryfikacja) [6, 11]. Od 2001 roku Stacje Sanitarno Epidemiologiczne nie mają obowiązku sprawdzać czystości wód studziennych. Użytkownicy przydomowych studni zazwyczaj sami określają jakość wody do picia jedynie na podstawie odczuć smakowych i zapachowych, bez badań sanitarnych, co może mieć wpływ na ich zdrowie oraz zdrowie zwierząt gospodarskich.

Zanieczyszczenia wód spowodowane działalnością rolniczą podzielono na dwie grupy: punktowe i obszarowe

[1, 2]. Nawozy organiczne i mineralne wykorzystywane na użytkach rolnych, erozja gleby, spływy powierzchniowe oraz opady atmosferyczne powodują zanieczyszczenia obszarowe w rolnictwie [7]. Materia organiczna oraz nawozy z pól dostając się do cieków osiągają dużą koncentrację w wodzie płynącej [20]. Zanieczyszczenia punktowe z obszarów wiejskich pochodzą przede wszystkim z produkcji zwierzęcej. Zaliczamy do nich zanieczyszczenia:

- z przyzmi obornikowych, zabudowań gospodarskich, zbiorników przeznaczonych na gnojowicę i gnojówkę,
- z przyzmi i silosów na kiszonkę,
- z przetwórstwa rolnego: osady ściekowe i nieczystości płynne,
- z działalności bytowej: wiejskie wysypiska śmieci, szamba i ścieki bytowe [8, 15].

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących występowania bakterii (psychro i mezofilnych) oraz stężeń azotanów (V) i (III) w wodach studziennych, w zależności od terminu pomiaru, głębokości studni, odległości od budynków inwentarskich oraz odległości od szamb i pól uprawnych.**

### METODYKA BADAŃ

Badania wód studziennych przeprowadzono w 2012 roku w miejscowości Kolnica znajdującej się na terenie gminy Augustów (północno-wschodnia część Polski na skraju

województwa podlaskiego) na tak zwanej Równinie Augustowskiej. Gmina ta ma powierzchnię 226,5 km<sup>2</sup>, z czego znaczną część, (około 32%) zajmują lasy. Jest gminą wiejską o małym stopniu uprzemysłowienia. Głównymi gałęziami gospodarki są leśnictwo i rolnictwo. Liczy 35 miejscowości, w których znajduje się 1114 indywidualnych gospodarstw rolnych. Zamieszkała jest przez około 6,6 tys. osób. Prawie cała gmina jest zwodociągowana, ale część ludności korzysta z wód studziennych. Gospodarstwa w miejscowości Kolnica podłączone są do sieci wodociągowej. Prawie połowa gospodarstw nie korzysta ze studni przydomowych, jednak część studni jest wykorzystywana ze względów ekonomicznych. Pozwala to na zaoszczędzenie środków w produkcji zwierzęcej. Gmina charakteryzuje się równinnym ukształtowaniem terenu z nielicznymi wzniesieniami i pagórkami. Gleby w strukturze bonitacyjnej użytków rolnych dominujących na tym obszarze zalicza się do klasy III i IV (ok. 71,4% powierzchni gminy). Potencjał plonotwórczy jest tu średni [21, 22].

Wodę studzienną do badań pobierano z 15 studni przydomowych gospodarstw rolniczych. Poboru wody dokonywano czterokrotnie, w cyklach raz na kwartał (styczeń, kwiecień, sierpień, październik). Podczas poboru wody wykonywano pomiary: głębokości studni, temperatury wody oraz odległości od studni obiektów znajdujących się w gospodarstwie mających wpływ na zanieczyszczenia wody studziennej (obory/chlewni, płyty gnojowej, szamb). Mierzono również odległość studni od najbliższych pól. Przeprowadzono krótkie wywiady z gospodarzami w celu uzyskania informacji o obsadzie zwierząt, rodzaju nawożenia oraz sposobie użytkowania studni.

W wodach studziennych dokonano pomiarów mikrobiologicznych w celu określenia poziomu bakterii psychrofilnych i mezofilnych jak również zbadano stężenia azotanów (III) i (V).

Posiew bakterii wykonywano metodą zalewową (PN-EN ISO 6222:2004) na podłożu stałym, którym był agar wzbogacony. Płytki z posiewami inkubowano w temp. 22°C przez 72h w celu hodowli bakterii psychrofilnych i w temp. 36°C przez 48h w celu hodowli bakterii mezofilnych. Wyniki podano w jednostkach tworzących kolonie (jtk) w 1cm<sup>3</sup> wody. Oznaczenia stężeń azotanów (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), azotynów (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) wód studziennych przeprowadzono metodą przepływowo-wstrzykową (FIA) w zakresie (UV-VIS) z wykorzystaniem analizatora firmy Hach Lange-Lachat QuikChem 8500. Zmierzono przewodność właściwą ( $EC_{25}$ ) konduktometrem, pH – pHmetrem oraz dokonano pomiaru temperatury wody studziennej. W czasie badań były również wykonywane obserwacje meteorologiczne, dotyczące między innymi temperatury powietrza w dniu pobierania próbek oraz sumy miesięcznych opadów atmosferycznych. Dokonano obliczeń współczynnika korelacji w celu wykazania zależności między występowaniem bakterii psychro i mezofilnych, stężeniami azotanów (V) i azotanów (III) a głębokością studni, odległością od szamb i pól uprawnych oraz odległością od budynków inwentarskich. Do obliczeń korelacji użyto programu STATISTICA.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Badana woda podczas poboru ze studni miała temperaturę 4°C. Dokonywano pomiaru przewodności właściwej wody. Nie przekroczyła ona dopuszczalnej normy dla wody służącej do spożycia, która wynosi 2500 mS/cm dla tej temperatury. Najwyższa odnotowana wartość to 1770,7 mS/cm w 20°C, a najniższa 310,5 mS/cm w 20°C. Im wyższa przewodność właściwa wody, tym więcej zawiera ona jonów metali i na odwrót. Jeżeli badana woda nie wykazywała żadnej przewodności można ją uznać za wodę mineralnie czystą. [16]. Mierzono również pH wody. Woda, która spełnia wymagania jakościowe powinna mieć pH w granicach 6,5-9,5 (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r.). W badanych wodach studziennych nie zanotowano przekroczenia tych granic. Najwyższy odczyn wyniósł 8,23, a najniższy 7,32 pH.

W tabeli 1 zestawiono dane dotyczące badanych studni przydomowych. Z danych wynika, że gospodarstwa posiadające większą ilość zwierząt użytkują studnie przydomowe. Gospodarstwa z większą liczbą zwierząt (nr 2, 10, 12, 13) posiadają płyty obornikowe i specjalizują się w hodowli bydła mlecznego. Tylko jedno gospodarstwo (nr1) mające większą ilość zwierząt nie posiada płyty obornikowej. Specjalizuje się w produkcji bydła opasowego, a chów zwierząt odbywa się na głębokiej ściółce w oborze. Część obornika jest składowana poza obejściem na przymie. W gospodarstwie tym wystąpiło największe stężenie azotanów w wodzie studziennej w czasie całego okresu badawczego.

Wszystkie badane studnie były kopane i są dość płytkie, o głębokości od 2 do 5,5 m. Płytsze studnie kopane są bardziej narażone na zanieczyszczenia niż głębsze studnie wiercone. Spowodowane to jest napływem wód gruntowych [12].

Normy prawne wskazują postępowanie przy budowie budynków a także studni. Według prawa budowlanego studnia powinna być oddalona od granicy działki min 5 m, od budynków inwentarskich min 15m, od płyty obornikowej o 15 m, a od przydomowych szamb o 30 m (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r.). W gospodarstwach w których prowadzono badania, studnie były kopane dość dawno. Nie obowiązywały wtedy przepisy prawne, dlatego odległości od budynków i szamb w niektórych gospodarstwach nie są zgodne z normami (tabela 1). Odległość od obory/stajni/chlewni w większości gospodarstw spełnia normy budowlane. Jedynie w gospodarstwach ze studniami o nr 1, 4, 15 odległości są mniejsze niż wymagane. Odległość studni od przydomowych szamb nie spełnia wymaganych 30 m.

Nawożenie i intensywna uprawa wpływają na przyspieszenie wymywania związków z gleby a co za tym idzie, zanieczyszczenie wód [17]. Bliskość pola uprawianego lub pastwiska może wpływać na jakość wody. Studnie o nr 10, 12 znajdują się w odległości 2 m od użytkowanych gruntów. Wykazano w nich podwyższony poziom azotanów szczególnie przy pierwszym i drugim poborze wody do badań. Można więc sądzić, że zbyt bliska odległość studni od użytkowanych rolniczo gruntów wpływa ujemnie na jakość wody.

Kryteria wody pitnej na terenie Polski reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 roku,

Tabela 1. Charakterystyka studni

Table 1. Characteristics of the well

| Nr studni | Użytkowanie studni | Odległość od drogi [m] | Odległość od obory/stajni/chlewni [m] | Odległość od domu [m] | Odległość od pola [m] | Odległość od płyty obornikowej [m] | Odległość od szamb przydomowych [m] | Głębokość [m] | Obsada zwierząt w gospodarstwie [DJP] |
|-----------|--------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| 1         | Użytkowana         | 42                     | 9,5                                   | 16                    | 15                    | Brak płyty                         | 28                                  | 5,5           | 30                                    |
| 2         | Użytkowana         | 18                     | 23                                    | 3                     | 29                    | 55                                 | 12                                  | 3             | 43                                    |
| 3         | Użytkowana         | 32                     | 17                                    | 12                    | 30                    | Brak płyty                         | 23                                  | 2,5           | 4                                     |
| 4         | Nie użytkowana     | 20                     | 12                                    | 11                    | 16                    | Brak płyty                         | 25                                  | 2             | 5,5                                   |
| 5         | Nie użytkowana     | 24                     | 22                                    | 10                    | 24                    | Brak płyty                         | 23                                  | 2,5           | 4                                     |
| 6         | Nie użytkowana     | 30                     | 22                                    | 3                     | 15                    | Brak płyty                         | 25                                  | 2             | 5                                     |
| 7         | Nie użytkowana     | 32                     | 20                                    | 4                     | 25                    | Brak płyty                         | 15                                  | 3             | 3                                     |
| 8         | Użytkowana         | 43                     | 20                                    | 24                    | 43                    | Brak płyty                         | 29                                  | 3             | 3                                     |
| 9         | Użytkowana         | 24                     | 22                                    | 14                    | 39                    | Brak płyty                         | 21                                  | 3             | 1                                     |
| 10        | Użytkowana         | 25                     | 34                                    | 20                    | 2                     | 46                                 | 27                                  | 3             | 20                                    |
| 11        | Użytkowana         | 25                     | 18                                    | 6                     | 30                    | Brak płyty                         | 20                                  | 2             | 15                                    |
| 12        | Użytkowana         | 27                     | 30                                    | 10                    | 2                     | 40                                 | 20                                  | 4             | 24                                    |
| 13        | Użytkowana         | 30                     | 22                                    | 12                    | 27                    | 50                                 | 15                                  | 3             | 12,5                                  |
| 14        | Nie użytkowana     | 22                     | 30                                    | 10                    | 26                    | Brak płyty                         | 17                                  | 3             | 4                                     |
| 15        | Nie użytkowana     | 35                     | 12                                    | 25                    | 50                    | Brak płyty                         | 27                                  | 2,5           | 4                                     |

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 2. Ilość kolonii bakterii w wodach studziennych (w jtk)

Table 2. Number of colonies of bacteria in well water (in cfu)

| Nr studni | I termin pomiaru (styczeń) |                    | II termin pomiaru (kwiecień) |                    | III termin pomiaru (sierpień) |                    | IV termin pomiaru (październik) |                    |
|-----------|----------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
|           | Bakterie psychrofilne      | Bakterie mezofilne | Bakterie psychrofilne        | Bakterie mezofilne | Bakterie psychrofilne         | Bakterie mezofilne | Bakterie psychrofilne           | Bakterie mezofilne |
| 1         | 81                         | 28                 | 134                          | 13                 | 87                            | 113                | 392                             | 94                 |
| 2         | 118                        | 21                 | 384                          | 4                  | 167                           | 132                | 456                             | 38                 |
| 3         | 33                         | 30                 | 68                           | 11                 | 456                           | 172                | 2772                            | 39                 |
| 4         | 44                         | 36                 | 28                           | 19                 | 524                           | 180                | 2394                            | 242                |
| 5         | 56                         | 36                 | 76                           | 2                  | 304                           | 280                | 404                             | 83                 |
| 6         | 62                         | 16                 | 47                           | 11                 | 316                           | 293                | 124                             | 96                 |
| 7         | 31                         | 66                 | 90                           | 6                  | 2583                          | 1449               | 5229                            | 2040               |
| 8         | 69                         | 95                 | 48                           | 75                 | 240                           | 124                | 484                             | 348                |
| 9         | 56                         | 35                 | 36                           | 12                 | 328                           | 211                | 416                             | 252                |
| 10        | 57                         | 20                 | 54                           | 30                 | 248                           | 212                | 264                             | 158                |
| 11        | 74                         | 26                 | 49                           | 10                 | 86                            | 62                 | 44                              | 20                 |
| 12        | 36                         | 32                 | 54                           | 14                 | 264                           | 285                | 158                             | 44                 |
| 13        | 24                         | 34                 | 29                           | 7                  | 772                           | 153                | 1890                            | 820                |
| 14        | 88                         | 37                 | 50                           | 6                  | 882                           | 364                | 412                             | 324                |
| 15        | 27                         | 24                 | 24                           | 19                 | 652                           | 408                | 158                             | 69                 |

Źródło: Opracowanie własne

w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. Nr 203, poz. 1718). Bardzo ważnym parametrem określającym czystość wody jest zawartość w niej bakterii mezofilnych, rozmnażających się w temperaturze 37°C, zbliżonej do temperatury ludzkiego ciała, gdyż mogą wśród nich być bakterie chorobotwórcze prowadzące do wielu infekcji. Polskie Normy mówią że ilość bakterii mezofilnych w 1 ml badanej wody nie powinna przekraczać 20 komórek. Bakterie psychrofilne nie stanowią aż takiego zagrożenia epidemiologicznego jak bakterie mezofile. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że większość z nich

to bakterie gramujemne, produkujące wiele toksyn, a między innymi lipopolisacharydy. Norma mówi że w 1 ml wody przeznaczonej do picia liczba bakterii psychrofilnych nie powinna przekraczać 100 komórek [10].

W tabeli 2 przedstawiono występowanie bakterii psychro i mezofilnych w wodach studziennych. Największa ich ilość występowała w miesiącach sierpniu i październiku. Najprawdopodobniej związane jest to z podwyższonym, w tym okresie, rozkładem substancji organicznych w glebie. Dopuszczalną ilość komórek bakterii mezofilnych zaobserwowano tylko w pięciu studniach w miesiącu kwietniu i raz



w styczniu. W pozostałych terminach ilość komórek tych bakterii przekraczała normę 20 (jtk). Największą ilość bakterii mezofilnych w badanych wodach odnotowano w miesiącu sierpniu w studni nr 7 – 5229 (jtk). Ilość komórek bakterii psychrofilnych w miesiącu styczniu i kwietniu była na poziomie dopuszczalnym według norm, natomiast przekraczała je znacznie w sierpniu i październiku. Tylko w nielicznych studniach wynosiła poniżej 100 (jtk).

Źródłem większości zakażeń bakteriologicznych wody studziennej są najczęściej nieszczelności przydomowych systemów kanalizacyjnych takich jak np. szamb, dołów chłonnych, które powodują wydostawanie się mikroorganizmów pochodzących z odchodów ludzkich i zwierzęcych. Powyższa sytuacja w połączeniu z nieodpowiednim zabezpieczeniem studni prowadzi niemal zawsze do bardzo niebezpiecznego skażenia wody pitnej najczęściej przez bakterie grupy coli, *Enterokoki*, czyli tzw. paciorkowce kałowe, *Escherichia coli* (pałeczka okrężnicy) oraz *Salmonella typhi*, czyli tzw. pałeczka duru brzuszego. Rezerwuary wody pitnej mogą być także skażone grzybami, wirusami i pierwotniakami. Nawet pełne uszczelnienie systemów kanalizacyjnych oraz studni nie gwarantuje odpowiedniej czystości mikrobiologicznej wody. W związku z tym bardzo trudne jest utrzymanie odpowiedniego poziomu sterylności wody pitnej pochodzącej ze studni.

**Tabela 3. Wartości stężeń azotanów  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$**

**Table 3. Nitrate concentrations of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NO}_2^-$**

| Nr studni | Terminy pomiarów |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|           | styczeń          | kwiecień        | sierpień        | październik     | styczeń         | kwiecień        | sierpień        | październik     |
|           | $\text{NO}_3^-$  | $\text{NO}_3^-$ | $\text{NO}_3^-$ | $\text{NO}_3^-$ | $\text{NO}_2^-$ | $\text{NO}_2^-$ | $\text{NO}_2^-$ | $\text{NO}_2^-$ |
| 1         | 31,5             | 20,01           | 6,54            | 6,23            | 0,016           | 0,014           | 0,013           | 0,012           |
| 2         | 4,8              | 2,51            | 2,53            | 1,84            | 0,018           | 0,015           | 0,013           | 0,013           |
| 3         | 2,2              | 2,21            | 3,64            | 0,65            | 0,015           | 0,014           | 0,013           | 0,028           |
| 4         | 7,4              | 7,23            | 3,72            | 3,16            | 0,015           | 0,013           | 0,015           | 0,014           |
| 5         | 7,5              | 5,93            | 5,00            | 2,53            | 0,017           | 0,015           | 0,017           | 0,013           |
| 6         | 12,3             | 16,42           | 1,51            | 2,51            | 0,022           | 0,016           | 0,015           | 0,014           |
| 7         | 2,01             | 1,48            | 4,65            | 0,35            | 0,014           | 0,015           | 0,013           | 0,015           |
| 8         | 9,81             | 4,58            | 2,54            | 1,67            | 0,018           | 0,015           | 0,014           | 0,014           |
| 9         | 8,5              | 4,53            | 1,96            | 1,96            | 0,017           | 0,014           | 0,013           | 0,016           |
| 10        | 28,81            | 14,53           | 1,94            | 8,43            | 0,015           | 0,013           | 0,013           | 0,013           |
| 11        | 22,10            | 16,89           | 1,86            | 4,53            | 0,015           | 0,019           | 0,014           | 0,012           |
| 12        | 20,00            | 13,96           | 2,53            | 4,98            | 0,015           | 0,012           | 0,012           | 0,011           |
| 13        | 13,56            | 9,56            | 2,25            | 2,53            | 0,014           | 0,016           | 0,017           | 0,021           |
| 14        | 0,98             | 0,85            | 3,96            | 2,54            | 0,014           | 0,012           | 0,016           | 0,022           |
| 15        | 19,51            | 12,63           | 9,64            | 0,26            | 0,028           | 0,014           | 0,016           | 0,085           |

Źródło: Opracowanie własne

Stężenie azotanów w badanej wodzie (tabela 3) było największe w styczniu, jednak w czasie następnych poborów spadało, (woda studzienna oznaczona nr 1, 4, 5, 8, 9). W pięciu studniach o nr 6, 10, 11, 12, 13 w miesiącu sierpniu stężenie  $\text{NO}_3^-$  było mniejsze niż w miesiącu październiku.

Nie pobrane przez rośliny związki  $\text{NO}_3^-$  łatwo zostają wymyte z profilu glebowego w wyniku czego zanieczyszczają

wody gruntowe. Powstawanie azotanów polega na przemianach  $\text{NO}_3^-$  w  $\text{NO}_2^-$  przy niskim poziomie tlenu [13]. Stężenie azotanów prawie przez cały okres było na bardzo niskim poziomie, a więc w wodzie prawie nie zachodził proces denitryfikacji. Poziom azotanów (III) był tak niski, że nie mieścił się w oznaczalności aparatu, który wynosił 0,02 mg/l. Większe stężenie zanotowano jedynie w czasie pomiaru wody ze studni nr 15 i wyniosło 0,085 mg/l. Stężenia azotanów  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$  nie przekraczało dopuszczalnych norm, które wynoszą 50 mg/l  $\text{NO}_3^-$  i 0,5 mg/l  $\text{NO}_2^-$  [Rozporządzenie Ministra Zdrowia, 19].

Z obliczonej korelacji (tab. 4.) wynika, że istotny wpływ na zanieczyszczenia w badanych wodach studziennych azotanami  $\text{NO}_3^-$  w miesiącu sierpniu miała odległość od budynków inwentarskich, co jest potwierdzeniem wcześniejszych badań [3]. Dla wód z pozostałych terminów pomiaru nie wykazano tej zależności. W październiku istotny wpływ na zanieczyszczenia wody azotanami III i V miała odległość pola od studni. Następnym badanym czynnikiem była odległość od szamb i tu istotną korelację wykazano w miesiącu kwietniu dla azotanów V. Głębokość studni nie miała istotnego wpływu na zanieczyszczenia azotanami badanych wód studziennych.

Wykonano również obliczenia korelacji między występowaniem bakterii psychro i mezofilnych (tabela 5) w badanych wodach studziennych a czterema czynnikami, którymi były: odległość od budynków inwentarskich, odległość od pola, odległość od szamba i głębokość studni. Istotny wpływ wykazano między ilością występujących bakterii mezofilnych a odległością od szamba (kwiecień).

Przy budowie studni należy zachować odpowiednią odległość od tzw. „punktów zapalnych” takich jak składowiska obornika, składowiska śmieci pochodzących z gospodarstwa i budynków inwentarskich, która powinna wynosić 15 m (Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej) [9], oraz 30 m od biologicznej oczyszczalni ścieków i szamba [14].

Wody studzienne nie są objęte kontrolą. W większości przypadków ich czystość nie mieści się w normach. W przeprowadzonych badaniach zauważalna jest zmienność liczebności bakterii, na przestrzeni roku. Aby polepszyć stan wód studziennych należy przestrzegać zasad dobrej praktyki rolniczej.

## WNIOSKI

1. Woda z przebadanych studni nie przekroczyła dopuszczalnych norm wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi i zwierzęta dla badanych parametrów takich jak pH, przewodność, oraz stężenie azotanów III i V.
2. W styczniu w 80% studni odnotowano najwyższe stężenie azotanów (V).
3. Odległość studni od szamb przydomowych nie wpłynęła w znaczący sposób na zawartość związków azotowych i zanieczyszczeń mikrobiologicznych.
4. Na zanieczyszczenia wody azotanami w miesiącu październiku istotny wpływ miała bliska odległość od pól uprawnych.
5. Głębokość badanych studni nie wpłynęła na jakość wody.

Tabela 4. Współczynniki korelacji dla stężenia azotanów  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$ Table 4. The correlation coefficients for the nitrate concentration of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NO}_2^-$ 

| Termin pomiaru<br>Zmienne           | Styczeń           |                   | Kwiecień          |                    | Sierpień          |                   | Październik       |                   |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                     | $\text{NO}_3^-$   | $\text{NO}_2^-$   | $\text{NO}_3^-$   | $\text{NO}_2^-$    | $\text{NO}_3^-$   | $\text{NO}_2^-$   | $\text{NO}_3^-$   | $\text{NO}_2^-$   |
| odległość od budynków inwentarskich | -0,08<br>$p=0,79$ | -0,35<br>$p=0,24$ | -0,19<br>$p=0,52$ | -0,228<br>$p=0,34$ | -0,57<br>$p=0,04$ | -0,13<br>$p=0,66$ | 0,34<br>$p=0,24$  | -0,35<br>$p=0,23$ |
| odległość od pola                   | -0,36<br>$p=0,22$ | 0,50<br>$p=0,82$  | -0,37<br>$p=0,20$ | 0,31<br>$p=0,30$   | 0,44<br>$p=0,13$  | -0,35<br>$p=0,29$ | -0,77<br>$p=0,02$ | 0,66<br>$p=0,01$  |
| odległość od szamb                  | 0,57<br>$p=0,07$  | 0,34<br>$p=0,24$  | 0,53<br>$p=0,05$  | -0,17<br>$p=0,56$  | 0,44<br>$p=0,12$  | -0,07<br>$p=0,80$ | 0,31<br>$p=0,31$  | 0,26<br>$p=0,39$  |
| głębokość studni                    | 0,49<br>$p=0,08$  | -0,22<br>$p=0,29$ | 0,31<br>$p=0,43$  | -0,37<br>$p=0,11$  | 0,23<br>$p=0,46$  | -0,41<br>$p=0,20$ | 0,45<br>$p=0,15$  | -0,18<br>$p=0,55$ |

Oznaczone współdziałania korelacji są istotne przy  $p < 0,05$

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 5. Współczynniki korelacji ilości występowania bakterii psychro i mezofilnych

Table 5. The correlation coefficients for the amount of the prevalence of bacteria psychro and mesophilic

| Termin pomiaru<br>Zmienne           | Styczeń               |                    | Kwiecień              |                    | Sierpień              |                    | Październik           |                    |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
|                                     | Bakterie psychrofilne | Bakterie mezofilne | Bakterie psychrofilne | Bakterie mezofilne | Bakterie psychrofilne | Bakterie mezofilne | Bakterie psychrofilne | Bakterie mezofilne |
| odległość od budynków inwentarskich | 0,14<br>$p=0,65$      | -0,04<br>$p=0,87$  | 0,01<br>$p=0,96$      | 0,05<br>$p=0,85$   | 0,07<br>$p=0,80$      | 0,24<br>$p=0,41$   | -0,32<br>$p=0,28$     | 0,13<br>$p=0,67$   |
| Odległość od pola                   | 0,05<br>$p=0,85$      | 0,12<br>$p=0,68$   | 0,02<br>$p=0,95$      | -0,33<br>$p=0,27$  | 0,33<br>$p=0,26$      | 0,15<br>$p=0,61$   | 0,05<br>$p=0,86$      | 0,67<br>$p=0,83$   |
| odległość od szamba                 | -0,36<br>$p=0,22$     | -0,21<br>$p=0,48$  | -0,48<br>$p=0,09$     | 0,65<br>$p=0,01$   | -0,20<br>$p=0,50$     | 0,21<br>$p=0,50$   | -0,58<br>$p=0,85$     | -0,37<br>$p=0,20$  |
| głębokość studni                    | 0,18<br>$p=0,53$      | 0,98<br>$p=0,75$   | 0,23<br>$p=0,44$      | 0,03<br>$p=0,91$   | 0,26<br>$p=0,39$      | 0,15<br>$p=0,61$   | 0,22<br>$p=0,47$      | 0,0003<br>$p=0,99$ |

Oznaczone współdziałania korelacji jest istotne przy  $p < 0,05$

Źródło: Opracowanie własne

6. Gospodarstwa powinny bardziej dbać o studnie gdyż są one stosunkowo tanim źródłem wody pitnej dla ludzi oraz zwierząt gospodarskich.

## LITERATURA

- [1] **BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E. 2002.** Obieg materii w systemie rzeczno-jeziornym. UW, Wydz. Geogr. i Stud. Region., Warszawa, 305.
- [2] **CHELMICKI W. 2002.** Woda – zasoby, degradacja, ochrona. PWN, Warszawa, 274.
- [3] **DEC D. 2012.** Zmienność stężenia mineralnych form azotu w wodach studziennych na terenach wiejskich. MOTROL, T.14., Nr 5, 45-48.
- [4] **DORUCHOWSKI G., HOŁOWNICKI R. 2003.** Przyczyny i zapobieganie skażeniom wód i gleby wynikającym ze stosowania środków ochrony roślin. Zesz. Edukac. 9/2003 96-115.
- [5] **DUROWSKI T., WORONIECKI T. 2001.** Jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich Pomorza Zachodniego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 476: 365-371.
- [6] **FENCHEL T., BLACKBURN T.H. 1997.** Bacteria and Mineral Cycling. Academic Press, London, Chapter 5.
- [7] **ILNICKI P. 1992.** Udział polskiego rolnictwa w eutrofizacji wód powierzchniowych. Mat. Z Konf. Nauk. Problemy zanieczyszczenia i ochrony wód powierzchniowych – dziś i jutro. Wyd. UAM, ser. Biol., 49: 99-111.
- [8] **KOC J., KOC-JURCZYK J., SOLARSKI K. 2009.** Wielkość i dynamika odpływu azotu z wodami z obszarów rolniczych. Zesz. Nauk. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, 121-128.
- [9] **KODEKS DOBREJ PRAKTYKI ROLNICZEJ. 2004.** Warszawa.
- [10] **KOŁWZAN B., ADAMIAK W., GRABAS K., PAWELCZYK A. 2005.** Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [11] **KONDIŃSKI J., BUCZKOWSKI R., SZYMAŃSKI T. 1996.** Biologiczne metody remediacji wód i gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Ekologia i Technika, 5/6, 23-27.
- [12] **LABIJA H., PAŃCZAKOWA J. 1990.** Stan sanitarny i techniczny oraz funkcjonowanie lokalnych ujęć wodnych na terenach wiejskich województwa poznańskiego. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr 32, 99-109.

- [13] **LOGINÓW W. 1986.** *Wpływ usuwania materii organicznej na dyfuzję azotanu amonu.* Roczn. Glebozn. 37,63-68.
- [14] **PIEKAREK M. 2006.** Instalacja urządzeń lokalnych ujęć wody. Instytut Technologii Eksploatacji- Państwowy Instytut Badawczy. Radom.
- [15] **PIETRZAK S. 2002.** Ocena potencjalnych strat azotu na podstawie bilansu w gospodarstwach rolnych o zróżnicowanym obszarze użytków zielonych. IMUZ, Falenty, 7-48.
- [16] **RADZKA E., KOC G., RAK J. 2008.** *Ocena jakości wody pitnej w powiecie siedleckim.* Przegląd naukowy. Rocznik XVII. SGGW Warszawa z. 3(41). 78-86
- [17] **RAFAŁOWSKA M. 2008.** Ocena zawartości azotanów w wodach powierzchniowych obszaru szczególnie zagrożonego zanieczyszczeniami ze źródeł rolniczych. Proceeding of ECOpole. Katedra Melioracji i Kształtowania środowiska. 2, 2,473-478.
- [18] **ROSSWALL T. 1982.** *Microbiological regulation of the biogeochemical nitrogen cycle.* Plant and Soil. 67,15-34.
- [19] **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA Z DNIA 29 MARCA 2007 R.** W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z dnia 6 kwietnia 2007 r.)
- [20] **ZDANOWICZ A. 1994.** *Rola zlewni rolniczej i leśnej w transporcie miogenów do strumienia.* Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 37,2:72-75.
- [21] (<http://www.bibliotekazarnowo.pl/folderga/polozenie-geograficzne.html>).
- [22] (<http://www.gmina-augustow.home.pl/>).

Dr hab. inż. Wojciech WEINER, Prof. nadzw.  
Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

## URZĄDZENIA DO OBRÓBKI POWIERZCHNIOWEJ NASION®

### Devices for surface treatment of seeds®

**Słowa kluczowe:** ocieranie nasion, czas kiełkowania, procent uszkodzeń, zakażenia grzybowe.

*W artykule dokonano przeglądu specjalistycznych urządzeń do ocierania osłonek nasiennych. Przedstawiono nowe, wysokosprawne urządzenie do tego celu oraz podstawowe wyniki badań.*

**Key words:** rubbing off the seeds, germination time, the percentage of damage, fungus infection.

*The article reviews the specialized equipment to rub off the seed coats. The paper presents a new, high-efficient device for this purpose, and basic results of research.*

### WSTĘP

Oslonki nasienne mają różną grubość w zależności od gatunku jak i w ramach tej samej populacji. Nadmierna grubość osłonek opóźnia wschody zasiewów, a różna ich grubość powoduje istotne różnice w szybkości wzrostu poszczególnych roślin.

Oslonki nasienne mają za zadanie ochronę zarodka przed wpływami zewnętrznymi do chwili pojawienia się warunków umożliwiających rozwój rośliny.

Z punktu widzenia rolnika, czy ogrodnika czas od wysiewu do wschodu roślin powinien być możliwie krótki, a różnice momentu kiełkowania poszczególnych roślin możliwie małe. Doświadczenia hodowców prowadziły do powstawania różnych technik osłabienia czy pocieniania osłonek nasiennych. Zastosowanie praktyczne znalazły techniki oparte na mechanicznym ocieraniu osłonek nasiennych na powierzchniach ciernych- najczęściej korundowych o różnej granulacji. Szczególne znaczenie miały tu urządzenia do obróbki cierniej nasion buraka, które w pierwszej fazie oddzielały nasiona od korkowych otulin łączących najczęściej po dwa nasiona [1,2,3,4].

**Celem artykułu jest przedstawienie urządzeń do ocierania osłonek nasiennych, umożliwiających przyspieszenie wschodów zasianych nasion.**

### RODZAJE URZĄDZEŃ

#### Urządzenie żarnowe

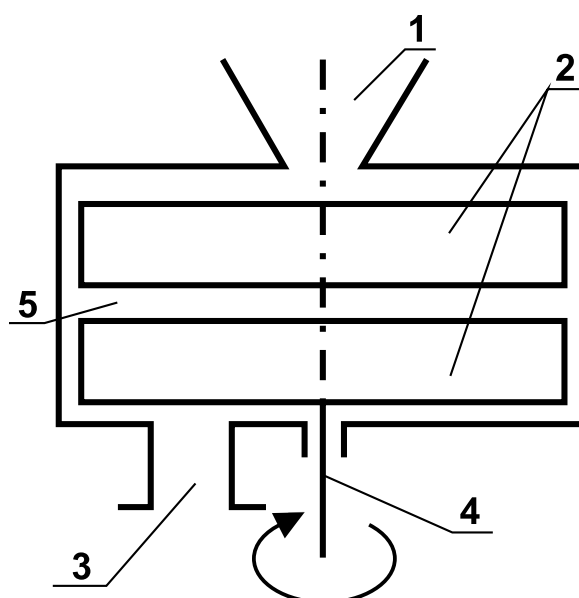
Pierwsze znane urządzenia do ocierania nasion zostały skonstruowane w pierwszej połowie XX w. (rys. 1).

Wykorzystywały one handlowe tarcze szlifierskie o dużych średnicach (~500 mm). Nasiona były zasypywane przez centralny otwór w górnej tarczy i ocierane w regulowanej przestrzeni między nią a dolną tarczą obrotową. Otarte nasiona wysypywały się na zewnątrz wypychane przez napływające z góry.

Szybkość przemieszczania nasion w urządzeniu zależała od wielkości przestrzeni pomiędzy tarczami, nacięć prowadzących na jednej z tarcz i rozrzutu wielkości nasion.

Efektywność ocierania mierzona końcową grubością osłon nasiennych po procesie, była tym większa, im bardziej wyrównane były przedziały wielkości nasion w partii

obrabianej. Wymagało to wcześniejszego rozdzielenia populacji nasion na klasy przy użyciu przesiewacza i każdorazowej regulacji szczeliny dla każdej z klas.



Rys.1. Urządzenie żarnowe.

1 – zasyp; 2 – tarcze cierne; 3 – wysyp; 4 – napęd; 5 – szczelina regulowana

Fig. 1. The grinder device.

1 – input; 2 – frictional discs; 3 – output; 4 – drive; 5 – variable gap

Źródło: Opracowanie własne

W znanym urządzeniu tego typu ilość nasion buraka uszkodzonych dochodzi do 15 – 18% przy przepustowości ~ 20 ÷ 30 kg/godz. Zainstalowana moc wynosi 15 kW.

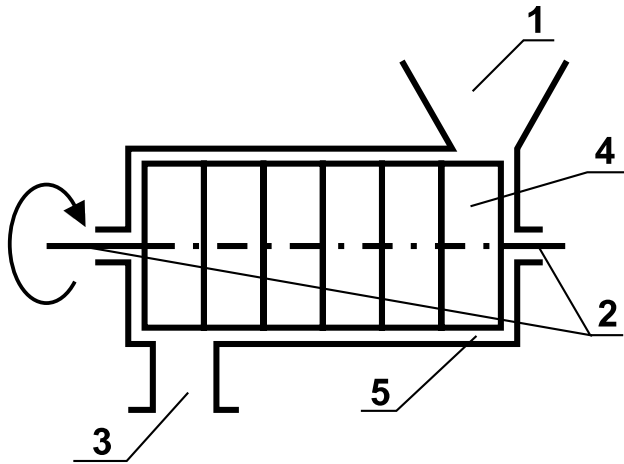
#### Urządzenie z wałem ciernym

Przedstawione na rysunku 2 urządzenie składa się z wału z pakietem tarcz ściernych. Wał ten obraca się w obudowie cylindrycznej, a szczelina robocza jest regulowana przez przemieszczanie osi wału w stosunku do osi obudowy.

Zasada działania i uwarunkowania tego urządzenia są podobne do opisanego wcześniej. Przy podobnej wydajności moc zainstalowana jest większa, podobnie jak gabaryty i ciężar urządzenia z uwagi na wielkość mas w ruchu.



Urządzenie wyposażone jest w zintegrowany wentylator na wale z tarczami, co nieco ułatwia przemieszczenie nasion w przestrzeni roboczej. Przepustowość urządzenia dla nasion buraka wynosi  $30 \div 40$  kg/godz., ilość uszkodzeń  $\sim 15\%$ , a zainstalowana moc 20 kW.



Rys. 2. Urządzenie z wałem ciernym.

1 – zasyp; 2 – napęd; 3 – wysyp; 4 – wał cierny;  
5 – szczelina regulowana

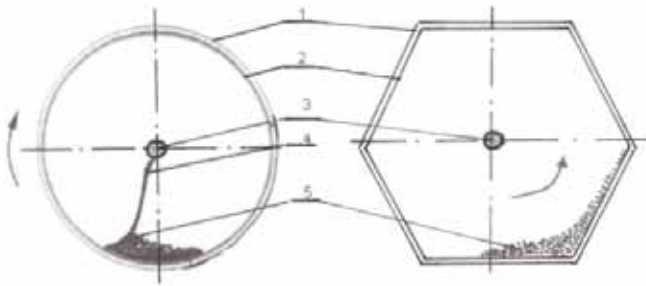
Fig. 2. The device with a frictional shaft.

1 – input; 2 – drive; 3 – output; 4 – frictional shaft;  
5 – variable gap

Źródło: Opracowanie własne

#### Urządzenia bębnowe przesypowe

W wyniku analizy wad urządzeń znanych dotychczas, zaprojektowano i wykonano dwa urządzenia oparte o zasadę przesypania określonej porcji nasion w poziomych, obrotowych bębnach – cylindrycznym (rys. 3) i wielokątnym – z warstwą cierną wewnątrz.



Rys. 3. Urządzenia z bębniem przesypowym – okrągłym i wielokątnym.

1 – obudowa; 2 – wykładzina cierna; 3 – wał;  
4 – listwa dociskowa; 5 – nasiona

Fig. 3. The devices with a round and polygonal pouring drum.

1 – case; 2 – brake lining; 3 – shaft; 4 – pressure bar; 5 – seeds

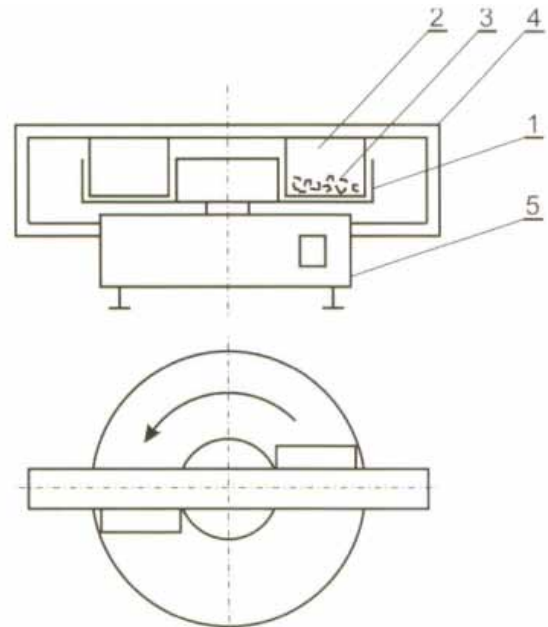
Źródło: Opracowanie własne

Urządzenia były projektowane [6] do ocierania drobnych i delikatnych nasion warzyw i kwiatów. Urządzenie z bębniem walcowym wyposażone było w elastyczną listwę dociskującą nasiona do wewnętrznej powierzchni bębna, zwiększającą jego skuteczność.

Bezstopniowy napęd i panel sterowania obu urządzeń był taki sam. Wykładzinę cierną dobierano stosownie do potrzeb. Mała moc – 0,3kW – i małe gabaryty lokują oba te urządzenia w grupie urządzeń laboratoryjnych lub produkcyjnych przeznaczonych dla nasion drogich, drobnych, lekkich i pozyskiwanych w kilogramowych ilościach. Urządzenia te nie wymagają selekcji wstępnej, a czas kontaktu wszystkich nasion z powierzchnią cierną jest zbliżony. W efekcie niezależnie od wielkości poszczególnych nasion efekt ocierania ich osłonek jest podobny. Ilość nasion uszkodzonych przy właściwie dobranych parametrach można ograniczyć do  $1 \div 2\%$ . Oba urządzenia mogą pracować tylko cyklicznie.

#### Urządzenie z talerzem obrotowym

Urządzenie (rys. 4) składa się z obrotowego talerza z obrzeżem. Dno talerza stanowią wymienne tarcze z naniesioną warstwą korundu o dowolnej granulacji.



Rys. 4. Urządzenie z talerzem obrotowym.

1 – talerz cierny; 2 – listwy dociskowe; 3 – nasiona;  
4 – uchwyt; 5 – napęd i sterowanie

Fig. 4. The device with a turntable.

1 – frictional disk; 2 – pressure bars; 3 – seeds;  
4 – handle; 5 – drive and control

Źródło: Opracowanie własne

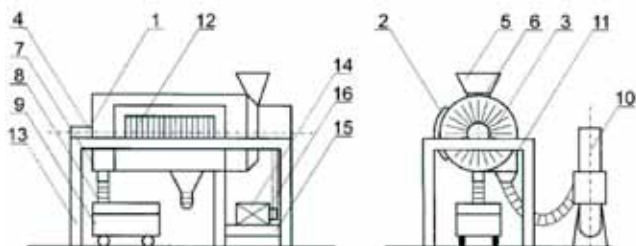
Nad talerzem umieszczony jest uchwyt listew dociskających. Urządzenie może też pracować z jedną lub dwoma listwami o szerokim zakresie elastyczności.

Nasiona są ocierane w trakcie hamowania ich ruchu w klinowej przestrzeni między listwą i tarczą. Oddzielanie powstałych zanieczyszczeń w urządzeniu laboratoryjnym odbywa się ręcznie na sitach poliamidowych. Zaletą urządzenia jest możliwość ciągłej kontroli wizualnej procesu ocierania, co jest szczególnie ważne dla nasion drobnych i delikatnych. Urządzenie ma napęd bezstopniowy z regulatorem czasu działania. Moc zainstalowana wynosi 0,3 kW. Również to urządzenie ma charakter laboratoryjny.

### Urządzenie z wałem szczotkowym

Zebrane doświadczenia [4] pozwoliły na opracowanie nowej idei urządzenia do ocierania nasion, łączącego zalety rozwiązań bezszczelinowych z dostatecznie dużą wydajnością wymaganą przez producentów nasion dla zastosowań przemysłowych i wielkoobszarowych.

Urządzenie z wałem szczotkowym (rys. 5, 6) [5,6] składa się z poziomej obudowy cylindrycznej, w której obraca się wał wykonany jako spiralna szczotka z elastycznymi szczecinami z odpowiednio dobranej tworzywa sztucznego.



Rys. 5. Urządzenie z wałem szczotkowym.

1 – obudowa; 2 – filtr powietrza; 3 – wał szczotkowy; 4 – łożysko; 5 – zasyp; 6 – dozownik; 7 – wysyp; 8 – przewód elastyczny; 9 – pojemnik; 10 – odpylacz; 11 – kolektor; 12 – segmenty cierne; 13 – rama; 14 – silnik; 15 – regulator obrotów; 16 – przekładnia paskowa

Fig. 5. The device with a brush shaft.

1 – case; 2 – air filter; 3 – brush shaft; 4 – bearing; 5 – input; 6 – dispenser; 7 – output; 8 – flexible cord; 9 – a container; 10 – precipitator; 11 – collector; 12 – frictional segments; 13 – frame; 14 – engine; 15 – speed controller; 16 – drive belt

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 6. Urządzenie z wałem szczotkowym.

Fig. 6. Scarifier.

Źródło: Fotografia własna

Wał jest napędzany przez silnik elektryczny z przekładnią paskową i bezstopniowy regulator w wybranym zakresie obrotów.

Wał dotyka wnętrza obudowy na całej długości. Od zasypania z dozownikiem przemieszcza nasiona w sposób wymuszony na wymienne segmenty cierne umieszczone w dalszej części obudowy i po otarciu dalej do wysypu. W górnej części obudowy umieszczony jest króciec aspiracyjny połączony z autonomicznym odpylaczem lub układem aspiracji stacjonarnej.

Urządzenie może obrabiać szeroki zakres gatunków nasion. Dostosowanie polega na założeniu odpowiednich segmentów ciernych i dobór obrotów wału. Dzięki wymuszonemu czasowi przebywania nasion w urządzeniu zapewniona jest bardzo wysoka powtarzalność wyników ocierania, a elastyczne szczeciny wału wpływają na małą ilość uszkodzeń nasion (dla nasion buraka  $1 \div 2\%$ ).

Przy małych gabarytach i niewielkiej mocy (1,85 kW) urządzenie ma wydajność przekraczającą 100 kg/godz. dla buraków. Zostało ono opatentowane (pat, RP 213456) i uzyskało szereg medali na światowych wystawach wynalazków (Bruksela, Paryż, Norymberga, Warszawa, Sewastopol), oraz IRAN FIRI AVARD i Dyplom Uznania MNISW.

Po próbach laboratoryjnych, w czasie których sprawdzono jego przydatność na ponad 30 gatunkach nasion, urządzenie testowano w zakładach nasiennych, w Ożarowie i Krakowie, gdzie spełniło wszystkie oczekiwania twórców i użytkowników.

## PORÓWNANIE URZĄDZEŃ DO OCIERANIA NASION BURAKÓW

W tabeli 1 umieszczono orientacyjne dane znanych urządzeń do obróbki czarnej nasion buraków.

Tabela 1. Porównanie parametrów urządzeń do obróbki nasion buraków

Table 1. Comparison of the devices for the treatment of beet seeds

| Urządzenie          | Moc [kW] | Przepustowość [kg/godz] | Jednostkowe zapotrzebowanie mocy [kW/kg·godz] | Masa urządzenia  | Procent uszkodzeń nasion [%] |
|---------------------|----------|-------------------------|---|------------------|------------------------------|
| Żarnowe             | ~16,5    | 20 ÷ 30                 | 0,55 ÷ 0,82                                   | ~180             | 15 ÷ 18                      |
| Z wałem ciernym     | ~20      | 30 ÷ 40                 | 0,50 ÷ 0,66                                   | ~250             | ~15                          |
| Z wałem szczotkowym | 1,85     | min. 100                | 0,018   | 110 z odpylaczem | 1 ÷ 2                        |

Źródło: Opracowanie własne

## BADANIA OCIERANYCH NASION

Sprawdzaniem przydatności i sprawności urządzenia jest skrócenie czasu kiełkowania nasion. W tabeli 2 przedstawiono uzyskane wyniki dla wybranej populacji nasion buraka. Przedstawiono też wpływ ocierania na zmniejszenie ilości kolonii grzybowych na nasionach.

**Tabela 2. Kiełkowanie nasion surowych i ocieranych**  
**Table 2. Germination of raw and rubbed off seeds**

| Frakcja | Średnica średnia nasion [mm] | Czas kiełkowania [dni] |                  | Kolonie grzybów [%] |                  |
|---------|------------------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------------|
|         |                              | Nasiona surowe         | Nasiona ocierane | Nasiona surowe      | Nasiona ocierane |
| 1       | 3,24                         | 10                     | 6                | 100                 | 60               |
| 2       | 3,74                         | 9                      | 5                | 96                  | 45               |
| 3       | 4,24                         | 9                      | 5                | 74                  | 40               |
| 4       | 4,74                         | 9                      | 4                | 70                  | 38               |
| 5       | 5,24                         | 8                      | 4                | 61                  | 30               |
| 6       | 5,74                         | 9                      | 4                | 65                  | 32               |
| 7       | 6,24                         | 9                      | 5                | 80                  | 39               |

Źródło: Opracowanie własne

## PODSUMOWANIE

Stworzenie sprawnego, wydajnego i uniwersalnego urządzenia do zmniejszania grubości osłonek nasiennych pozwoliło na rozwój nowoczesnej technologii przedsiębiernej obróbki nasion.

Polega ona na wyborze z populacji nasion frakcji o najlepszych właściwościach. Do tego celu skonstruowano klasyfikator i zestaw do odkażania oraz opracowano procedury laboratoryjne. Tak wybrane nasiona podlegają ocieraniu, a następnie otoczkowaniu, by nadać im kulistą formę

o wymaganej średnicy, uzależnionej od konstrukcji siewników. Jednocześnie substancje zawarte w otoczce wyposażają nasiona w produkty odżywcze, środki ochrony, substancje hydrofilne lub hydrofobowe itp. Tak przygotowane nasiona mogą być dodatkowo konfekcjonowane przez nadanie im wybranego koloru, właściwości poślizgowych itp. Dopiero tak przygotowane nasiona spełniają wysokie wymagania hodowców dotyczące siły, jakości kiełkowania i wzrostu, co najmniej 95% roślin.

## LITERATURA

- [1] **WEINER W., DOMORADZKI M., KORPAL W. 2009.** Technologia przygotowania do siewu nasion buraka ćwikłowego, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 48 (40), 28-30, PL ISSN 0368-0827.
- [2] **WEINER W., DOMORADZKI M., KORPAL W. 2010.** Kiełkowanie nasion otoczkowanych w testach laboratoryjnych i polowych, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, nr 546, 77-83.
- [3] **WEINER W., DOMORADZKI M., KANIEWSKA J. 2011.** Zastosowanie granulacji aglomeracyjnej do nasion (cz. 2). Otoczkowanie nasion ekologicznych. *Application of agglomerative granulation of plant sedes. Part 2: Pelleting of organic seeds.* Chemik, 4, 473-475, PL ISSN 0009-2886.
- [4] Sprawozdania z badań – UTP, Podniesienie wartości siewnej nasion buraka, BZ-10/2007, Bydgoszcz.
- [5] Patent RP nr 213456.
- [6] Dokumentacja techniczna urządzeń UTP MS-50/2008, Bydgoszcz.

Dr hab. inż. Katarzyna SZWEDZIAK, prof. PO  
Mgr inż. Agnieszka ZAGOLA  
Katedra Inżynierii Biosystemów  
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki  
Politechnika Opolska

## „KWOTOWANIE PRODUKCJI MLEKA” – NAJWIĘKSZY MECHANIZM WSPÓLNEJ POLITYKI ROLNEJ®

“Quote of milk production” – biggest mechanism of the common agricultural policy®

**Słowa kluczowe:** kwotowanie produkcji mleka, krajowa kwota mleczna, wspólna polityka rolna, rynek mleka, dostawca hurtowy, dostawca bezpośredni, kwota hurtowa, kwota bezpośrednia.

*W artykule zaprezentowano zasady produkcji mleka w świetle realizacji mechanizmu kwotowania mleka we wszystkich krajach Unii Europejskiej. Przedstawiono również wspólną politykę rolną krajów członkowskich.*

**Key words:** milk production quotas, national milk quota, the common agricultural policy milk market, wholesale supplier, the supplier direct, wholesale amount, the amount of direct.

*The article presents the principles of milk production in the light of the implementation of the milk quota mechanism in all countries of the European Union. It also presents the common agricultural policy of the Member States.*

### WPROWADZENIE

Wspólna Polityka Rolna funkcjonuje od ponad 50 lat i jest jedną z najważniejszych polityk Unii Europejskiej. Do obszarów wiejskich zalicza się ponad 77% terytorium Unii Europejskiej. Zamieszkuje je około połowy ludności UE (rolnicy i inne osoby).

Nic więc dziwnego, że sprawy rolnictwa mają kluczowe miejsce w unijnej polityce. Wspólna Polityka Rolna powstała w latach 60-tych (1962) w Europie Zachodniej, gdy społeczeństwo zmagало się z problemami braku żywności, wynikającego z konsekwencji wojny i szkód jakie wyrządziła w rolnictwie. Wspólna Polityka Rolna jako priorytet stawiała promowanie zwiększonej produkcji żywności, zapewniającej konsumentom stały dostęp do niej, przy zapewnieniu przystępnych cen i nie zapominając jednocześnie o rentowności sektora rolniczego. Zadanie to było z powodzeniem realizowane do momentu gdy nie okazało się, że jednym ze skutków ubocznych WPR była nadprodukcja. Nieodzwonne stało się więc wprowadzanie zmian [2].

Przez te wszystkie lata, zadania WPR ewaluowały dostosowując instrumenty działania do bieżącej sytuacji rynkowej. Wiele istotnych zmian dokonano na przełomie lat 80-tych i 90-tych. Rolnicy mobilizowani byli do restrukturyzacji gospodarstw, różnicowania produkcji a także poprawy marketingu produktów rolno-spożywczych z uwzględnieniem sytuacji na rynkach zbytu i zmieniających się potrzeb społecznych. W tym też okresie dzięki ograniczeniom produkcji udało się zmniejszyć nadwyżki wprowadzając między innymi na rynku mleka w 1984 roku kwoty mleczne (Rozporządzenia Rady nr 857/84 z dnia 31 marca 1984 roku).

Obecnie Wspólną Polityką Rolną rządzi prawo rynku pozwalające w pełni uwzględnić zarówno interesy konsumentów

jak i rolników dostosowujących produkcję do potrzeb rynku [7].

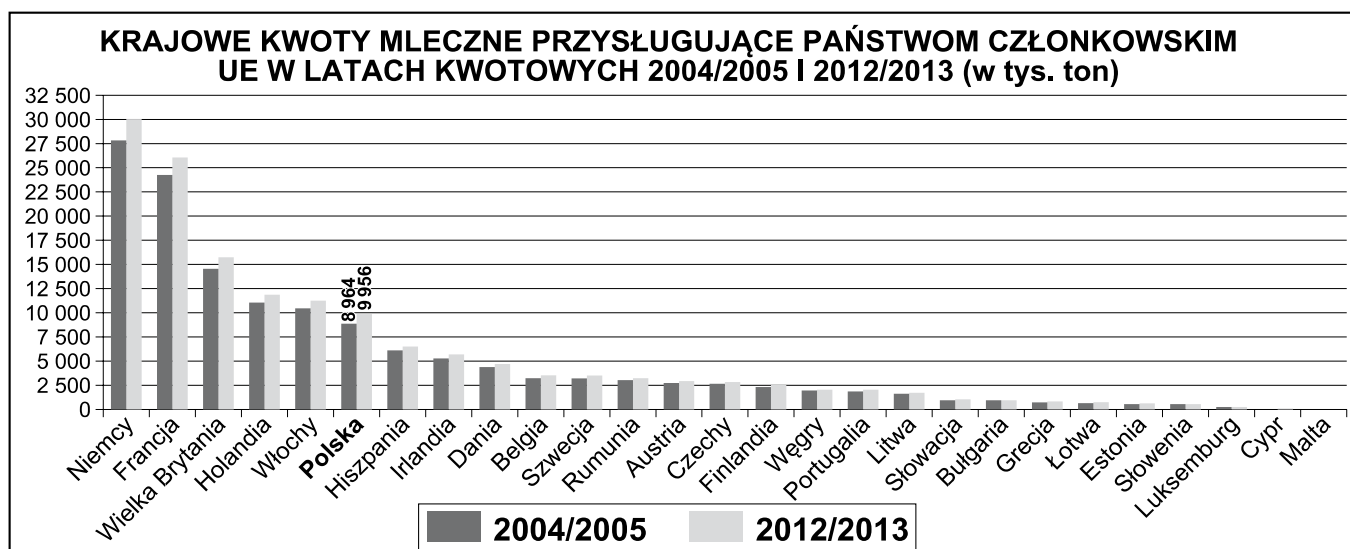
Rynek mleka w Unii Europejskiej, jak podaje Hanna Rasz [5], należy do najsilniej chronionych rynków. Stosowanych jest tutaj wiele narzędzi interwencji wewnętrznej i zewnętrznej. Podstawowym instrumentem zapewniającym równowagę na rynku i rozwój sektora mleczarskiego jest obecnie system kwotowania produkcji mleka. Został on wprowadzony początkowo na okres 5 lat – od 4 kwietnia 1984 r. do 31 marca 1989 r. Pozytywne doświadczenia w kolejnych latach spowodowały, że system ten nazywany największym mechanizmem Wspólnej Polityki Rolnej z powodzeniem funkcjonuje do dnia dzisiejszego [5].

W związku z planowaną akcesją Polski do UE, sektor mleczarski musiał się dostosować do wymagań związanych z kwotowaniem produkcji mleka. Wiązało się to ze stworzeniem efektywnego systemu limitowania produkcji mleczarskiej oraz sprawnego systemu jego administrowania. Zadania administracyjne w tym zakresie przyjęła w 2001 r. i realizuje nadal Agencja Rynku Rolnego.

Jako główne zalety wprowadzenia systemu limitowania produkcji mleka podawano ograniczenie produkcji mleka w poszczególnych krajach, przyspieszenie procesu koncentracji produkcji, stabilizację dochodów gospodarstw mleczarskich a także wzrost spożycia mleka i jego przetworów. System przez cały czas ewaluował fundamentalne zasady dotyczące rodzajów kwot oraz odpowiedzialności finansowej producentów za przekroczenie limitów produkcyjnych.

**Celem artykułu jest przedstawienie zasad mechanizmu limitowania ilości produkowanego mleka, obowiązującego w krajach Unii Europejskiej.**





\*dla Bułgarii i Rumunii rokiem odniesienia do roku kwotowego 2004/2005 jest rok kwotowy 2008/2009

**Rys. 1. Krajowe kwoty mleczne przysługujące krajom członkowskim w UE w latach 2004/2005 oraz 2012/2013 (w tys. ton).**

**Fig. 1. National milk quotas enjoyed by member states in the EU between 2004/2005 and 2012/2013 in thousand/t.**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3]

## ZASADY KWOTOWANIA (LIMITOWANIA) PRODUKCJI MLEKA

Każdy kraj członkowski Unii Europejskiej posiada przydzielony limit produkcji mleka. Jest to limit jaki dany kraj może wyprodukować w ciągu roku i wprowadzić na rynek UE. W skład tego limitu wchodzi limit przeznaczony dla producentów dostarczających mleko do podmiotów skupujących (kwota hurtowa) oraz limit przeznaczony dla producentów produkujących i przetwarzających mleko w swoich gospodarstwach a także dokonujących sprzedaży bezpośrednio konsumentom (kwota sprzedaży bezpośredniej) [4].

Analizując powyższy wykres można powiedzieć, że najwyższe krajowe kwoty mleczne przysługują Niemcom, Francji, Wielkiej Brytanii, Holandii oraz Włochom. Polska plasuje się w badanym okresie na szóstej pozycji.

Limit produkcyjny dla Polski został ustalony 13 grudnia 2002 roku na szczycie Unii Europejskiej w Kopenhadze w wysokości 8 964 017 ton, a w tym 8 500 000 ton jako krajowa kwota mleczna dla dostawców hurtowych i 464 017 ton jako krajowa kwota mleczna dla dostawców bezpośrednich. Ponadto została określona rezerwa restrukturyzacyjna w wysokości 416 126 ton.

W przypadku Polski była to szósta co do wielkości kwota narodowa w Unii Europejskiej.

Proporcje pomiędzy poszczególnymi limitami: hurtowym i bezpośrednim są różne w poszczególnych krajach. Znacząco większą część limitu stanowi wielkość limitu sprzedaży hurtowej.

Na podstawie roku referencyjnego (1 kwietnia 2002 r. – 31 marca 2003 r.) dokonany został podział wynegocjowanej krajowej kwoty pomiędzy producentów i tak od 1 kwietnia 2004 roku w Polsce ruszył mechanizm kwotowania produkcji mleka [6].

Rok rozliczeniowy, tzw. rok kwotowy trwa od 1 kwietnia do 31 marca roku następnego. Na koniec roku kwotowego wszystkie dostawy mleka danego kraju są bilansowane. W przypadku nadprodukcji pobierana jest od producentów opłata specjalna jako sankcja z tytułu przekroczenia limitów produkcyjnych. Założeniem kwotowania jest bowiem aby producenci wprowadzali do obrotu ilości mleka określone przyznanym limitem. Zbilansowaniu podlega suma dostaw mleka w całym kraju. W przypadku nie przekroczenia narodowej kwoty żaden producent nie jest zobligowany do płacenia opłaty, nawet jeżeli przekroczył swój indywidualny limit [3].

W ramach administrowania mechanizmem we wszystkich krajach członkowskich przeprowadzane są kontrole realizacji. Odbywają się one w podmiotach skupujących i przetwarzających mleko od producentów oraz u samych producentów wprowadzających mleko i jego przetwory na rynek. Kontrole przeprowadzane są w celu ustalenia czy nałożone na nich obowiązki są wypełniane.

Podmiot, który zamierza dokonywać skupu mleka od dostawców hurtowych, musi być wpisany do prowadzonego przez Prezesa ARR Rejestru Podmiotów Skupujących Mleko.

Podmioty skupujące mleko zobowiązane są do przekazywania do właściwego miejscowo dyrektora OT ARR kompleksowego raportu dotyczącego ilości skupionego mleka w okresach miesięcznych oraz w rozliczeniu rocznym do organu administrującego kwotami (w przypadku Polski do Agencji Rynku Rolnego). Dostawcy bezpośredni mają obowiązek prowadzić miesięczny rejestr mleka i przetworów mlecznych oraz przekazywać do dyrektora OT ARR, właściwego ze względu na adres zamieszkania albo siedzibę dostawcy, w terminie do 14 maja informację za poprzedni rok kwotowy o ilości mleka i przetworów mlecznych wyprodukowanych i wprowadzonych do obrotu.

**Tabela 1. Krajowe kwoty mleczne przysługujące państwu członkowskim UE w latach kwotowych 2004/2005 i 2012/2013 (w tys. ton)**

**Table 1. National milk quotas enjoyed by EU Member States in the quota 2004/2005 and 2012/2013 in thousand/t**

| tys. ton        | 2004/2005    | 2012/2013    |
|-----------------|--------------|--------------|
| Niemcy          | 27 865       | 30 019       |
| Francja         | 24 236       | 26 110       |
| Wielka Brytania | 14 610       | 15 739       |
| Holandia        | 11 075       | 11 931       |
| Włochy          | 10 530       | 11 289       |
| <b>Polska</b>   | <b>8 964</b> | <b>9 956</b> |
| Hiszpania       | 6 117        | 6 493        |
| Irlandia        | 5 396        | 5 727        |
| Dania           | 4 455        | 4 800        |
| Belgia          | 3 310        | 3 566        |
| Szwecja         | 3 303        | 3 558        |
| Rumunia*        | 3 118        | 3 245        |
| Austria         | 2 749        | 2 963        |
| Czechy          | 2 682        | 2 906        |
| Finlandia       | 2 407        | 2 593        |
| Węgry           | 1 947        | 2 112        |
| Portugalia      | 1 870        | 2 068        |
| Litwa           | 1 647        | 1 810        |
| Słowacja        | 1 013        | 1 105        |
| Bułgaria*       | 999          | 1 039        |
| Grecja          | 821          | 871          |
| Łotwa           | 695          | 773          |
| Estonia         | 624          | 686          |
| Słowenia        | 560          | 612          |
| Luksemburg      | 269          | 290          |
| Cypr            | 145          | 154          |
| Malta           | 49           | 52           |
|                 | 141 456      | 152 467      |

\*dla Bułgarii i Rumunii rokiem odniesienia do roku kwotowego 2004/2005 jest rok kwotowy 2008/2009

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie [3]

W przypadku dostawców hurtowych, obowiązki sprawozdawcze wynikające z ustawy wykonują podmioty skupujące przekazując informacje również do dostawców.

Gdy zaistnieje sytuacja przekroczenia limitu produkcyjnego, podmioty skupujące pobierają należne opłaty od producentów mleka i przekazują należną sumę do organu administracyjnego przed 1 października danego roku [1].

Producenci mleka mogą dokonywać obrotu posiadanymi kwotami tj: kupna, sprzedaży oraz oddania w używanie z innymi posiadaczami gospodarstw rolnych. Operacje wymagają zatwierdzenia przez właściwego Dyrektora OT ARR.

Prawidłowe funkcjonowanie systemu kwotowania produkcji mleka wymaga ścisłej współpracy między administracją państwową, podmiotami skupującymi oraz producentami mleka.

## PODSUMOWANIE

Mechanizm kwotowania produkcji mleka funkcjonujący w Unii Europejskiej od wielu lat jest systemem służącym stabilizacji i rozwojowi sektora mleczarskiego. Realizowane w ramach Wspólnej Polityki Rolnej reformy przedłużały sukcesywnie funkcjonowanie powyższego systemu. Przeprowadzona w 2010 roku analiza na europejskim i światowym rynku mleka poskutkowała jednak podjęciem decyzji o zniesieniu kwotowania produkcji mleka w 2015 roku.

Przyszłość sektora mleczarskiego jest istotnym tematem dyskusji w Unii Europejskiej. Sektor ten w znacznym stopniu będzie kształtowany przez reformy wspólnej polityki rolnej zmierzające do liberalizacji rynków rolnych, które mają być wolne od systemu kwotowania produkcji mleka a tym samym otwarte i bardziej konkurencyjne. Po zniesieniu kwotowania produkcji mleka będzie obowiązywała nielimitowana produkcja mleka a co za tym idzie o możliwości sprzedaży będzie decydował wolny rynek. Planowane jest utrzymanie monitoringu rynku oraz opcjonalne stosowanie instrumentów regulujących rynek, między innymi takich jak wspieranie konsumpcji czy przechowywanie trwałych produktów mlecznych.

Wraz ze zniesieniem limitowania produkcji mleka wiąże się nadzieje jak i obawy co do kierunków rozwoju tego rynku, sytuacji popytowo-podażowej a także zmian w funkcjonowaniu podmiotów działających w tym sektorze.

## LITERATURA

- [1] **KASZTELAN P. 2008.** Kwotowanie produkcji mleka – stan obecny oraz perspektywa likwidacji. Zeszyty Naukowe SGGW – Problemy Rolnictwa, 04 (19) I. Warszawa, 2008.
- [2] **KASZTELAN P. 2009.** *System regulacji produkcji mleka w Polsce.* Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G, T. 96, z 1.
- [3] **Kwotowanie Produkcji Mleka. 2012.** ARR, Warszawa.
- [4] **OKAPIEC J. PAROL K. 2008.** Produkcja mleka – bilans roku kwotowego 2007/2008. Biuletyn Informacyjny ARR nr 7, Warszawa.
- [5] **RASZ H. 2002.** System regulacji rynku mleka w Unii Europejskiej i w Polsce – Biuro Studiów i Ekspertyz. Luty nr 883.
- [6] **Rynek mleka. Stan i perspektywy. 2007.** IERiGŻ-Państwowy Instytut Badawczy, ARR, MRiRW, Warszawa, październik nr 33.
- [7] **ŚWIERZAWSKA M. 2008.** Sektor mleczarski w UE – debata nad przyszłością. Biuletyn Informacyjny ARR.

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

## KONGRES EKONOMISTÓW POLSKICH. OMÓWIENIE TEMATYKI NAUKOWEJ DOTYCZĄCEJ SEKTORA ROLNO-ŻYWNOŚCIOWEGO I JEGO OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO ORAZ EKOLOGICZNEGO®

The Congress of Polish Economists. Discussion to scientific subject concerning agri-food sector and social-economic as well as ecological environment®

*Kongres Ekonomistów Polskich potwierdził, że nauki ekonomiczne (ekonomia teoretyczna i nauki stosowane) zajmują się wieloma obszarami badawczymi oraz aktualnymi problemami polskiego rozwoju społeczno-gospodarczego, w tym sektora rolno-żywnościowego i wsi. Opierają się na doświadczeniach polskich i zagranicznych w zakresie praktyki gospodarczej, jak i dorobku naukowym, zarówno polskim, jak i zagranicznym. Wielu autorów referatów odrzuca ekonomię neoklasyczną na rzecz ekonomii zrównoważonego rozwoju. Trudno jednakże, przynajmniej na razie, mówić o polskiej szkole, czy polskiej teorii rozwoju społeczno-gospodarczego, mimo pewnych doświadczeń i analiz naukowych dotyczących transformacji ustrojowej w Polsce.*

*Pomimo różnorodności tematyki Kongresu poświęconej sektorowi rolno-żywnościowemu i wsi nie omówiono dostatecznie wszystkich problemów, np. dotyczących polskiego przemysłu rolno-spożywczego, bezpieczeństwa żywności (food safety), zagrożeń dla naturalnego środowiska przyrodniczego, (jakości życia na wsi) związanych z rosnącą koncentracją produkcji i stosowaniem nowych technologii (np. ciężkiego sprzętu na gruntach marginalnych, łąkowych) oraz sfer ubóstwa na wsi. Prezentowane referaty prawie wcale nie pokazywały ujemnych skutków modernizacji rolnictwa, zmian struktury agrarnej (gwałtowny spadek pogłowia zwierząt gospodarskich w gospodarstwach mniejszych obszarowo, zanikanie etosu pracy na wsi) a także, negatywnych skutków dla rynku żywnościowego, rozwoju biogospodarki, (zbyt restrykcyjne przepisy administracyjno-weterynaryjne dotyczące gospodarstw rolnych, zniechęcające do produkcji, zwłaszcza zwierzęcej, wzrost cen żywności). Mimo tych zastrzeżeń, referaty Kongresu, dotyczące sektora rolno-żywnościowego i wsi, należy ocenić pozytywnie, jako przyczynek do dyskusji nad przyszłością sektora.*

*The Congress of Polish Economists has proven that economic science (both theoretical economics and applied science) deals with multiple research areas, as well as the most current issues in Polish socio-economic development within the agri-food sector and rural areas. Based on the Polish and international experience in the economic practice and scientific achievements; many authors reject neoclassical economics in favor of sustainable development economics. It is difficult, to talk about the Polish school or Polish theory of socio-economic development, despite some experience and scientific analysis concerning the political transformation in Poland.*

*Despite the variety of papers about the agri-food sector and rural areas – problems such as the Polish agri-food industry, food safety, threats to the natural environment (quality of life in rural areas) eg., use of heavy equipment on marginal land and meadow, and poverty in rural areas are not discussed enough. Presented papers barely mention the negative effects of agricultural modernization, changes in the agrarian structure (eg, sharp decline in the number of livestock on smaller farms and the decline of interest in farming), the negative effects of bio economy development on the food market, overly restrictive veterinary administrative regulations on farms discouraging production, especially livestock, and the increase of food prices. Despite these reservations, the papers of Congress, on the agri-food sector and rural areas, should be viewed positively, as a contribution to the discussion on the future of the sector.*

## WSTĘP

Kongres Ekonomistów Polskich (Warszawa listopad 2013 roku) odbywał się, w warunkach globalnego kryzysu gospodarczo-finansowego oraz polskiej transformacji ustrojowej i akcesji Polski do Unii Europejskiej (UE). Kongres obejmował bardzo obszerną tematykę, przełomową dla polskiego rozwoju społeczno-gospodarczego i tym samym bardzo interesującą dla przedstawicieli nauki oraz praktyki (w tym polityki) gospodarczej. Tematyka Kongresu określała, jaką kondycję ma współczesna polska ekonomia, zarówno teoretyczna, jak i nauki ekonomiczne stosowane; na jakich teoriach i metodach analiz jest oparta, czy ma polską specyfikę, a przede wszystkim na ile skutecznie i trafnie oddziałuje na transformację i rozwój społeczno-gospodarczy w poszczególnych branżach i regionach kraju, jakie są bariery i niekorzystne aspekty tego rozwoju?

W niniejszym artykule zajmujemy się głównie tematyką Kongresu, odnoszącą się do sektora rolno-żywnościowego i jego otoczenia wiejskiego i przyrodniczego. W tym sektorze, widoczne są istotne zmiany strukturalne, głównie pozytywne, ale nie brakuje również niekorzystnych aspektów tych zmian [2]. Często nie dostrzega się ich ze względu na kompensujące, poniekąd, działanie względnie dużego wsparcia finansowego tego sektora, zarówno poprzez środki unijne, jak i krajowe.

**Celem artykułu jest omówienie referatów kongresowych, poświęconych sektorowi rolno-żywnościowemu i jego otoczeniu oraz odpowiedź na pytanie – na ile oddają one prawdziwy obraz restrukturyzacji sektora i problemy jego funkcjonowania i rozwoju?**

## SEKTOR ROLNO-ŻYWNOCIOWY I JEGO OTOCZENIE SPOŁECZNO-GOSPODARCZE ORAZ EKOLOGICZNE

*W materiałach pokongresowych [3] stwierdza się: Celem... debaty jest prezentacja najnowszych wyników badań naukowych... wymiana doświadczeń ekonomistów reprezentujących środowiska naukowców i praktyków, polityków... Kongres... odbywa się w szczególnych warunkach kształtujących się jako następstwo globalnego... kryzysu gospodarczego i finansowego (zapoczątkowanego w latach 2007/2008) w USA.*

*Ponadto, stwierdza się, że analizowany jest i poddawany wnikliwej analizie dorobek... procesu transformacji ustrojowej w Polsce, a także oceniane są rezultaty wstąpienia w 2004r. Polski do Unii Europejskiej.*

Zawarte w referatach treści tworzą pewien obraz stanu teorii ekonomii. Jednak według materiałów pokongresowych, oceny tego stanu i jego oddziaływania na rzeczywistość społeczno-gospodarczą nie są jednorodne.

Jeżeli chodzi o transformację ustrojową, to podkreślono (Wprowadzenie do materiałów pokongresowych za K. Modzelewskim) – złożoność transformacji ustrojowej i występujące w jej procesie dylematy i rozczarowania.

Naszym zdaniem, dotyczy to również integracji Polski z UE. Świadczy o tym np. duża emigracja zarobkowa, wysokie bezrobocie i rozszerzające się ubóstwo, znacząca

wielkość długu publicznego i wysokie zadłużenie gospodarstw domowych, wysokie i rosnące ceny żywności, powolna odbudowa wolumenu produkcji rolniczej sprzed 1989 roku, wzrost importochłonności eksportu rolno-żywnościowego. W sektorze rolno-żywnościowym można dostrzec również inne niekorzystne zjawiska. Rosną np. ceny środków produkcji, co stymuluje tendencję do wspomnianego wzrostu cen żywności. Spada lub wręcz zanika produkcja rolnicza w niektórych dziedzinach, zwłaszcza w gospodarstwach mniejszych obszarowo, ze względu na ograniczone możliwości zbytu i wdrożone unijne restrykcje administracyjno-weterynaryjne, dotyczące sfery produkcji i obrotu rolno-żywnościowego. Powoduje to wzrost ubóstwa (brak produkcji na samozaopatrzenie gospodarstw), zanik etosu pracy w niektórych gospodarstwach i rodzinach rolniczych oraz w rejonach popegeerowskich. Świadczy TO o dużych kosztach społecznych transformacji ustrojowej i integracji z Unią Europejską. Zanik produkcji rolniczej na niektórych obszarach, w tym na trwałych użytkach rolnych (ze względu na brak produkcji zwierzęcej), powoduje ich degradację i trwałe wyłączenie z produkcji.

Jak twierdzi w swym referacie kongresowym A. Arendarski – w 2004 roku aparat państwowy nie był przygotowany na wielką zmianę jakościową, jaką była akcesja do UE. Prawie dziesięć lat po akcesji prawnicy nie są w stanie jednoznacznie określić, czy ważniejsze jest prawo wspólnotowe, czy krajowe. Naszym zdaniem, między innymi, dlatego wdrożono mechanistycznie, opierając się na przepisach unijnych, niezwykle restrykcyjne i niezyciowe przepisy administracyjno-weterynaryjne, zniechęcające rolników do chowu i hodowli zwierząt gospodarskich.

M. Belka zwraca w swoim referacie uwagę na rolę, jaką ekonomiści winni pełnić w życiu gospodarczym cytując N. M. Mankiwa: „*Bóg zesłał makroekonomistów na ziemię nie po to, by formułowali i weryfikowali eleganckie teorie, ale by rozwiązywali praktyczne problemy*”. Podsumowując, stwierdził: „*W wymienionych przeze mnie wcześniej nowych zjawiskach w ekonomii i w polityce gospodarczej ślady takiego myślenia są dość wyraźne-mogą one nadawać pracy ekonomistów w większym stopniu ten „inżynierski” charakter. Ekonomiści powinni, bowiem, w większym znaczenie niż dotychczas stopniu konstruować pewne elementy otaczającego nas świata korzystając ze sprawdzonej metodyki poszukiwania odpowiedzi na pytania o „skutki przyczyn”, byleby tylko po raz kolejny piękno i matematyczna elegancja nie zastąpiły w tych rozważaniach prawdy i silnych związków z rzeczywistością.*”

Analizując stan makroekonomii po wybuchu kryzysu M. Belka [1. s. 22-26], podobnie jak Spiegler i Milberg (2011) [1. s. 23] stwierdził, że obecne propozycje zmian prezentowane w literaturze przedmiotu można zakwalifikować do jednej z czterech grup:

1. Współczesna ekonomia nie wymaga zmian, znakomicie nadaje się do objaśnienia rzeczywistości zarówno tej kryzysowej jak i pokryzysowej.
2. Konieczne jest uwzględnianie sektora finansowego w makroekonomii. Poglądy zaliczane do tej grupy sugerują potrzebę odmiennego podejścia do modelowania sektora finansowego i rynków finansowych



(odejście od hipotezy efektywności rynku jako podstawy funkcjonowania sektora finansowego).

3. Stosowane obecnie modele są nieadekwatne do złożonej rzeczywistości (zmiany metodologii).
4. Konieczne jest ściślejsze powiązanie ekonomii jako dyscypliny naukowej z praktyką gospodarczą. Grupa ta w odróżnieniu od poglądów trzeciej grupy z założenia odrzuca podejście zaliczane dotychczas do głównego nurtu ekonomii Hodgson [1.s.24] (2009) „*najważniejsze i najpilniejsze dla uzdrowienia ekonomii jest odrzucenie stosowania matematyki w badaniach ekonomicznych i w nauczaniu ekonomii jako samostanowienia celu.*” Lawson [1. s.24] (2009) idzie jeszcze dalej twierdząc, iż: „*natura i warunki rzeczywistości społecznej są takie, iż formy matematycznego rozumowania dedukcyjnego ulubione przez ekonomistów są prawie zupełnie nieadekwatne w roli narzędzi wnikliwej analizy społecznej*” (s.763).

Poglądy reprezentowane przez zwolenników czwartej grupy zyskują coraz większe uznanie szczególnie, że są oni wspierani przez praktykę z bankowości centralnej. Kryzys spowodował, że banki centralne traktowane w koncepcjach teoretycznych wyłącznie, jako podmioty prowadzące politykę pieniężną muszą angażować się na wielką skalę, zdaniem M. Belki, „*w działania interwencyjne nakierowane na sprawne funkcjonowanie sektora finansowego, a nie tylko bankowego. Inną ważną przyczyną tego zaangażowania się banków centralnych w stabilność finansową była ich tradycyjna rola pożyczkodawcy ostatniej instancji znana, co najmniej od XIX wieku. Nie bez znaczenia pozostawała też tutaj sprawność proceduralna i krótszy czas potrzebny na podejmowanie decyzji - wspieranie systemu finansowego narzędziami o charakterze fiskalnym wymaga zwykle zaangażowania parlamentu, co z natury rzeczy czyni ten sposób postępowania bardziej skomplikowanym i czasochłonnym.*”

Bez względu jednak na przyczyny zaangażowania się banków centralnych w wielu krajach rozwiniętych w szeroko rozumiany obszar stabilności finansowej ich przyzwyczajenie do opierania swoich działań na naukowych podstawach kreuje silny popyt na rozwiązania modelowe i analityczne, które będą łączyć w sobie finanse i makroekonomie. Wylaniający się konsensus, co do konieczności wprowadzenia do polityki makroekonomicznej nowej jej odmiany, nazywanej już powszechnie polityką makro ostrożnościową, akceptuje zaś – jak się wydaje wiodącą rolę banku centralnego w jej projektowaniu i implementacji, choć instytucjonalne rozwiązania przyjmowane w różnych krajach różnią się niekiedy, co do szczegółów.” Przedstawiona powyżej propozycja rozszerzenia zadań dla banku centralnego z jego dotychczasowego działania w zakresie stabilizacji cen na stabilizację całej gospodarki byłaby bardzo korzystną dla rozwoju polskiego sektora rolno-żywnościowego i jego otoczenia społeczno-gospodarczego i ekologicznego.

Na praktyczne znaczenie ekonomii i ekonomik branżowych (w tym nauk o zarządzaniu) w odniesieniu do transformacji ustrojowej za „złoty środek” i warunek rozwoju post socjalistycznego uważa się, jakoś zarządzania, (referat K. Koźmińskiego). Odnosi się wrażenie, że gospodarowanie

w sektorze rolno-żywnościowym może powodować spychanie na plan drugi nie tylko nauk techniczno-rolniczych, ale mikroekonomiki rolnictwa oraz po części ekonomiki rolnictwa na rzecz wiedzy o rynku i finansach. Świadczy o tym szybka „kariera” słowa *agrobiznes* i dyscypliny naukowej obejmującej problemy *agrobiznesu*. Deprecjonuje to rangę i znaczenie gospodarczo-społeczne produkcji rolniczej, zwłaszcza podmiotów produkcyjnych, jakimi są gospodarstwa rolne, zwłaszcza mniejsze obszarowo.

Z sektorem rolno-żywnościowym wiąże się referat kongresowy Z. Sadowskiego o wymownym tytule – *Rozwój gospodarczy i bieda*. Autor stwierdza, że w perspektywie obecnego stulecia zagrożenie społeczne, wynikające z narastających nierówności podziału, stało się już groźniejsze od zagrożenia ekologicznego.

Naszym zdaniem, dotyczy to również obszarów wiejskich, gdzie w wyniku dokonanej restrukturyzacji, między innymi poprzez likwidację Państwowych Gospodarstw Rolnych i Rolniczych Spółdzielni Produkcyjnych, ukształtowały się pierwsze post socjalistyczne rejony biedy i wykluczenia społecznego. Uważamy, że obecnie rozszerzają się one na niektóre tereny, gdzie na skutek realizowanej restrukturyzacji gospodarstw indywidualnych, zanika produkcja rolnicza w drobnych gospodarstwach rolnych. Zjawisko to może się nasilić w przypadku zaostrzenia się w Polsce kryzysu gospodarczego.

Na Kongresie Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego (PTE) 30 referatów (spośród 300 wygłoszonych) poświęcono sektorowi rolno-żywnościowemu i jego otoczeniu. Referaty dotyczyły 10 głównych obszarów tematycznych, a mianowicie:

1. Aspekty mikro- i makroekonomiczne sektora rolnego (zasobów i nakładów, dochodów, wydajności pracy, usług, koniunktury gospodarczej, interwencjonizmu rynkowego) – 11 referatów,
2. Agrobiznes; przepływy międzygałęziowe – 1 referat,
3. Agroturystyka – 1 referat,
4. Wieś – 1 referat,
5. Przemysł rolno-spożywczy (przedsiębiorstwo) – 1 referat,
6. Biopaliwa i biogospodarka – 2 referaty,
7. Bezpieczeństwo żywnościowe – 2 referaty,
8. Ekologia i zrównoważony rozwój – 2 referaty,
9. Handel zagraniczny – 2 referaty,
10. Wspólna polityka rolna Unii Europejskiej – 4 referaty,
11. Inne.

Widać, że zamierzano omówić wszystkie istotne obszary nauki o sektorze rolno-żywnościowym i jego otoczeniu, ale najprawdopodobniej ograniczona możliwość pozyskania referatów i ograniczenia czasowe podczas ich prezentacji, spowodowały dysproporcje w poszczególnych obszarach tematycznych. Problem nie byłby tak istotny gdyby nieliczne, czy pojedyncze referaty omawiały całą tematykę danego obszaru. Tymczasem, **większość referatów zajmuje się, co jest zrozumiałe, wąską, skanalizowaną problematyką, a więc nie odnosi się do wszystkich najważniejszych**

kwestii istotnych w danym obszarze tematycznym. Opisuje i analizuje dane zjawiska, wyciąga optymistyczne wnioski i prognozy, ale w większości przypadków nie omawia i nie ocenia uwarunkowań i barier rozwojowych, widocznych już szczególnie w niektórych aspektach, po dziesięciu latach akcesji polskiego sektora rolno-żywnościowego do gospodarki unijnej. Widać, że Kongres miał z założenia nie tylko podsumowywać dorobek nauk ekonomicznych (teoretycznych i stosowanych) za okres od ostatniego Kongresu, (referaty wprowadzające w ramach części plenarnej Kongresu), ale również wypunktować i omówić problematykę, którą aktualnie zajmują się te nauki. Niestety trzeba stwierdzić, że **wy ogłoszone referaty nie wyczerpały wszystkich obszarów tematycznych, a przede wszystkim, całości ich problematyki.**

Zaprezentowane na Kongresie referaty (według 10 wymienionych obszarów tematycznych) [3], można skomentować następująco:

#### Ad. 1.

- Referat A. Baer-Nawrockiej, dotyczy parytetu dochodów rolniczych w UE. Autorka opiera się na dorobku polskiej ekonomiki rolnictwa, zwracając uwagę na zjawiska - niewydolności dochodowej rolnictwa oraz dysparytetu dochodów (rolnictwo – działy pozarolnicze) w państwach unijnych. Zjawiska te są neutralizowane do pewnego stopnia w wyniku wsparcia budżetowego rolnictwa (płatności bezpośrednich). Dysparytet dochodów (rolnictwo- działy pozarolnicze) zmniejsza się wraz ze wzrostem wydajności pracy w rolnictwie;
- Referat A. Grzelaka, dotyczący reakcji rolnictwa na zmiany koniunktury gospodarczej stwierdza, że rolnictwo jest niestety mało odporne na zmiany koniunktury gospodarczej. Jest to zrozumiałe ze względu na silne uzależnienie rolnictwa od popytu rynkowego (powszechność codziennej konsumpcji artykułów rolno-żywnościowych);
- Referat W. Czubaka, dotyczy inwestycji w polskim rolnictwie w kontekście wdrażania wspólnej polityki rolnej UE. Autor pozytywnie ocenia procesy inwestycyjne w polskim rolnictwie, pozwalające na jego unowocześnienie i racjonalizację produkcji rolniczej. Ponadto podkreśla on polski fenomen, mianowicie duży popyt na środki inwestycyjne w części polskich gospodarstw rolnych, co świadczy o dużej witalności polskich producentów rolno-żywnościowych;
- Referat A. Czyżewskiego, dotyczący ziemi i jej rent w rozwoju rolnictwa, stwierdza, że obecnie w paradygmacie rolnictwa zrównoważonego w odróżnieniu od industrialnego modelu rozwoju (maksymalizowanie nadwyżki ekonomicznej) – występuje integralność celów ekonomicznych, społecznych i środowiskowych. Istota gospodarowania rolniczego w ramach wspólnej polityki rolnej ma więc szerszy (wielofunkcyjny wymiar) niż przed 2004 rokiem;
- Referat S. Jarka, dotyczy wydajności pracy w rolnictwie (zwłaszcza w dużych przedsiębiorstwach rolniczych). Po akcesji Polski do UE wzrosła relatywnie (w odniesieniu do działów pozarolniczych), wydajność pracy w rolnictwie, zwłaszcza w gospodarstwach (przedsiębiorstwach) dużych. Autor wyciąga wnioski, że poziom wydajności pracy *wiąże się z tempem zmian w strukturze agrarnej*. To prawda, chociaż naszym zdaniem, (referat A. Czyżewskiego), celem rozwoju rolnictwa jest nie tylko rozwój ekonomiczny, ale również rozwój jego funkcji w stosunku do otoczenia rolnictwa, tj. funkcji społecznych i środowiskowych (ekologicznych). Uważamy, że zmiany w strukturze agrarnej powinny mieć charakter ewolucyjny i nie powinny być sztucznie przyspieszane, ze względu, na buforową funkcję drobniejszych gospodarstw rolnych w okresach kryzysów gospodarczych, (nie mówiąc o kryzysach polityczno-militarnych). Dla rolnictwa szczególnie ważnym byłoby wykorzystanie współczesnych technologii przemysłowych i informatycznych w zakresie rozwoju produkcji o charakterze pozarolniczym, pozwalających na powstawanie nowych miejsc pracy na obszarach wiejskich;
- Referat M. Kołodziejczak, dotyczy usług w rolnictwie (rolniczych, weterynaryjnych i pośrednictwa finansowego). Autorka stwierdza, że wartość usług wzrosła w UE, w tym w Polsce, pomiędzy 2007 a 2012 rokiem, co świadczy o rozwoju rolnictwa;
- Referat P. Kułyka, dotyczy zmian w finansowaniu rolnictwa w okresie po-kryzysowym. Autor kwestionuje (*rozważając zagadnienie na gruncie nowej ekonomii instytucjonalnej, w tym także wyboru publicznego*) celowość zewnętrznego wsparcia rolnictwa. Naszym zdaniem, tak liberalne podejście do finansowania rolnictwa w ramach wspólnej polityki rolnej nie uwzględni jego specyfiki (naturalnie niska dochodowość, niewydolności finansowa, słaba pozycja na rynku) i jest niezrozumiałe np. w świetle niektórych, w tym omawianych wcześniej referatów;
- Referat: D. Kisz, S. Gędek, R. Kata, dotyczy egzogenicznych uwarunkowań inwestycji w polskim rolnictwie. Autorzy podkreślają pozytywną rolę dofinansowania zewnętrznego inwestycji w rozwoju polskiego rolnictwa, zwłaszcza wobec wielu istotnych barier rozwojowych, takich jak: wadliwa struktura agrarna i społeczno-zawodowa, zapóźnienie technologiczne, rosnące wymagania w zakresie jakości i bezpieczeństwa żywności, ochrony środowiska, czy warunków utrzymywania zwierząt gospodarskich (dobrostanu);
- Referat: W. Musiał, T. Wojewodziec, dotyczący przemian agrarnych w Polsce, słusznie zwraca uwagę na postępującą *dezagrarnizację* na wsi, np. w rejonach górskich, *zanik kultury wiejskiej i ludowej związanej z pracami polowymi, nic nie robienie, życie jak w mieście* (w ok. 700 tysiącach drobnych gospodarstw rolnych w ogóle zanikła produkcja zwierzęca – dopisek autorów artykułu), ale proponuje, mgliste i nierealne, naszym zdaniem, rozwiązania typu *ponowne podjęcie zbiorczego... wypasu zwierząt*. Trzeba podkreślić, że prawie zaniknął chów zwierząt w drobnych gospodarstwach, np. owiec i nie odrodzi się on, jeśli nie

wesprze się finansowo tego chowu, zwłaszcza na etapie odbudowy pogłowia zwierząt, nie zracjonalizuje się rynku zbytu, a przede wszystkim nie „odblokuje się” uboju i obrotu lokalnego (np. owiec), poprzez liberalizację przepisów administracyjno-weterynaryjnych;

- Referat K. Smędzik-Ambrozy, dotyczący zmniejszenia różnicowania (konwergencji) w polskim rolnictwie po akcesji do UE, stwierdza, że *po akcesji Polski do UE poziom różnicowań w rozwoju ekonomicznym rolnictwa, zarówno pomiędzy regionami o odmiennych, jak i podobnych uwarunkowaniach przyrodniczych, nie zmienił się*. Naszym zdaniem, jest to zrozumiiałe, ponieważ na wyrównywanie różnic ekonomiczno-społecznych pomiędzy danymi rejonami (i regionami) potrzeba bardzo długiego czasu;
- Referat B. Wieliczko, dotyczy wsparcia ekonomicznego rolnictwa w ramach wspólnej polityki rolnej. Pomiędzy 2004 a 2010 rokiem udział wsparcia zewnętrznego wzrósł w dochodach rolniczych, np. w Polsce z 19,6% do 34,3%, w Niemczech z 34,4 do 36,7%, w Wielkiej Brytanii zmalał z 47,9 do 38,8%. Autorka podkreśla, że wsparcie takie jest niezbędne, ze względu na potrzebę zagwarantowania długotrwałego bezpieczeństwa żywnościowego oraz utrzymania wielofunkcyjności rolnictwa unijnego.

Na podstawie powyższej analizy (najliczniejszej i najważniejszej grupy referatów kongresowych), dotyczącej sektora rolno-żywnościowego, można stwierdzić, że – mimo swej różnorodności, referaty nie pokrywają wszystkich obszarów ekonomiki rolnictwa a niektóre dotyczą problemów drugorzędnych. Autorzy prezentują sprzeczne poglądy na rozwój sektora rolno-żywnościowego, zwłaszcza w odniesieniu do zmian struktury agrarnej i wsparcia ekonomicznego sektora. Ponadto autorzy referatów na ogół unikają omawiania barier rozwojowych i pejoratywnych aspektów rozwoju rolnictwa. W jednym z referatów wprowadzie dość szeroko omawia się postępujący problem dezagraryzacji rolnictwa, nie wskazuje jednakże na jego uwarunkowania i przyczyny.

#### Ad. 2.

- Referat A. Mrówczyńskiej-Kamińskiej, dotyczący modelu przepływów międzygałęziowych do badania agrobiznesu, ocenia, że poprzez zastosowanie metody *input-output* zaproponowanej przez Leontiefa *można określić udział i znaczenie poszczególnych sfer gospodarki narodowej w produkcji żywności... można wskazać kierunek zmian w sektorze rolno-żywnościowym*.

#### Ad. 3.

- Referat A. Brelik, dotyczący zrównoważonego rozwoju agroturystyki udowadnia tezę, że wielofunkcyjne rolnictwo może odgrywać dużą rolę w dostarczaniu dóbr publicznych przez agroturystykę.

#### Ad. 4.

- Referat A. Parzonko, dotyczy koncepcji kształtowania się wsi i gospodarstw rolniczych – ewolucyjnej

lub „wymuszonej”. Autor nie określa jednakże swojego poglądu na ten temat, natomiast analizuje działania Programu PROW.

#### Ad. 5.

- Referat J. Szwackiej-Mokrzyckiej, dotyczący zachowań przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w okresie kryzysu gospodarczego, stwierdza, że działania mające na celu utrzymanie się na rynku przedsiębiorstw przemysłu spożywczego (mleczarskiego i tłuszczowego) są różne i zależą od wielkości tych przedsiębiorstw.

#### Ad. 6.

- Referat M. Borychowskiego, dotyczy biopaliw ciekłych głównie dla rolnictwa. Autor stwierdza, że wytwarzanie surowców zbożowych i oleistych (w dużych ilościach – dopisek autorów) wpływa stymulująco na rozwój produkcji biokomponentów płynnych. Duży popyt na surowce do produkcji biopaliw jest oczywiście korzystny dla producentów (lobby) surowców zbożowych, oleistych i innych. Nie wspomina jednakże w ogóle o głównym negatywnym efekcie produkcji biopaliw, jakim jest wzrost cen surowców rolniczych, pasz, a w efekcie żywności;
- Referat E. Ratajczak, dotyczący biogospodarki, podkreśla jej rolę w zakresie ograniczania globalnego ocieplenia, degradacji środowiska naturalnego i wyczerpywania się zasobów naturalnych. Ponownie (patrz poprzedni referat) zwracamy uwagę na konkurencyjną rolę biogospodarki w stosunku do rynku rolno-żywnościowego, o czym Autorka referatu nie wspomina. Wykorzystywanie nadmiernie dużych powierzchni użytków rolnych na produkcję biomasy (uprawa kukurydzy) zmniejszać będzie podaż surowców rolnych na cele żywnościowe i tym samym powodować wzrost cen żywności.

#### Ad. 7.

- Referat J. S. Zegara, dotyczący ekonomicznych aspektów bezpieczeństwa żywnościowego, stwierdza, że *neoklasyczna teoria ekonomiczna* (doskonała konkurencja na wolnym rynku) *nie rozwiązuje kwestii agrarnej* (i bezpieczeństwa żywnościowego – dopisek autorów), *co rodzi potrzebę nowej ekonomii agrarnej, która powinna mieścić się w nurcie ekonomii zrównoważonego rozwoju*;
- Referat A. Sadowskiego, dotyczy bezpieczeństwa żywnościowego w ujęciu ogólnoswiatowym. Autor podobnie jak J. S. Zegar, opowiada się za wdrażaniem rolnictwa zrównoważonego, tak jak w UE, w celu, między innymi zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego. Stwierdza, że *zrównoważony rozwój (w tym także realizowany w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego...) wymaga aktywnej roli państwa*.



**Ad. 8.**

- ▶ Referat A. Graczyk, dotyczy instrumentów polityki ekologicznej (w odniesieniu do OZE – odnawialnych źródeł energii) zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Autorka podkreśla, że w procesie zrównoważonego rozwoju OZE konieczne są instrumenty polityczno-prawne i ekonomiczne. Niezbędny jest więc interwencjonizm państwowy, co wyklucza ekonomia neoklasyczna, postulująca czystą gospodarkę rynkową;
- ▶ Referat T. Sobczyńskiego, dotyczy *konieczności intensyfikacji produkcji rolnej i wdrażania zasad rozwoju zrównoważonego*. Autor uważa, że *środowisko przyrodnicze jest na granicy zdolności do samoreprodukcji*, więc niezbędne jest realizowanie scenariusza oszczędzającego użytki rolne, przy minimalizacji obecnej intensywności gospodarowania, w tym intensywności nawożenia. Nieuzasadnione, jest wycofywanie rolnictwa z niektórych rejonów, gdyż warunkuje ono utrzymanie się powstałych dzięki rolnictwu *zespólów cenionych dzisiaj agrocenoz*.

**Ad. 9.**

- ▶ Referat K. Pawlak, dotyczy metodologicznych aspektów badań nad symulowanymi skutkami zmian polityki handlowej UE (redukcja cel i zniesienie dopłat do eksportu) w sektorze rolno-spożywczym. Na podstawie zastosowanej symulacji, autorka stwierdza że liberalizacja polityki handlowej UE w handlu rolno-żywnościowym, (przedmiot negocjacji w tzw. rundzie Doha, w ramach Światowej Organizacji Handlu – WTO) spowodowałaby *ograniczenie wartości eksportu wszystkich podstawowych grup produktów rolno-żywnościowych z UE-27, z wyjątkiem nasion oleistych*;
- ▶ Referat K. Kity i W. Poczty, dotyczący znaczenia krajów BRIC (Brazylia, Rosja, Indie, i Chin) w handlu rolno-żywnościowym Polski, stwierdza, że *w latach 2004-2012, rola krajów BRIC w całkowitym handlu rolno-spożywczym Polski pozostaje niewielka (z wyjątkiem Rosji), z tendencją spadkową*.

**Ad. 10.**

- ▶ Referat E. Szuby i W. Poczty, dotyczący efektów integracji Polski z UE w sektorze rolnym, stwierdza, że *przystąpienie Polski do UE... w istotny sposób wpłynęło na przemiany strukturalne oraz sytuację produkcyjną i dochodową w rolnictwie*; wzrosła konkurencyjność polskiego rolnictwa. Z taką opinią należy zgodzić się. W referacie podsumowującym 10-letni okres integracji Polski z UE niezbędne byłoby wskazanie ujemnych efektów tej integracji, których znaczenie może rosnać w przyszłości, zwłaszcza po 2020 roku, (zmniejszone zostanie unijne wsparcie dla polskiego rolnictwa i wsi) oraz w przypadku nieprzewidzianych kryzysów gospodarczo-politycznych;
- ▶ Referat A. Rzeszutko i W. Poczty, dotyczy istotnego znaczenia wspólnej polityki rolnej UE w procesie modernizacji rolnictwa w Polsce;

- ▶ Referat A. Czyżewskiego i S. Stępnia, dotyczący wspólnej polityki rolnej UE po 2014 roku, z polskiej perspektywy ocenia pozytywnie budżet unijny przeznaczony na realizację wspólnej polityki rolnej w Polsce, z czym należy się zgodzić [2]. Pozytywnie oceniają również, np. *przedłużenie uproszczonego systemu dopłat bezpośrednich dla nowych państw członkowskich (SAPS) oraz specjalne programy wsparcia dla małych gospodarstw i młodych producentów rolnych*;
- ▶ Referat A. Czyżewskiego i A. Matuszak, dotyczy komplementarności i substytucyjności wydatków budżetowych w krajowym i unijnym budżecie rolnym dla Polski. Autorzy stwierdzają między innymi, że *rolnictwo i wieś w Polsce są głównym beneficjentem netto procesu integracji Polski z UE (ogólna suma środków przekazanych w kolejnych latach Polsce przez UE była wielokrotnie wyższa od składki płaconej przez Polskę)*.

**WNIOSKI**

- ◆ Kongres Ekonomistów Polskich pokazał, że nauki ekonomiczne w Polsce prezentują szeroki, wieloraki zakres i podejmują analizę wielu aktualnych zagadnień rozwoju społeczno-gospodarczego (opartą na nowoczesnych metodach badawczych), w tym sektora rolno-żywnościowego. Polscy ekonomiści na ogół odrzucają ekonomię neoklasyczną na rzecz ekonomii zrównoważonego rozwoju. Mimo dużych doświadczeń polskiej ekonomii, dotyczących transformacji ustrojowej i integracji gospodarczej Polski z UE, wydaje się, że jest za wcześnie na mówienie o polskiej teorii rozwoju społeczno-gospodarczego (czy o polskiej szkole ekonomicznej. Za szczególnie istotne (zarówno z teoretycznego jak i z punktu widzenia praktyki gospodarczej) należy uznać dokonujący się pod wpływem zmian w bankowości centralnej, proces angażowania się w wielu rozwiniętych krajach, banków centralnych w szeroko rozumiany obszar stabilności finansowej oraz dążenie do przyjmowania rozwiązań modelowych i analitycznych łączących w sobie finanse i makroekonomię. Na gruncie teoretycznym powstaje nowa odmiana polityki makroekonomicznej zwana polityką makroekonomiczną ostrożnościową, akceptująca wiodącą rolę banku centralnego zarówno w jej projektowaniu jak i wdrożeniu. Gdyby w Polsce dokonana się zmiana roli i zadań banku centralnego w powyżej opisanym kierunku, miałyby to bardzo pozytywny wpływ na rozwój polskiego sektora rolno-żywnościowego i jego otoczenia społeczno-gospodarczego oraz ekologicznego.
- ◆ Zaprezentowane na Kongresie i omówione przez nas referaty, dotyczące sektora rolno-żywnościowego i wsi obejmują bardzo szeroki zakres wielu obszarów badawczych. Wydaje się, że niedostatecznie omówiono:
  - ▶ Przemysł rolno-spożywczy,
  - ▶ Bezpieczeństwo żywności (*food safety*),
  - ▶ Zagrożenia dla środowiska przyrodniczego i wsi, np. turystycznych wsi w związku z negatywnymi skutkami intensyfikowania, koncentracji produk-



cji, stosowania ciężkiego sprzętu na gruntach marginalnych (tradycyjnych łąkach),

- Sferę ubóstwa na wsi,
  - Wzrost kosztów gospodarowania rolniczego,
  - Wzrost cen żywności.
- ◆ Wadą wielu referatów jest brak enumeracji i omówienia barier rozwojowych sektora (restrykcji administracyjno-weterynaryjnych) i negatywnych aspektów realizowanej modernizacji i restrukturyzacji rolnictwa (np. zanik etosu pracy na wsi, zanik chowu zwierząt gospodarskich w ok. 700 tys. gospodarstw rolnych).
- ◆ Pomimo powyższych uwag, zaprezentowane referaty kongresowe, w tym dotyczące sektora rolno-żywnościowego należy uznać za pozytywne i interesujące, jako punkt wyjścia do dyskusji o przyszłości polskiego sektora rolno-żywnościowego i wsi.

## LITERATURA

- [1] **BELKA M. 2011.** Dlaczego tylko odkrywać? Lekcje z obecnego kryzysu dla ekonomii i polityki, IX Kongres Ekonomistów Polskich.
- [2] **GRUCHELSKI M., NIEMCZYK J. 2013.** *Budżet unijny na lata 2014-2020 a potrzeby rozwoju polskiego sektora rolno-żywnościowego.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego. Wyższa Szkoła Menedżerska, Warszawa, Nr 2.
- [3] **KONGRES EKONOMISTÓW POLSKICH** – Ekonomia dla przyszłości. 2013. Odkrywać naturę i przyczyny zjawisk gospodarczych. Sesja plenarna. Fundamentalne problemy w teorii ekonomii i praktyce gospodarczej. Warszawa, 28-29 listopada 2013 r. Wprowadzenie do materiałów pokongresowych.

Doc. dr Roman GORYSZEWSKI  
Doc. dr Elżbieta KOTOWSKA  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

# U ŹRÓDEŁ TEORII I PRAKTYKI FINANSÓW PUBLICZNYCH

## Część V

### PROBLEMATYKA FINANSÓW PUBLICZNYCH W TEORII EKONOMICZNEJ JEANA CHARLESA LEONARDA SIMONDE DE SISMONDIEGO®

Some historical roots of the theory and practice of the public finance

Part V

Jean Charles Leonard Simonde de Sismondi on public finance®

**Słowa kluczowe:** bogactwo, interwencjonizm, podatki, progresja podatkowa, popyt efektywny.

*Celem artykułu<sup>1</sup> jest przedstawienie istotnych aspektów wkładu Jeana Charlesa Leonarda Simonde de Sismondiego w rozwój dziedziny finansów publicznych. Sismondi zaczął jako entuzjastyczny propagator klasycznej teorii ekonomicznej Adama Smitha (1803 – *De la Richesse Commerciale ou Principes d’Economie politique appliques a la Legislation du Commerce*), ale wkrótce radykalnie zmienił swoje poglądy (1819 – *Nouveaux Principes d’Economie Politique ou de la Richesse dans ses Rapports avec la Population*). Wyznawana przez niego teoria podkonsumpcji, w połączeniu z kryzysowymi okolicznościami gospodarczymi po roku 1815, doprowadziły Sismondiego do przewyżczenia jego generalnego oporu wobec interwencji rządu. Sismondi doszedł do przekonania, że rząd powinien odgrywać znaczącą rolę w podziale dochodu (między innymi poprzez politykę podatkową), w obszarze stabilizacji poziomu szeroko rozumianej aktywności gospodarczej, w szczególności poziomu zatrudnienia, oraz określaniu stopy wzrostu gospodarczego. Zostały tu wymienione wszystkie, poza funkcją alokacji zasobów, podstawowe funkcje finansów publicznych. Według Sismondiego bowiem alokacja zasobów powinna być determinowana przez siły rynkowe w ramach sektora prywatnego, nie będąc przedmiotem interwencji rządowej.*

*Nie ulega wątpliwości, że poglądy społeczno-ekonomiczne Sismondiego można traktować jako znaczące historyczne korzenie współczesnej teorii finansów publicznych.*

**Key words:** wealth, interventionism, taxes, tax progression, effective demand.

*The aim of the article is to describe some important aspects of Jean Charles Leonard Simonde de Sismondi’s contribution to the field of the public finance. Sismondi started as an enthusiastic propagator of Adam Smith’s classical economic theory (1803 – *De la Richesse Commerciale ou Principes d’Economie politique appliques a la Legislation du Commerce*), but soon he radically changed his views (1819 – *Nouveaux Principes d’Economie Politique ou de la Richesse dans ses Rapports avec la Population*). It was his underconsumption theory, combined with the depressed economic conditions after 1815, which led Sismondi by 1819 to break his previous overall antagonism towards government intervention. Sismondi had come to believe that the government should have a substantial role in the distribution of income (among other things by tax policy), stabilization of the level of economic activity in general and of employment in particular, and determination of the rate of economic growth. The functions mentioned above are almost all of the main functions of public finance, excluding of resource allocation. According to Simonde de Sismondi the allocation of resources should be determined by market forces working within a private sector not subject to government intervention.*

*There is no doubt that Sismondi’s socio-economic concepts can be treated as a substantial historical root of the modern theory of public finance.*

<sup>1</sup> 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 [3], czwarty w nr 1/2013, s. 145-149.

## WPROWADZENIE

Poprzedni artykuł z tego cyklu zawierał prezentację poglądów na kluczowe zagadnienia finansów publicznych ostatniego z wielkich klasyków brytyjskich Johna Stuarta Milla<sup>2</sup> [4]. Obecny, z kolei, sięga do szeroko rozumianej kontynentalnej europejskiej myśli ekonomicznej z obszaru francuskojęzycznego, reprezentowanej przez **Jeana Charlesa Leonarda Simonde de Sismondiego (1773 – 1842)** [7]. Myśliciel ten niewątpliwie zasługuje na zaszczytne miejsce w panteonie prekursorów nauki finansów publicznych. Nie tylko bowiem analizował i opisywał wiele istotnych zagadnień z tego zakresu, ale również niezwykle trafnie wskazał na samą genezę tej ważnej subdyscypliny ekonomii. A oto przedmiotowy wywód Sismondiego w tej kwestii: „Odkład ludzie utworzyli organizmy społeczne, musieli zająć się wspólnymi interesami wynikającymi z bogactwa. Od początku istnienia społeczeństwa pewną część majątku publicznego przeznaczono na zaspokojenie potrzeb publicznych. Pobieranie dochodu narodowego i administrowanie dochodem, który nie należał do nikogo z osobna, lecz do wszystkich, stało się zasadniczą częścią nauki mężów stanu. Nazywamy ją *nauką finansów*” [9, t. I, s. 29; kursywa oryginału].

W artykule podejmujemy próbę zaprezentowania kilku najważniejszych – naszym zdaniem – koncepcji J. C. L. Simonde de Sismondiego z obszaru ekonomii i finansów publicznych. Staraliśmy się ukazać ich nowatorską odmienność na tle dominującej wówczas klasycznej ortodoksji ekonomicznej<sup>3</sup>, którą autor tak odważnie krytykował. Niektóre elementy tej pionierskiej wówczas krytyki ekonomii klasycznej zachowały – mimo upływu niemal 200 lat! – dużą dozę aktualności i brzmia zadziwiająco trafnie również w odniesieniu do współczesnej już neoklasycznej wersji tamtej ekonomii [6]. Te wątki także zostały w artykule zarysowane.

## BOGACTWO DLA CZŁOWIEKA JAKO CEL EKONOMII

Jean Charles Leonard Simonde de Sismondi urodził się i przebywał głównie w Szwajcarii (Genewa), a pochodził z arystokratycznej włoskiej rodziny, okresowo zamieszkującej również we Francji. Niezwykle trudno jednoznacznie zaklasyfikować go do wyłącznie jednego nurtu czy kierunku ówczesnej myśli ekonomicznej<sup>4</sup>. W jego rozległej

twórczości naukowej splatają się bowiem wątki zarówno ekonomii klasycznej (był początkowo zafascynowany poglądami Adama Smitha), jak i zasadniczo wobec niej krytycznej. Głęboki krytycyzm Sismondiego wobec szkoły klasycznej, w szczególności wobec wyznawanej przez nią niezłomnej wiary w bezkryzysowy rozwój gospodarki rynkowej, zyskał mu z czasem miano głównego reprezentanta tzw. drobnomieszczańskiej ekonomii<sup>5</sup>. Sismondi istotnie występował w obronie szeroko pojętych drobnych wytwórców (*les petites bourgeois*), niszczonej wówczas przez bezwzględną konkurencję ze strony produkcji wielkofabrycznej, nastawionej na maksymalizację zysku, której sprzyjały korzyści skali. Sismondi ostro krytykował ową pogoń za zyskiem jako naczelną i wyłączny cel gospodarowania. Przy tej okazji zwracał uwagę na, jakże powszechne, odwrócenie w praktyce gospodarczej kapitalizmu (niestety z bodaj jeszcze większą konsekwencją w naszych czasach!) zasady, że nie człowiek istnieje dla bogactwa lecz ono dla człowieka.

W *Przedmowie* do drugiego wydania swoich *Nowych zasad ekonomii politycznej, czyli o bogactwie i jego stosunku do ludności* z roku 1827 Sismondi szeroko wyjaśniał: „(...) niejednokrotnie domagałem się interwencji władzy społecznej w regulowaniu wzrostu bogactwa, zamiast sprowadzić ekonomię polityczną do najprostszej i pozornie najbardziej liberalnej maksymy: *laissez faire* i *laissez passer*<sup>6</sup>. (...) jeśli (...) odkryłem nowe zasady (...) przemówiłem za nimi fakty (...) i wydaje mi się, że fakty (...) dowiodły (...), że uczeni od których oddaliłem się, dążyli do fałszywej pomyślności; (...) Zupełnie nieoczekiwane kryzysy następowały w świecie handlowym; rozwój przemysłu i wielkiego bogactwa nie uchroniły robotników tworzących to bogactwo od niesłychanych cierpień; fakty nie potwierdziły ani powszechnych nadziei, ani przepowiedni mędrców i (...) mistrzów w ekonomii politycznej (...) Powszechna konkurencja, czyli wysiłek, aby produkować coraz więcej i coraz taniej stała się od dawna systemem przyjętym w Anglii, systemem, który atakowałem jako niebezpieczny: **system ten pozwolił**

historyków romantycznych (...) z którymi łączyło go zainteresowanie procesami masowymi” (zob. J. Szacki, *Historia myśli socjologicznej*, część I, PWN, Warszawa 1981, s. 185) [11].

2 Zob. R. Goryszewski, E. Kotowska, *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część IV: Finanse publiczne w ujęciu Johna Stuarta Milla*, w: „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 1/2013, s. 145-149.

3 Teoria Sismondiego zawierała szereg nowatorskich poglądów nie tylko w zestawieniu z powszechnie panującą wówczas ekonomią klasyczną głównego nurtu. W pewnym zakresie, np. odnośnie do roli państwa w rozwoju gospodarczym, była ona nowatorska również wobec późniejszych kierunków myśli ekonomicznej: niemieckiej ekonomii narodowej czy szkoły historycznej (zob. na ten temat K. Szarzec, *Państwo w gospodarce. Studium teoretyczne – od Adama Smitha do współczesności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013, s. 42-43) [12].

4 Nie tylko zresztą ekonomicznej. J. Ch. L. Simonde de Sismondi był bowiem nie tylko ekonomistą. W jego twórczości naukowej są obecne także wątki socjologiczne, a nade wszystko historyczne. Był przecież autorem monumentalnej szesnastotomowej *Histoire des Republiques Italiennes du moyen age (Historia Republiki Włoskich w wiekach średnich)*. Jako historyk Sismondi jest zaliczany do „szerszej kategorii francuskich

5 „**Ekonomia drobnomieszczańska wyrosła pod wpływem obserwacji negatywnych następstw kryzysów gospodarczych** wywołanych ogólną nadprodukcją dóbr. Jej przedstawiciele twierdzili że charakterystyczną cechą gospodarki kapitalistycznej jest **występowanie sprzeczności między produkcją a konsumpcją**. Zgłaszane przez nich postulaty modyfikacji systemu gospodarczego dotyczyły równomiernego wzrostu podaży i popytu oraz **odejścia od liberalizmu ekonomicznego i wprowadzenia pewnych form ingerencji państwa** w celu odrodzenia drobnej własności, ograniczenia konkurencji oraz **zapewnienia sprawiedliwego podziału wytworzonego dochodu**. Czołowym przedstawicielem ekonomii drobnomieszczańskiej był Jean Charles Leonard Simonde de Sismondi” (*Słownik historii myśli ekonomicznej*, red. E. Kundera, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 47-48).

6 Naczelne hasła francuskich fizjokratów, dosłownie: „pozwołcie działać” i „pozwołcie przechodzić, ruszać się”. Sformułowań tych miał użyć już w XVII stuleciu jeden z kupców francuskich (nadal trwają spory czy był to T. Le Gendre czy V. de Gournay!) w rozmowie z ówczesnym ministrem finansów Francji, merkantylistą J. B. Colbertem, apelując w imieniu przedsiębiorców: „zostawcie nas w spokoju, dajcie nam swobodę działania i ruchu” (zob. S. Sztaba [13], redakcja naukowa, *Ekonomia od A do Z – Encyklopedia podręczna*, Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2007, s. 253; zob. także R. Goryszewski, *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część II: merkantylizm, fizjokratyzm, początki szkoły klasycznej*, w: „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 2/2011, s. 141-148 [2]).

przemysłowi angielskiemu robić olbrzymie postępy, ale już dwukrotnie wpędził robotników manufaktur w straszną nędzę. (...) Widziałem w tym zadziwiającym kraju (...) jak wzrastała produkcja, podczas gdy spożycie kurczyło się. Ogół narodu, zarówno jak i jego filozofowie zapominają zdaje się, że **wzrost bogactw nie jest celem ekonomii politycznej, lecz środkiem, jakim ona dysponuje dla zapewnienia wszystkim szczęścia**" [9, t. 1, s. 1-3].

Powyzsza, dokonana przez Sismondiego, diagnoza społeczna gospodarki rynkowej zdaje się nawiązywać do odległego w czasie, lecz po dziś dzień zachowującego istotne walory poznawcze, Arystotelesowskiego jeszcze, rozróżnienia na *oikonomos* (chwaloną przez filozofa naukę o gospodarowaniu dla zaspokojenia potrzeb) i *chrematistike* (potępianą przez Stagirytę sztukę gromadzenia i pomnażania bogactwa pieniężnego)<sup>7</sup>. Sismondi, analogicznie do Arystotelesa, jest zdecydowanym zwolennikiem tej pierwszej. Tymczasem, jak to postrzega i krytykuje, współczesna mu ekonomia jest bez reszty pochłonięta rozważaniami typu chrematystycznego, co pozostaje w jawnej opozycji do zadań, jakie wyznacza tej nauce. Ma ona bowiem koncentrować się nie na pomnażaniu zysku pieniężnego (bogactwa) nielicznych, ale na zapewnieniu dobrobytu materialnego wszystkim. „Dobrobyt materialny człowieka – deklaruje jednoznacznie Sismondi – o ile może zależeć od państwa, stanowi przedmiot ekonomii politycznej (...) nauki wskazującej rządowi właściwy sposób administrowania bogactwem narodowym (...). Rząd ustanowiony jest na pożytek wszystkich ludzi, którzy mu podlegają; a zatem powinien nieustannie mieć na względzie korzyści ogółu (...) musi też przy pomocy ekonomii politycznej zapewniać wszystkim korzyści z majątku narodowego; powinien starać się o porządek, który by zarówno biednemu, jak i bogatemu zapewnił udział w dostatku (...), który by nie pozostawił nikogo w niepewności jutra, nikogo w niemożności zdobycia pracą pożywienia, odzieży, mieszkania, niezbędnych dla siebie i dla swojej rodziny<sup>8</sup> (...) Gromadzenie bogactw w państwie wcale nie jest – biorąc rzecz abstrakcyjnie – celem rządzenia<sup>9</sup>; jest nim uczestniczenie wszystkich obywateli w korzyściach życia materialnego, których dostarcza bogactwo” [9, t. 1, s. 25-26].

## TEORIA PODATKÓW

### J. C. L. SIMONDE DE SISMONDIEGO

W innym miejscu Sismondi, kontynuując swoje rozważania o właściwej „społecznej” roli bogactwa, szeroko analizuje

7 Szerzej na temat Arystotelesowskiego rozróżnienia zob. R. Goryszewski, *O niektórych skutkach dominacji kultury pieniądza i ignorowania historii ekonomii*, w: „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 2/2010, s. 128-132.

8 Ten postulat Sismondiego jest niestety często wciąż aktualny, zwłaszcza wobec niepokojącej liczby tzw. „biednych pracujących”. Zgodnie z raportem Komisji Europejskiej sporządzonym na podstawie danych Eurostatu tzw. pracujący-biedni to niemal 12% ogółu ludzi aktywnych zawodowo w Polsce (sic! – R. G. i E. K.).

9 W tym miejscu występuje Sismondi już nie tylko jako surowy krytyk ekonomii klasycznej i jej społecznych reperkusji, ale też jako oponent wcześniejszego merkantylizmu. Dorobek merkantylizmu w zakresie nauki finansów publicznych został przedstawiony na tych łamach w drugim artykule niniejszego cyklu (zob. R. Goryszewski, *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część II: merkantylizm, fizjokratyzm, początki szkoły klasycznej*, w: „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, nr 2/2011, s. 141-148).

jego powiązanie z systemem podatkowym, jaki jego zdaniem najlepiej służyłby tej roli i jaki w związku z tym należałoby implementować. „Celem bogactwa – jeszcze raz dobitnie podkreśla Sismondi – jest zawsze jego użytkowanie: jeśli kapitał każdego przeznaczony jest do wyprodukowania nowych bogactw, jego dochód jest użyty (...) dla dostarczenia mu zadowolenia i pożytków. Otóż to co podatnik otrzymuje w zamian za podatek, to są także zadowolenia i korzyści, jak porządek publiczny, sprawiedliwość, bezpieczeństwo jego osoby i własności (...), jak instytucje oświatowe (...), a wreszcie, jak (...) obrona narodowa (...). **Podatek jest więc złem tylko o tyle, o ile złem jest poniesienie ofiary dla zdobycia rzeczy, której potrzebujemy i pożądamy, ale jest on też dobrem, jeśli rzecz ta jest warta dla nas więcej i przynosi większą korzyść od poświęcenia poniesionego dla jej otrzymania**” [9, t. II, s. 126-127].

W dalszej części wywodu, Sismondi przekonuje, że społeczeństwo dobrze zorganizowane potrafi dzięki racjonalnej integracji wysiłków wielu ludzi zapewnić sprawniejszą i oszczędniejszą realizację szeregu ważnych celów o znaczeniu ponadjednostkowym, niż w przypadku osiągania ich „drogą indywidualnych wysiłków” [9, t. II, s. 127]. Dotyczy to między innymi szeregu niezbędnych dla rozwoju cywilizacyjnego przedsięwzięć infrastrukturalnych (drogi, kanały), edukacyjnych czy wreszcie związanych z opieką medyczną. W takiej sytuacji – konkluduje Sismondi – bilans korzyści i kosztów podatnika powinien być dla niego *per saldo* korzystny. Będzie tak się jednak działo jeśli „pieniądze, których pozbawił go podatek, będą (...) dobrze użyte, **jeśli z jednej strony, to wszystko co mu zabrano w imię pożytku społecznego, będzie rzeczywiście przeznaczone na cele społeczne, nie na zaspokojenie lub schlebienie namiętnościom rządzących, z drugiej strony, jeśli ci, którym pragnie się zapewnić te korzyści, są w możności nabyć je ze swych dochodów**” [9, t. 2, s. 127].

Sismondi w swojej teorii podatków kładzie konsekwentnie nacisk na ich podwójną niejako funkcję. Z jednej strony jest to oczywista funkcja niezbędnych źródeł finansowania wspomnianych zadań państwa. Z drugiej zaś – środków umożliwiających temu państwu „sprawiedliwą”, jego zdaniem, bowiem opartą na *sui generis* „zasadzie odwzajemnienia”, społeczną dystrybucję korzyści, jakie za sprawą publicznej działalności państwa stają się udziałem poszczególnych klas czy grup ludności (w tej drugiej funkcji podatki są zatem traktowane przez Sismondiego jako „narzędzia wtórnego podziału dochodu narodowego”, by użyć określenia właściwego współczesnej teorii finansów publicznych). „Podatek – wyjaśnia Sismondi – winien być traktowany przez obywateli jako rekompensata za ochronę, jaką rząd zapewnia ich osobom i ich własności. **Słuszne więc jest, by wszyscy go ponosili odpowiednio do korzyści gwarantowanych im przez społeczeństwo i do kosztów wynikających stąd dla niego**” [9, t. II, s. 124].

Powyzsze ujęcie prowadzi Sismondiego wprost do akceptacji zasady progresji podatkowej: „Największa część wydatków na urządzenia społeczne przeznaczona jest do obrony bogatego przed biednym, bo gdyby pozostawiono ich własnym siłom, bogaty wnet zostałby ograbiony ze wszystkiego. **Jest więc całkowicie sprawiedliwe, że bogaty**



**przyczynia się finansowo nie tylko proporcjonalnie do swego majątku, lecz w wyższym jeszcze stopniu do utrzymania porządku, który jest dla niego tak korzystny**" [9, t. II, s. 124].

„Odstępuje tu więc Sismondi – jak zauważa wybitny polski znawca jego dorobku Wiesław Piątkowski – od głoszonej przez siebie w *De la Richesse Commercial* zasady, że podatek powinien być proporcjonalny do dochodu” [8, s. 129]. Wymieniona tu książka *De la Richesse Commercial (O bogactwie handlowym)* była pierwszą większą pracą Sismondiego z zakresu ekonomii, która ukazała się już w 1803 roku, a więc 16 lat przed jego głównym dziełem – *Nowymi zasadami ekonomii politycznej* (1819). Jej pełny tytuł był bardzo rozbudowany: *De la Richesse Commerciale ou Principes d'Economie politique appliques a la Legislation du Commerce (O bogactwie handlowym albo zasadach ekonomii politycznej w zastosowaniu do ustawodawstwa handlowego)*. W powszechnej opinii pierwsza książka Sismondiego była bardziej popularyzacją idei Adama Smitha niż oryginalnym wkładem jego samego do nauki ekonomii. Dlatego też wyraźne opowiedzenie się Sismondiego za podatkiem progresywnym w późniejszym dziele, należałoby przyjąć jako jego ostateczne stanowisko w tej kwestii.

W dziele tym znajdujemy zresztą całościową i niezwykle klarowną wykładnię koncepcji podatkowej tego autora. W myśl tej koncepcji podstawą opodatkowania powinien być tylko dochód. Gdyby bowiem opodatkowaniem objęto również kapitał, pojawiłyby się negatywne tego następstwa w postaci zagrożenia spadkiem produkcji, dochodu, a także w rezultacie – zmniejszenia ogólnej kwoty dochodów podatkowych z powodu kurczenia się tzw. podstawy opodatkowania. Dlatego też – według Sismondiego – podatek nie może być pobierany także np. od płacy robotczej, o ile kształtuje się ona na poziomie absolutnego minimum egzystencji. „Istnieje w płacy część niezbędna – wyjaśnia on – przeznaczona do zachowania życia, siły i zdrowia tych, którzy ją pobierają, aby praca była kontynuowana (...) z roku na rok [zapewniając – przyp. R. G. i E. K.] wprawianie w ruch maszyny społecznej. **Biada rządowi, który narusza tę część: poświęca on jednocześnie i ofiary ludzkie, i nadzieje na swe przyszłe bogactwa. To rozróżnienie prowadzi nas do zrozumienia, jak błędna jest polityka rządów, które doprowadziły klasy robotnicze do pobierania minimalnej koniecznej płacy, żeby powiększyć czyste dochody fabrykantów, kupców i właścicieli ziemskich**" [9, t. II, s. 134-135].

Jakże aktualnie brzmią te przestrogi Sismondiego również w naszych czasach, kiedy zewsząd słyszymy uporczywe nawoływania polityków i ekonomistów neoliberalnych do podnoszenia konkurencyjności gospodarki niemal wyłącznie poprzez zmniejszanie kosztów pracy. Nie są natomiast zbyt propagowane działania po stronie producentów, mające podnieść konkurencyjność cenową produktów np. poprzez ograniczanie marży ich zysków. Przeciwnie, słychać raczej ciągle apele pod adresem fiskusa o obniżanie obciążeń podatkowych producentów i tą drogą podwyższanie ich dochodów netto. Takie, w szczególności sposób „zróznicowane” i w rezultacie krzywdzące pracowników w relacji do pracodawców, podejście do problematyki poprawy konkurencyjności gospodarki nie jest bynajmniej wynalazkiem naszych

czasów. Jest znamienne, że dokładnie opisał je jeszcze przed Sismondim – jako charakterystyczne już dla wczesnego kapitalizmu – nie kto inny jak główny patron współczesnych liberałów ekonomicznych Adam Smith. „**Nasi kupcy – diagnozował bez ogródek Smith – skarżą się często na wysokie płace w Wielkiej Brytanii jako na przyczynę faktu, że ich towary nie wytrzymują konkurencji na rynkach zagranicznych, nie wspominają natomiast ani słowem o wysokich zyskach od kapitału. Skarżą się na wygórowane zarobki innych ludzi, ale nic nie mówią o zarobkach własnych. A przecież wysokie zyski z kapitału brytyjskiego często przyczyniają się do podniesienia cen brytyjskich wyrobów przemysłowych w tym samym stopniu, a czasem może i więcej, co wysokie płace pracowników brytyjskich**" [10, t. II, s. 329].

Powróćmy jednakże do teorii podatków rozwijanej przez Sismondiego. Kolejnym zagadnieniem z tego zakresu podjętym przez niego i poddanym surowej ocenie krytycznej są podatki określane dzisiaj jako pośrednie, a w jego terminologii nazywane konsumpcyjnymi. „(...) **Podatki konsumpcyjne** – stwierdza stanowczo Sismondi – **zwiększają się w stosunku do dochodów proporcjonalnie w miarę schodzenia ku klasom najbiedniejszym i (...) najbardziej obciążona podatkami ze wszystkich klas społecznych jest najniebezpieczniejsza klasa robotników manufaktur, których wydatki idą prawie wyłącznie na zakup artykułów spożywczych (...); klasa ta nie unika podatku konsumpcyjnego od żadnej części swego dochodu. Toteż bardzo niesprawiedliwa i niehumanitarna jest często powtarzana propozycja, żeby skasować wszystkie podatki bezpośrednie i całość dochodów państwa oprzeć na podatkach od spożycia (...)**" [9, t. II, s. 169].

Od napisania przez Sismondiego ostrych słów krytyki tej „propozycji reformy podatkowej” minęło już niemal 200 lat! A przecież współcześnie też wciąż słyszymy nawoływania (znowu głównie ze strony polityków i ekonomistów neoliberalnych), aby wprowadzić wreszcie ten uznawany przez nich za najlepszy, najprostszy, najbardziej wydajny (co do tej akurat cechy wypada się zgodzić<sup>10</sup>) i najtańszy (zależy dla kogo!) system podatkowy, obejmujący wyłącznie podatki pośrednie i to o jednakowej stawce oraz bez żadnych ulg czy zwolnień.

Niestety, na samych tylko nawoływaniach problem się nie kończy. Świadczą o tym dobitnie dane statystyczne dotyczące szybko i bardzo znacząco rosnącego udziału podatków pośrednich w strukturze dochodów podatkowych budżetu centralnego naszego kraju po roku 1989. I tak, w 1991 roku udział ten wynosił 30%, w 1993 roku, gdy wprowadzono VAT, wzrósł on do 38%, w 1997 roku osiągnął już 56%, by w latach 2004 i 2005 przekroczyć 60% [zob. 14, s. 188]. Przyniesione dane są wysoce niepokojące, zarówno w swoim wymiarze społecznym<sup>11</sup>, jak i ekonomicznym. Dowodzą

10 „Do podatków pośrednich należą: VAT i akcyza oraz podatek od gier i zakładów wzajemnych. (...) podkreślić należy, że podatki VAT i akcyza to najbardziej wydajne podatki z punktu widzenia dochodów budżetowych państwa” (E. Kotowska, *Podstawy wiedzy o podatkach w Polsce w okresie ubiegania się o członkostwo w UE*, Oficyna Wydawnicza WSM, Warszawa 2001, s. 72), [5].

11 Wymiar ten jest tu ewidentny, zważywszy istotnie odmienny właśnie tzw. „kontekst społeczny” różnych rodzajów podatków, w tym wypadku podatków bezpośrednich i podatków pośrednich. Jak bowiem trafnie zauważa Wojciech Morawski: „(...) zupełnie inny jest kontekst społeczny

one bowiem, że „(...) w Polsce i innych krajach europejskich występuje wyraźna tendencja do przesuwania systemów podatkowych w kierunku zdominowania przez podatki pośrednie – oczywiście po to, by przesunąć ciężar opodatkowania na biednych i średnio zamożnych, którzy mają wyższą stopę konsumpcji. Szczególnie niekorzystne dla gospodarki jest obciążanie podatkiem VAT dóbr podstawowych, ale kosztownych – przede wszystkim cen mieszkań i materiałów budowlanych. (...) W rezultacie ceny mieszkań obciążają budżety rodzin, co, z jednej strony, spowoduje zmniejszenie popytu na inne dobra, z drugiej zaś sprawi, że mieszkanie stanie się praktycznie niedostępne dla wielu rodzin” [14, s. 196-197]. W naszych czasach ukształtowała się zatem wybitnie społecznie i ekonomicznie niekorzystna sytuacja, przed którą tak stanowczo przestrzegał już 200 lat temu pierwszy wielki krytyk ekonomii klasycznej – J. C. L. Simonde de Sismondi. Ogromna szkoda, że ani on ani kolejni krytycy niezmiennie zadufanej w sobie ortodoksji ekonomicznej nie zostali wysłuchani. Dopiero w obliczu obecnego, wciąż niestety trwającego, globalnego kryzysu finansowego i gospodarczego, odezwały się dość nieliczne jednak głosy<sup>12</sup>, poddające w wątpliwość niektóre spośród „prawd objawionych” owej ortodoksji.

Kończąc prezentację teorii podatkowej Sismondiego, warto przytoczyć *in extenso* krótki katalog zasad, jakie według niego powinny cechować optymalny system podatkowy. Otóż, w systemie takim miałyby obowiązywać następujące cztery zasady:

- „1. Wszelki podatek powinien dotyczyć dochodu, a nie kapitału. W pierwszym wypadku państwo wydatkuje tylko to, co powinni byli wydać obywatele, w drugim niszczy to, co powinno utrzymywać przy życiu i obywatele i państwo.
2. Przy wymiarze podatku nie należy utożsamiać rocznego produktu brutto z dochodem, gdyż pierwszy obejmuje poza dochodem jeszcze cały kapitał obrotowy; część tego produktu musi pozostać nietknięta, aby utrzymać lub odnowić wszystkie kapitały trwałe, wszystkie prace akumulowane i wyżywienie wszystkich robotników produkcyjnych.
3. Ponieważ podatek jest ceną, którą obywatel płaci za dostarczenie mu przez społeczeństwo korzyści, nie należy się go domagać od tego, który z niczego nie korzysta; nie powinien więc on obciążać tej części dochodu, która jest niezbędna do życia podatnika.
4. Podatek nie powinien nigdy powodować ucieczki bogactwa, które obciąża, musi więc być tym bardziej umiarkowany, im bardziej dany rodzaj bogactwa ma płochliwą

tych dwóch rodzajów podatków. Podatki bezpośrednie płacone są raczej przez bogatszych; w uproszczeniu – im ktoś bogatszy, tym więcej płaci. Podatki pośrednie w zasadzie płacone są przez wszystkich po równo, nie jest bowiem tak, że ktoś sto razy bogatszy wypala sto razy więcej tytoniu, konsumuje sto razy więcej soli lub wypija sto razy więcej alkoholu niż biedniejszy. Ponieważ biedni i bogaci płacą tyle samo, dla biednych stanowi to relatywnie znacznie większe obciążenie. Dlatego sztandarowym postulatem prawicy jest podnoszenie podatków pośrednich, zaś dla lewicy – bezpośrednich” [W. Morawski, *Od marki do złotego. Historia finansów Drugiej Rzeczypospolitej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008, s. 22-23].

12 Pochodzące m. in. od noblistów z ekonomii: P. Krugmana i J. E. Stiglitz, a także N. Roubiniego czy polskich ekonomistów: G. W. Kołodki czy J. Żyżyńskiego.

naturę. Nie powinien nigdy dotyczyć tej części dochodu, która jest niezbędna do zachowania tego dochodu” [9, t. 2, s. 135-136].

## KONCEPCJA POPYTU EFEKTYWNEGO (SISMONDI ODLEGŁYM PREKURSOREM KEYNESIZMU)

W artykule *O równowadze konsumpcji i produkcji*<sup>13</sup> Sismondi podjął niezwykle ważną, zwłaszcza dla gospodarki w fazie kryzysu, kwestię niewystarczającego globalnego popytu efektywnego. Spostrzeżenia Sismondiego w tym zakresie niemal *expressis verbis* wyrażają jego własny program „interwencjonizmu państwowego” (z natury rzeczy wymagający rozbudowy finansów publicznych), chociaż odwołują się do odległych dokonań starożytności. „Wydaje mi się – wywodzi Sismondi – że starożytni poszli o wiele dalej od nas w swych rozważaniach na temat ogólnego rozwoju społeczeństwa. (...) uznali oni, że dla utrzymania podstawowej równowagi między produkcją a konsumpcją społeczeństwa istnieją trzy środki: pierwszy – użycie nadwyżki produkcji rynkowej na wyżywienie robotników, których praca nie wytwarza obiektów sprzedaży, na wznoszenie gmachów publicznych czy to świeckich, czy religijnych; drugi – zachęcanie bogatych do zbytku, żeby konsumowali pracę biednych; trzeci – dostarczanie ogółowi obywateli zajęć duchowych i patriotycznych dla zapewnienia im czasu, jaki zaoszczędzili dzięki zmniejszeniu godzin pracy wskutek postępów w przemyśle” [9, t. II, s. 346-347].

Szukając, z kolei, wsparcia dla swych poglądów na kluczowe dla gospodarki zagadnienie zapewnienia równowagi między łączną produkcją a konsumpcją wśród współczesnych, wskazuje Sismondi jednoznacznie na **Thomasa Roberta Malthusa (1766 – 1834)**. Przy okazji dokonuje, pośrednio i niejako *implicite*, tak charakterystycznej dla niego krytyki panującego systemu społeczno-ekonomicznego, skoro system ten dla podtrzymania owej równowagi wymaga „wykreowania” specyficznej klasy „próżnujących konsumentów”. A oto przywoływany wywód Sismondiego: „Jeśli podstawowym zagadnieniem ekonomii politycznej jest – jak sądzę – równowaga między konsumpcją a produkcją, jeśli nieuniknioną konsekwencją postępu rzemiosł, przemysłu i cywilizacji jest to, że każdy człowiek pracujący produkuje więcej, niż wynosi wartość jego spożycia i że wskutek tego sami producenci nie mogą wszystkiego skosztować, trzeba, żeby każdemu wzmoczeniu sił produkcyjnych pracy odpowiadał wzrost konsumpcji tej klasy ludzi, która nic nie produkuje lub też produkuje tylko rzeczy nie nadające się do sprzedaży. Jest to wniosek, do którego doszedł p. Malthus w swej ostatniej pracy z zakresu ekonomii politycznej, i w tym znalazł powód do twierdzenia, że nawet rozrzutność rządu sprzyja czasem bogactwu społeczeństwu stwarzając klasę próżnującą i spożywającą, bez której produkcja byłaby zatrzymana wskutek przepelnienia rynków” [9, t. II, s. 346].

Wniosek T. R. Malthusa, mimo że trafnie ujawnia istotną wadę systemu gospodarki rynkowej, w żadnym razie nie odpowiadał społecznej wrażliwości Sismondiego. Wniosek

13 Artykuł ten ukazał się po raz pierwszy w tomie XXII *Revue Encyclopedique* z maja 1824 roku. Jego polskie tłumaczenie zostało dołączone do drugiego tomu *Nowych zasad ekonomii politycznej* Sismondiego (PWN, Warszawa 1955, s. 323-359).

samego Sismondiego i jednocześnie zalecana przez niego terapia gospodarcza odnosiła się bowiem do niezbędnych zmian w organizacji społeczeństwa, zmierzających do zasadniczej poprawy sytuacji ludności pracującej (przy jego pełnej świadomości, że zmiany takie wymagają szeroko zakrojonej interwencji państwa i prawa). Ludność ta powinna zostać według Sismondiego objęta istotnymi gwarancjami ze strony pracodawców. Gwarancje, o jakich pisze Sismondi [zob. 9, t. II, rozdział IX: „Robotnik ma prawo do gwarancji ze strony tego, który go zatrudnia”], mogą mieć różną formę i zakres. Gwarancją jest np. najprostsze zobowiązanie przedsiębiorcy do zatrudniania robotnika i systematycznego wynagradzania go, jak również zapewnienie mu płacy na poziomie umożliwiającym utrzymanie nie tylko jego samego, ale i jego rodziny. Najszerze wreszcie ujęcie przez Sismondiego owej gwarancji obejmuje obciążenie przedsiębiorców świadczeniami na rzecz robotników pozbawionych pracy lub niezdolnych do jej wykonywania z powodu starości, choroby, kalectwa bądź innych sytuacji losowych.

Sismondi – powtórzmy – nie miał złudzeń, że zapewnienie owych „gwarancji zawodowych” nie dokona się bynajmniej z inicjatywy samych przedsiębiorców. Także w tej dziedzinie apelował zatem o interwencję państwa, które jedynie byłoby władne narzucić stosowne ustawodawstwo socjalne, chroniące interesy pracownicze. Historia dowiodła, że na taką interwencję było jeszcze wówczas za wcześnie. Dokonała się ona pół wieku później za sprawą reform socjalnych kanclerza Bismarcka. Ale warto podkreślić niewątpliwe prekursorstwo poglądów Sismondiego również w tej dziedzinie.

## PODSUMOWANIE

Nie ulega żadnej wątpliwości, że program społeczno-ekonomicznej rekonstrukcji systemu gospodarki rynkowej Sismondiego zakładał szeroką interwencję państwa i jako taki wymagał znacznego rozwoju sfery finansów publicznych. Program ten zmierzał przede wszystkim do – używając określenia samego Sismondiego – „zapewnienia udziału ludności w wytwarzanym bogactwie”. Temu właśnie miał służyć postulowany przez niego interwencjonizm państwowy, którego celem nie było bynajmniej wyeliminowanie prywatnej przedsiębiorczości, ale raczej jej uzupełnienie i korygowanie negatywnych społecznie skutków jej jednostronnie „chrematystycznego” rozwoju. Wiele wskazuje na to, że rozwój ten przybrał takie, nieakceptowalne dla Sismondiego, oblicze nie całkiem przypadkowo. Wspierała go bowiem usilnie panująca wówczas powszechnie ekonomia klasyczna, która – zwłaszcza w wydaniu Dawida Ricardo – zakładała wręcz tożsamość interesu poszczególnego przedsiębiorcy z interesem całego narodu. **„Dla osoby, która posiada 20 000 f. st. kapitału i otrzymuje rocznie 2 000 f. st. zysku, jest sprawą zupełnie obojętną – stwierdzał kategorycznie Ricardo, nie bacząc na zupełnie dramatyczne społeczne skutki tej obojętności – czy jej kapitał zatrudnia stu czy tyśiąc robotników i czy wytwarzany produkt będzie można sprzedać za 10 000 czy 20 000 f. st., byle tylko otrzymywany przez nią zysk nie spadł poniżej 2 000 f. st. Czyż rzeczywisty interes narodu nie przedstawia się podobnie? (...) Jaką kraj będzie miał korzyść z tego, że zatrudni**

**wielką ilość pracy produkcyjnej, jeśli bez względu na to, czy zatrudni jej dużo czy mało, renta i zyski netto pozostaną łącznie bez zmiany?”** [8, s. 405].

„**Jak to?** – ostro sprzeciwiał się tej bezdusznej opinii Ricarda Sismondi – **Bogactwo jest wszystkim, ludzie absolutnie niczym? Jak to? Bogactwo samo ma tylko wartość ze względu na podatki?”** [9, t. II, s. 260]. A następnie ironizował: „Doprawdy nie pozostaje nic więcej, jak tylko żyć sobie, żeby król sam jeden mieszkał na wyspie i kręcąc korbą za pomocą automatów wykonywał całą pracę Anglii” [9, t. II, s. 260].

Czy jednak słuszne były i są nader częste oskarżenia Sismondiego o to, że pragnął jakoby odwrócić koło historii i wstrzymać postępowy pochód cywilizacyjny ludzkości? Czy był zatem jakimś bezrozumnym głosicielem wstecznicstwa technicznego i wrogiem ludzkiej wynalazczości? Odpowiadając na to pytanie, należy wyraźnie odróżnić częstą u Sismondiego – przynajmniej – frazeologię podkreślającą niedolę robotników rugowanych z pracy przez coraz powszechniejsze stosowanie w produkcji maszyn (ta „frazeologia współczucia” wynikała w dużym stopniu z jego szczególnej wrażliwości społecznej), od obecnego jednak w jego tekstach w pełni racjonalnego przekonania o nieuchronności owych przemian technologicznych. „Nie ma jednak żadnego sposobu – przyznawał otwarcie Sismondi – zapobieżenia bezpośrednio przewrotowi, który ma się dokonać; byłaby zarówno bezcelowa, jak i niebezpieczna próba zniszczenia samego wynalazku. Jeślibyśmy nie dopuścili do zastosowania w naszych warsztatach nowej maszyny, sąsiedzi nasi nie okazaliby takiej powściągliwości i prowadziliby wojnę z naszymi robotnikami za pomocą (...) wszelakich nowych wynalazków” [9, t. II, s. 261]. Ci, którzy bezparadonowo oskarżają Sismondiego o nawoływanie do wstrzymania wynalazczości i postępu technicznego najwyraźniej poprzestają na „analizie frazeologicznej” jego wypowiedzi, nie dostrzegając ich głębszego społeczno-ekonomicznego sensu. A jest nim bez wątpienia podstawowy reformatorski postulat tego autora: istotna przebudowa „organizacji nowoczesnej społeczności”, aby wszystko w ramach jej struktury (a zatem również jej wymiar technologiczny) służyło całej populacji.

Odpierając najczęstszy bodaj zarzut wobec swoich poglądów o ich rzekome wstecznictwo „technologiczne”, sam Sismondi stanowczo kontrargumentował: „(...) wcale nie przeciwko maszynom, wcale nie przeciwko wynalazkom, wcale nie przeciw cywilizacji podnoszę swe zastrzeżenia, lecz przeciw organizacji nowoczesnej społeczności, organizacji, która pozbawiając człowieka pracującego wszelkiej własności poza jego siłą roboczą nie daje mu żadnej gwarancji przeciw konkurencji, przeciw szalonej licytacji skierowanej ku jego krzywdzie (...). Dzisiaj nie wynalazek tworzy zło, lecz niesprawiedliwy podział jego owoców, dokonywany przez człowieka. (...)” [9, t. II, s. 341].

## LITERATURA

- [1] **GORYSZEWSKI R. 2010.** *O niektórych skutkach dominacji kultury pieniądza i ignorowania historii ekonomii.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 2/2010, 128-132.



- [2] **GORYSZEWSKI R. 2011.** *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część II: merkantylizm, fizjokratyzm, początki szkoły klasycznej.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 2, 141-148.
- [3] **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.
- [4] **GORYSZEWSKI R., KOTOWSKA E. 2013.** *U źródeł teorii i praktyki finansów publicznych. Część IV: finanse publiczne w ujęciu Johna Stuarta Milla.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 1, 145-149.
- [5] **KOTOWSKA E. 2001.** Podstawy wiedzy o podatkach w Polsce w okresie ubiegania się o członkostwo w UE, Oficyna Wydawnicza WSM, Warszawa.
- [6] **OWSIĄK S. 2004.** *Finanse publiczne. Teoria i praktyka,* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [7] **PIĄTKOWSKI W. 1978.** J. C. L. Simonde de Sismondi. Teoria ekonomiczna, PWN, Warszawa.
- [8] **RICARDO D. 1957.** *Zasady ekonomii politycznej i opodatkowania,* PWN, Warszawa.
- [9] **SIMONDE DE SISIMONDI J. C. L. 1955.** *Nowe zasady ekonomii politycznej czyli o bogactwie i jego stosunku do ludności,* t. 1 i 2, PWN, Warszawa.
- [10] **SMITH A. 1955.** *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów,* t. 2, PWN, Warszawa.
- [11] **SZACKI J. 1981.** *Historia myśli socjologicznej,* część I, PWN, Warszawa.
- [12] **SZARZEC K. 2013.** *Państwo w gospodarce. Studium teoretyczne – od Adama Smitha do współczesności,* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [13] **SZTABA S. (red. naukowa) 2007.** *Ekonomia od A do Z – Encyklopedia podręczna,* Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa.
- [14] **ŻYŻYŃSKI J. 2009.** *Budżet i polityka podatkowa. Wybrane zagadnienia,* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.



Dr inż. Joanna RUT  
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki  
Dr hab. inż. Ewa KULIŃSKA, prof. PO  
Wydział Ekonomii i Zarządzania  
Politechnika Opolska  
Inż. Lucyna SKRZYPCZYK  
Absolwentka Politechniki Opolskiej  
Studentka Politechniki Wrocławskiej

# NOWOCZESNE METODY ZARZĄDZANIA LOGISTYKĄ W GASTRONOMII

## Część I STUDIUM PRZYPADKU®

### Modern methods of logistics management in gastronomy Part I A case study®

**Słowa kluczowe:** zarządzanie logistyczne, logistyka, gastronomia, rozwój, przedsiębiorstwo.

*Rozwijający się rynek usług gastronomicznych sprzyja precyzowaniu obszarów zainteresowania zarządzania logistycznego w sektorze. Zarządzanie logistyczne jako orientacja w prowadzeniu przedsiębiorstwa potrzebuje metod oraz narzędzi, którymi może się posłużyć. Tworząc ekonomiczne i logistyczne przepływy, właścicielom lokali gastronomicznych zależy na zachowaniu jak największej skuteczności, efektywności przy jak najmniejszej kapitałochłonności. Opracowanie składa się z dwóch części. Pierwsza część obejmuje aspekty niekonwencjonalnego podejścia do zarządzania kreującego szansę rozwoju organizacji oraz przedstawia nowoczesne metody i koncepcje zarządzania logistycznego w gastronomii, zastosowane w branży gastronomicznej.*

**Key words:** logistics management, logistics, gastronomy, development, enterprise.

*The growing food service market is conducive to clarify the areas of interest in the field of logistics management. Logistics Management as orientation in conducting businesses need methods and tools that can be used. Creating economic and logistic flows, the owners of dining options depends on maintaining the highest efficiency, effectiveness with the least capital intensity. The paper consists of two parts. The first part covers aspects of unconventional approaches to managing it creates a chance for the development of the organization and presents modern methods and concepts of logistics management in the catering industry, used in the catering industry.*

## WSTĘP

Rynek gastronomii w Polsce jest gałęzią gospodarki stale rozwijającą się, a jej ewolucja oraz rozrost przyczyniają się do implementacji nowych rozwiązań oraz poszukiwania niekonwencjonalnych metod prowadzenia przedsiębiorstwa, które mogłyby się przyczynić do wzrostu konkurencyjności. Wzrasta przez to znaczenie dedykowanych systemów prowadzenia firmy, które będą mogły w elastyczny sposób zrealizować zapotrzebowanie przedsiębiorstwa oraz dać szansę na zintensyfikowanie pozycji rynkowej. Staje się to możliwe dzięki specyfikacji metod zarządzania logistycznego w podejściu całościowym, z uwzględnieniem przebiegów mających miejsce w przedsiębiorstwie [11]. Zarządzanie logistyczne pozwala również na planowanie, sterowanie oraz kontrolę przy stałym formułowaniu i rozwijaniu przedsiębiorstwa oraz minimalizacji kosztów [1]. Następuje usprawnienie w obrębie przepływów w firmie od punktu pozyskania do konsumpcji, w celu zaspokojenia potrzeb klienta,

będących kluczowym aspektem definiowania oraz realizowania usług [30].

Przedsiębiorstwa chcąc podolać dynamicznie zmieniającym się wymaganiom otoczenia muszą dbać o swoją efektywność oraz o kreowanie wartości dla klientów i dla siebie. Niezbędne staje się wypracowanie oraz wdrożenie nowatorskich systemów, narzędzi i mechanizmów, umożliwiających ciągłe doskonalenie procesów zachodzących w organizacji. Nowoczesne podejście do działalności logistycznej przedsiębiorstw powinno zmierzać do maksymalizacji rentowności zainwestowanego kapitału, a nowoczesne zarządzanie (oprócz ogromnej wiedzy) do progresywnego myślenia o organizacji, która powinna opierać się na paradygmacie jedności nauki i praktyki [14]. Dążąc do zwiększania skuteczności i efektywności przy jak najmniejszej kapitałochłonności właściciele lokali gastronomicznych coraz częściej przygotowują własne systemy oparte o znane metodologie celem zdobycia przewagi konkurencyjnej, a także zwiększenia

grona swoich stałych klientów. Szczególną uwagę poświęcają przepływowi, które znacząco wpływają na elastyczność działalności przedsiębiorstwa oraz końcową wartość dodaną rozumianą jako zysk netto z działalności [16]. Budowa systemu wymaga jednak znajomości podstawowych metod, a także umiejętności wyboru najważniejszych narzędzi spośród nich [7].

Współczesne przedsiębiorstwa zmuszone są szukać nowoczesnych dróg prowadzących do osiągnięcia sukcesu i przewagi konkurencyjnej poprzez potencjał związany z poziomem obsługi oraz zadowoleniem i lojalnością klientów. Działania w tym zakresie stają się, jednym z głównych celów. Dodatkowo, wiele z nich zrozumiało, iż w warunkach rozwijającej się konkurencji globalnej, sukces rynkowy, tak naprawdę nie jest uzależniony od indywidualnych działań, lecz od siły i dynamizmu wszystkich partnerów, którzy wraz z nimi uczestniczą w dostarczaniu produktów finalnemu nabywcy. Takie myślenie wymaga jednak od grupy przedsiębiorstw współpracujących ze sobą w łańcuchu logistycznym zupełnie nowego podejścia [15]. Przede wszystkim konieczna staje się likwidacja wielu istniejących dotychczas, pomiędzy rynkowymi partnerami, barier i stereotypów, które utrudniają wspólne zarządzanie oraz koordynowanie przepływu (produktów, informacji i środków finansowych) w łańcuchu dostaw. Nowe podejście do współpracy poprzez integrację procesów oraz optymalizację wartości dodawanej przez wszystkie ogniwa tego łańcucha do produktu tworzonego dla ostatecznego klienta, pozwala na osiągnięcie wysokiej efektywności działań całego łańcucha dostaw, zapewniając jednocześnie dużą sprawność wewnętrzną tworzących go organizacji [24].

**Celem artykułu jest analiza wykorzystania nowoczesnych metod zarządzania logistycznego na podstawie badań przeprowadzonych w branży gastronomicznej.**

## NEKONWENCJONALNE PODEJŚCIE DO ZARZĄDZANIA SZANSĄ ROZWOJU ORGANIZACJI

Kluczowym aspektem tradycyjnego paradygmatu zarządzania była poprawa produktywności przedsiębiorstwa i zarządzanie dostępnymi zasobami w stabilnym otoczeniu. Aktualnie sukces rynkowy zależy w znacznej mierze od określenia, czy też wypracowania, kluczowych kompetencji i umiejętności stosowania współczesnych koncepcji zarządzania. Według nowego paradygmatu zarządzania podstawą jest kreowanie rynków i konkurencji przedsiębiorstw. Najbardziej znaczące współcześnie kategorie w zarządzaniu przedsiębiorstwem to innowacyjność, różnorodność, elastyczność, a także ukierunkowanie na zaspokajanie potrzeb klientów, właścicieli, kooperantów i pracowników. Wyzwaniem dla organizacji jest więc poszukiwanie nowych, niejednokrotnie niekonwencjonalnych rozwiązań: organizacyjnych, produktowych, technologicznych, oraz dotyczących zarządzania, które umożliwią unikania zagrożeń będących skutkiem wzrastającej złożoności oraz niepewności otoczenia i równocześnie zapewnią wykorzystywanie szans pojawiających się wraz z nowymi okolicznościami. Metody stosowane dotychczas uniemożliwiają efektywne korzystanie ze skutków

dynamicznego rozwoju nauki, technologii, zarządzania, innowacji a także specyficznych kompetencji [19].

Poprzez niekonwencjonalne podejście do zarządzania rozumie się podejście innowacyjne, nowatorskie, niestandardowe lub też nieszablone. Innowacją mogą być narzędzia, metody, systemy, technologie oraz mechanizmy, które dotychczas nie były stosowane w danym przedsiębiorstwie. Pojęciem kryjącym w sobie wszystkie te cechy jest kreatywna logistyka, która zawiera w sobie nowoczesne podejście do zarządzania wykorzystujące wszystkie możliwości doskonalenia procesów logistycznych, istotnie wpływające na ich funkcjonowanie. Odnosić się może ona do organizacji różnego typu i wykorzystywana być jako uniwersalna koncepcja, umożliwiająca wzrost efektywności procesów tworzenia i realizacji wartości dodanej. Głównym celem kreatywnej logistyki jest uzasadniony ekonomicznie proces przepływu surowców, produktów i usług wraz z niezbędną informacją od punktu powstania do punktu ostatecznej konsumpcji w celu spełnienia wymagań klienta, w tym klienta wewnętrznego oraz klienta łańcucha dostaw [15]. Ponadto kreatywna logistyka nie tylko determinuje przebieg procesów w sferze operacyjnej, ale również wpływa na kształtowanie większości celów i strategii przedsiębiorstwa. W najnowszych ujęciach logistyki zwraca się szczególną uwagę na relacje wiążące poszczególne fazy procesów logistycznych, podkreśla dynamiczne ujęcie logistyki, obszarów ekonomii i wskazuje na konieczność szerokiego, wykraczającego poza ramy przedsiębiorstwa spojrzenia na procesy logistyczne [12]. Kreatywna logistyka stanowi obszar nowoczesnego podejścia do zarządzania. Jest niezwykle istotna na poziomie strategicznym, daje nieskończony wachlarz możliwości rozwoju organizacji i przyczynić się może do wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw.

Nowoczesne przedsiębiorstwa, to organizacje szybko reagujące na zmiany o podejściu innowacyjnym, minimalizujące podziały funkcyjne, inwestujące w ludzi i ich profesjonalizację, wdrażające innowacyjne technologie i narzędzia usprawniające funkcjonalność, przekraczające podziały organizacyjne i doskonalące funkcjonowanie struktur oraz stwarzające możliwości zbiorowego uczenia się nowych sposobów rozwiązywania problemu [27]. Podejście innowacyjne jest obecnie podstawą przedsiębiorczości, dzięki któremu tworzone są nowe przedsiębiorstwa, następuje potężny ich rozwój oraz kreowana jest wartość dla przedsiębiorców i klientów [18]. Działalność innowacyjna przedsiębiorstw podnosząca jednocześnie ich konkurencyjność jest zatem świadomym, ukierunkowanym na osiągnięcie określonego celu aktem aktywności ludzkiej, wykorzystującej dostępną wiedzę i możliwości tkwiące w narzędziach i dostępnej technologii. Zaangażowanie oraz ukierunkowany rozwój, będące podstawą przyjętej strategii innowacyjnej decydują o sprawności współczesnej organizacji [17,23].

Reasumując, skuteczność podmiotu na konkurencyjnym rynku zależy przede wszystkim od jego zdolności dostosowywania się do zmian zachodzących w otoczeniu. Zmiana to nieunikniony fundament efektywnego funkcjonowania i rozwoju organizacji [10]. Ponadto należy również zaznaczyć, że stojące przed organizacjami wyzwania stale rosną. Działania mające poprawić funkcjonalność i konkurencyjność

jednostek powinny zwiększyć spójność rozproszonych przedsięwzięć oraz wprowadzić nowe instrumenty. Zasadne zatem wydaje się wykorzystanie nowych możliwości rozwiązań dla podniesienia konkurencyjności organizacji, tworzenia dogodnych warunków do rozwoju przedsiębiorstw opartych na przykład na wiedzy czy też stymulowania rozwoju współpracy między przedsiębiorstwami [8]. Obecny postęp wymaga od organizacji niestandardowego podejścia do zarządzania jak też wykorzystania alternatywnych nowoczesnych rozwiązań i dostępnych możliwości rozwojowych drzemiących w potencjale ludzkim oraz kreatywności i innowacyjności.

## NOWOCZESNE METODY I KONCEPCJE ZARZĄDZANIA LOGISTYKĄ W GASTRONOMII – BADANE PRZEDSIĘBIORSTWO

Zarządzanie logistyczne jako orientacja w prowadzeniu przedsiębiorstwa potrzebuje metod oraz narzędzi, którymi może się posłużyć. Obecnie istnieje wiele koncepcji oraz strategii przywództwa w biznesie. Ważne staje się umiejętne dobranie odpowiednich elementów zarządzania, tak by firma stała się konkurencyjna na rynku. Przy wyborze nowoczesnych metod i koncepcji zarządzania logistycznego należy jednak uwzględnić nie tylko czynniki finansowe, ale również otoczenie przedsiębiorstwa w jakim będzie ono zastosowane.

Podejście do systemu, jako własnej kombinacji narzędzi oraz metod daje możliwość stworzenia indywidualnego sposobu prowadzenia biznesu, w celu obniżenia kosztów, optymalizacji pracy oraz zwiększenia zysków. Jest to działanie najbardziej pożądane, jednak trudne jest utworzenie czegoś zupełnie nowego, nienawiązującego do istniejących już koncepcji. Dlatego też własny system przedsiębiorstwa oparty jest często na znanych już metodach zarządzania [7]. W systemach produkcji wykorzystujących logistykę sedno powodzenia leży w integracji działań. Wytwarzanie, zaopatrzenie, zbyt, gospodarkę materiałową oraz magazynową łączy się w spójny „łańcuch”, a jako narzędzie oceny stosuje się zysk przedsiębiorstwa wygenerowany dzięki implementacji metod [20].

Dynamiczny rozwój gospodarki na świecie oraz dążenie do bycia najlepszym – liderem rynku, przełożyło się na powstanie nowych stylów kierowania. Określa się je mianem *Nowoczesnych Metod Zarządzania*. Są to techniki, które powstały stosunkowo niedawno, cechujące się innowacyjnością oraz wspierające rozwój zarówno zarządzania jak i logistyki lub też nowatorskie, niekonwencjonalne podejście do istniejących rozwiązań połączone z nowym elementem.

Tworzenie nowoczesnego przedsiębiorstwa wymaga realizacji czterech podstawowych cech: szczupłości, elastyczności, inteligencji, kooperatywności [22]. W analizowanym przedsiębiorstwie przygotowano system oparty na benchmarkingu, outsourcingu, koncepcji metodyki lean, systemie 5S oraz filozofii Kaizen. Wybrane narzędzia pozwoliły na stworzenie dedykowanego modelu, dopasowanego do zapotrzebowania lokalu.



**Rys. 1. Nowoczesne metody zarządzania.**

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie [20]

**Fig. 1. Modern methods of management.**

**Source:** Own study based on [20]

Podczas realizacji prac uwzględniona została zarówno infrastruktura budynku, jak i wymagania stawiane przez nadrzędne organy kontroli, w szczególności Państwową Inspekcję Sanitarną, która bardzo restrykcyjnie określa sposób organizacji przestrzeni oraz pracy w lokalu świadczącym usługi gastronomiczne. Warto zwrócić uwagę na stan preliminarzy przedsiębiorstwa. W chwili rozpoczęcia przygotowań do wdrożenia systemów, firma była na etapie budowy, przez co możliwe było dopasowanie projektu budowlanego do systemu zarządzania i kierowania. Przyczyniło się to do ograniczenia ilości barier oraz wyeliminowało przeszkodę w postaci przyzwyczajenia pracowników. Projekt zakładał sześciokrokowe wdrażanie systemów, które miały zapewnić elastyczność oraz dochodowość przy uwzględnieniu obowiązujących przepisów. Optymalizację zarządzania logistycznego w badanym przedsiębiorstwie rozpoczął *benchmarking*, w celu znalezienia przestrzeni na rynku, w której istnieje szansa osiągnięcia sukcesu przez nowo powstającą firmę. Kolejnym krokiem była analiza oraz ocena opłacalności prowadzenia działalności, celem eliminacji dodatkowych kosztów poprzez wykorzystanie dostępnych zasobów za pomocą *outsourcingu usług* oraz eliminacja strat i marnotrawstwa przy wykorzystaniu koncepcji *metody Lean*. Całość organizacji przestrzeni pracy została oparta o *systematykę 5S*, dzięki czemu możliwa stała się implementacja całości systemu oraz jego ewolucja. Na tym etapie, początkowe założenia systemu zostały w pełni zaimplementowane i rozpoczęła się praca nad udoskonalaniem. Jednym z ważniejszych elementów była optymalizacja procesów której towarzyszył nurt stałego rozwoju małymi krokami (*filozofia Kaizen*). Założenia projektowe kończyły propozycje kierunków rozwoju z możliwością dalszego doskonalenia organizacji, które przyczynią się do stałego zwiększania efektywności i konkurencyjności w przedsiębiorstwie.



## Benchmarking w gastronomii

Niezwykle silnym narzędziem w dążeniu do pozycji lidera na rynku jest benchmarking. Daje ono możliwość zestawienia osiągnięć własnego przedsiębiorstwa z przodownikiem rynku lub konkurencją [5]. Punktem wyjścia jest założenie, że istnieją w organizacji obszary, które można ulepszyć i są one słabą stroną, powodującą straty lub spadki jakości w firmie [31]. Chociaż benchmarking przeprowadza się wewnątrz firmy, to dokonując porównań z bezpośrednimi konkurentami, poprzez na przykład benchmarking funkcyjny i rodzajowy, można dostrzec możliwości rozwoju jak i poprawy organizacji. Benchmarking, tak jak każda koncepcja, nie jest pozbawiony wad. Nie można go zatem traktować jako instrumentu zapewniającego natychmiastowy sukces. Podobnie jak inne koncepcje, także benchmarking ma pewne ograniczenia. Pierwsze wynika z faktu, że benchmarking traktuje się jako proces poszukiwania idealnego rozwiązania, a wiadomo, że nie ma idealnych rozwiązań. Jeśli jednak firma uzna dane rozwiązanie za idealne, to wdrażając je w życie pominię warunki, jakie powinny być spełnione, aby rozwiązanie to przyniosło spodziewane rezultaty. Dlatego takie rozumienie benchmarkingu może dać mierne wyniki. Benchmarking jest długofalowym procesem innowacyjnym, a nie poszukiwaniem idealnego dla firmy rozwiązania [21].

W przypadku rynku gastronomicznego należy jednak zwrócić uwagę na specyfikę działalności branży. Jednym z pierwszych założeń w czasie poszukiwania partnera benchmarkingowego jest nie proszenie o dane, których firma nie będzie chciała udzielić. Powoduje to zmianę oblicza narzędzia i niejednokrotnie spowodowanie go do porównywania zakresu oraz jakości oferty. Restauratorzy udostępniając swoją ofertę liczą się z faktem, że jest to szansa dotarcia do klienta mając jednocześnie świadomość, przekazywania informacji konkurencji. Wiele danych (koszt danego przyjęcia, pochodzenie oraz koszt produktów, wydatki na utrzymanie lokalu oraz pracowników) jest informacjami bardzo pilnie strzeżonymi. Stanowią one bowiem klucz do sukcesu danego przedsiębiorstwa. Niewiele przedsiębiorstw zgadza się zatem na wymianę tego typu doświadczeń. Możliwość zaobserwowania pracy na przykład kucharzy w konkurencyjnej restauracji jest bezcenna, ponieważ doświadczony pracownik, będzie w stanie w pełni odtworzyć ich pracę. Ponadto zyskuje się informację o pochodzeniu produktów, która w przypadku restauracji jest kluczowa dla jakości gotowego wyrobu oraz usługi.

W przypadku analizowanej restauracji benchmarking posłużył znalezieniu miejsca na rynku dla nowej firmy. Do porównania wybrano przedsiębiorstwa o tej samej specyfice co założona działalność. Analizowano zatem lokale, które prowadzą zarówno codzienną działalność restauracyjną, jak i organizują przyjęcia typu wesela, urodziny, spotkania biznesowe. Spośród silnej konkurencji wybrano te, które w najbliższym otoczeniu były zlokalizowane, posiadają bardzo dobrą opinię wśród klientów i pomimo większej odległości, stanowiące konkurencję głównie w przypadku organizacji przyjęć. Porównania dokonano na bazie ofert prezentowanych przez lokale, z uwzględnieniem obu rodzajów usług biorąc pod uwagę jakość (ocenioną na podstawie wizyty w lokalu – skorzystaniu z usług). W pierwszej kolejności wzięto pod

uwagę stosunek ceny do oferowanej jakości oraz ilości. Informacja ta pozwoliła określić szanse na powodzenie własnej działalności dając jednocześnie możliwość modyfikacji, celem zdobycia przewagi. W charakterystyce wzięto również pod uwagę estetykę lokali konkurencyjnych, dzięki czemu możliwe było stworzenie nowego wizerunku z predyspozycjami na sukces w branży.

Benchmarking nie zakończył się jednak na jedнокrotnej analizie. Efektywność tego narzędzia wymusza stałą kontrolę zachowań rynku. W przypadku restauracji kluczowe stały się oferty sezonowe, których przygotowanie wymaga wiedzy oraz doświadczenia gastronomicznego. Jednym z ciekawszych aspektów, jakie zostały porównane było przygotowanie do przedstawienia oferty klientowi. Okazało się wówczas, że w większości lokali, aby ustalić menu na przyjęcie, trzeba wcześniej umówić się z kierownikiem, który pracuje tylko w określonym zakresie czasu i nie było możliwości zaznajomienia się z ofertą bez jego obecności. W analizowanym lokalu sytuacja ta wyglądała zupełnie inaczej. Wszyscy pracownicy zostali przygotowani do prezentacji oferty. Było to możliwe poprzez udostępnienie odpowiednich, wcześniej przygotowanych materiałów. Ponadto uwzględniono również aspekty wizualizacyjne w ofercie, które pozwalają klientom w dokładniejszy sposób zobrazować propozycję.

## Outsourcing kosztownych działów

Wykorzystanie zewnętrznych źródeł (usług) jest cechą charakterystyczną rozwoju gospodarczego i przynosi spore oszczędności [9]. Analiza zadań jakie należy spełnić w restauracji pozwoliła wyznaczyć cztery kluczowe obszary, których prowadzenie w lokalu wiąże się z kapitałochłonnością oraz potrzebą stałego rozwoju. Należą do nich ochrona, księgowość, usługi informatyczne oraz serwis urządzeń. Przygotowanie tych stanowisk pracy wymagałoby inwestycji zarówno w technologię jak i stały jej rozwój.

Istotnym elementem branym pod uwagę było bezpieczeństwo, które stanowi podstawę prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstwa i procesów w nim zachodzących, a ponadto daje wewnętrzny spokój oraz zmniejsza obawy przed drogimi inwestycjami czy też kosztami. W teorii, można wybudować lub wytyczyć miejsce dla ochrony i zatrudnić pracowników pełniących służbę cały dzień i całą noc, ale jest to nieopłacalne. Analizowany lokal czynny jest od 12:00 do 22:00. Godziny te nie są jednak stałe. Jeśli klient organizuje np. wesele lub urodziny, czy spotkanie biznesowe, zdarza się, że jego goście znacznie dłużej zostają w lokalu, przez co czas obecności pracowników na miejscu wydłuża się, a czas w którym lokal jest zamknięty skraca. Ponadto lokal jest stosunkowo niewielki i można zastosować inne narzędzia zabezpieczające [25]. Aby usprawnić bezpieczeństwo w przedsiębiorstwie, podjęto decyzję dotyczącą wynajęcia firmy specjalizującej się w ochronie budynków. System alarmowy restauracji został zintegrowany z firmą ochroniarską. Właściciel ma około 3 minuty na wykonanie telefonu anulującego alert przy pomocy bezpiecznego hasła, w przeciwnym wypadku wysyłana jest grupa interwencyjna, której zadaniem jest sprawdzenie zabezpieczenia lokalu – czy wszystkie drzwi oraz okna są zamknięte, czy nie ma śladów włamania itp.



Kolejnym outsourcingowanym działem jest księgowość. Rozważono zatrudnienie jednej osoby, która zajęłaby się prowadzeniem finansów firmy czyli rozliczaniem pracowników, faktur oraz przygotowywaniem umów. Nie byłby to jednak koszt jedynie pracownika. Potrzebowałby on miejsca do pracy oraz odpowiedniego sprzętu. Ponadto godziny pracy restauracji nie pokrywają się, w dużej mierze, z pracą urzędów, a otwieranie lokalu specjalnie dla jednego pracownika również generuje dodatkowe koszty, dlatego wybrano firmę zewnętrzną specjalizującą się w księgowości.

Ostatni kluczowy element to usługi informatyczne, a w szczególności oprogramowanie i serwis kasy fiskalnej, oprogramowanie i serwis systemu do obsługi klienta, tworzenie oraz modernizacje witryny internetowej, czy też pozycjonowanie witryny. Jest to obszar nie znany właścicielom, a także wymagający ciągłego rozwoju oraz inwestycji. Pojawiła się potrzeba obsługi przez dwie firmy. Pierwsza z nich zajmuje się systemem informatycznym obsługi klienta, a druga tworzeniem szablonów oraz pozycjonowaniem witryny internetowej. Należy zwrócić uwagę, że chodzi tylko o aspekt tworzenia szkieletu. Dzięki prostemu panelowi administracyjnemu treści tworzone są przez pracowników lub właścicieli, co skraca drogę przepływu informacji.

### Lean w przepływach

Organizacja pracy skupia się wokół niwelacji strat, które wynikają z działań nie przynoszących wartości dodanej [3], która stanowi jedną z najbardziej istotnych kategorii, uwzględnianych w ocenie wydajności i efektywności przedsiębiorstw [16]. Wzrost wartości przedsiębiorstw jest uzależniony od efektywnego generowania, nabywania, rozpowszechniania i stosowania wiedzy. Narozwój przedsiębiorstw oraz wzrost ich wartości i podniesienie pozycji konkurencyjnej coraz mniejszy wpływ mają czynniki i zasoby materialne, a coraz większy aktywa niematerialne, a wśród nich przede wszystkim zasoby kapitału wiedzy, szczególnie technicznej, ekonomicznej, finansowej i organizacyjnej [26]. Wartość i efektywność nie zależą we współczesnym świecie od zręcznej alokacji rzadkich zasobów materialnych, lecz od wielkości kapitału wiedzy, jego aktualności, od poziomu wykształcenia pracowników, zdolności do kreatywnego myślenia i wdrażania nowych rozwiązań dla procesów produkcyjnych, usługowych czy handlowych [13].

Koncepcja Lean jest jedną z najbardziej popularnych koncepcji zarządzania, która nie polega na jednorazowym działaniu związanym z usunięciem wszelkiego rodzaju marnotrawstwa przejawiającego się przykładowo w nadmiernych zapasach, produkcji czy też nadmiarze operacji transportowych. Myślą przewodnią koncepcji jest unikanie wszelkich form marnotrawstwa za pomocą niekończącego się usprawniania przedsiębiorstwa oraz jego relacji z otoczeniem [4]. Głównymi cechami charakteryzującymi koncepcję Lean są między innymi orientacja na klienta, praca zespołowa, odpowiedzialność pracowników za podjęte decyzje, elastyczność struktury organizacyjnej, ciągłe doskonalenie organizacji poprzez liczne szkolenia kadry i pracowników, podział odpowiedzialności [6].

Systematyka Lean pozwala na budowę przewagi konkurencyjnej również w przypadku średnich przedsiębiorstw

[28]. Opiera się ona o trzy podstawowe filary: koszty, jakość i zasoby ludzkie [2]. Przy implementacji koncepcji Lean zwrócono więc szczególną uwagę na takie aspekty jak praca grupowa, decentralizacja decyzji, orientacja na klienta, ciągłe udoskonalanie, odrzucanie błędów u źródła. Wzięto również pod uwagę unikanie rozrzutności i marnotrawstwa przy ciągłym przepływie materiałów [31]. W restauracji jakość dań w znacznej mierze nakreślają produkty z jakich przygotowany zostaje posiłek. Ponadto zapasy muszą być ograniczone, aby zapewniona została świeżość oraz zdatność szczególnie warzyw, owoców oraz mięsa. Stosunkowo niewielki odsetek surowców wykorzystywanych w lokalu może być dłużej przechowywany, należą do niego między innymi produkty mączne oraz napoje, dlatego bardzo ważne jest przygotowanie jednoznacznych przepływów, przy czym należy również zwrócić uwagę na organizację pozwalającą na wykorzystanie założeń FIFO (pierwszy produkt wchodzi i pierwszy wychodzi np. towar w magazynie).

Eliminując muda<sup>1</sup> należy zwrócić uwagę na osiem typów a zarazem przestrzeni ich powstawania. Nadprodukcja, w przypadku restauracji jest niedopuszczalna. Gotowe produkty muszą zostać wydane, inaczej tracą swoją wartość. Kolejnym elementem są zapasy, których nadmierność powoduje zamrożenie kapitału, więc ich ilość powinna być dopasowana do właściwego zbytu. Straty generują również pojawki – eliminacja błędów, których można było uniknąć a także nadmierna obróbka. Ponadto zbędny ruch oraz transport przyczyniają się zarówno do utraty wartości jak i powstawania opóźnień, które bezpośrednio generują muda w postaci oczekiwania. Ostatnim elementem jest niewykorzystanie zasobów ludzkich [29].

W gastronomii zarówno w czasie przygotowywania jak i wydawania posiłków ważna jest właściwa organizacja pracy oraz ograniczenie zbędnych przejść pomiędzy stanowiskami. Kluczowa staje się zatem właściwa kolejność stanowisk roboczych, bliskie sąsiedztwo miejsca np. obróbki mięsa ze stanowiskami obróbki cieplej. Tworzy to logistyczny przepływ surowców, wyrobów oraz informacji w pomieszczeniach. Następuje usprawnienie oraz optymalizacja procesów przetwórczych. Pierwszy z nich, inicjujący analizę to przepływ surowców. Do restauracji produkty dostarczane są przez dostawców np. mięso (wołowe, wieprzowe, drób), napoje oraz alkohol. Pozostałe produkty zakupywane są przez szefową kuchni i dowożone do niej samochodem. Działania te charakteryzuje dbałość o jakość. Sprawdzeni dostawcy produktów przywożą je zawsze terminowo, a produkty są świeże oraz najwyższej jakości. Podpisanie umowy na dostarczanie napojów w małych szklanych butelkach (rzadko spotykanych w sklepach a powszechnych w gastronomii) oraz piwa pozwala uzyskać ten sam produkt w niższej cenie niż u pośredników. Ponadto właściciel ma możliwość dostania do lokalu sprzętów z logo takich jak lodówki, zamrażarki, otwieracze, tace. Dzięki nim inwestuje mniejszy kapitał w wyposażenie baru. Genezą własnych dostaw – zakupów właścicieli – jest delikatność dobranych składników. Dostawcy warzyw kompletując towar również biorą produkty według zasady FIFO, nie zwracając skrupulatnie uwagi na

1 muda – „marnotrawstwo – określenie wszelkiego działania, czynności oraz rzeczy, które nie wytwarzają wartości dodanej”.

jego jakość. Aby wyeliminować takie błędy i mieć pewność, że dostarczono do lokalu towar o wysokiej jakości, szefowa kuchni sama kompletuje pozostałe zaopatrzenie.

Towar do lokalu jest dostarczany wejściem dla personelu, po czym trafia do odpowiedniego miejsca przechowywania w zależności od wymagań jakie musi spełnić przestrzeń otaczająca – magazynu produktów suchych, cukierni, chłodni itp. Ważna jest liniowość ułożenia produkcji. Produkt trafiający do obróbki nie jest chaotycznie przenoszony po całym lokalu, ponieważ układ stanowisk zachowuje ciągłość. Przykładowo ziemniaki, czyszczone oraz obierane są w osobnym pomieszczeniu – do obróbki brudnej, znajdującym się najbliżej drzwi wejściowych. Dopiero tak przygotowany produkt trafia na kuchnię – przeznaczony np. do ugotowania, po czym bezpośrednio zostaje wydany.

## PODSUMOWANIE

Reasumując pierwszy etap badań można zauważyć, że w analizowanym przedsiębiorstwie, zastosowane narzędzia w postaci benchmarkingu, outsourcingu i koncepcji metodyki Lean dały większe możliwości funkcjonalne organizacji w stosunku do tradycyjnych rozwiązań. W badanym lokalu gastronomicznym poprzez wprowadzenie wymienionych koncepcji uległo poprawie zarządzanie logistyczne oraz poprawiły się przepływy logistyczne. Podkreślić należy, że w obecnych czasach prawidłowe funkcjonowanie przedsiębiorstw zależy przede wszystkim od sprawnego zarządzania. Wdrażanie narzędzi usprawniających, gwarantuje właściwą działalność firmy oraz konkretne korzyści finansowe. Doskonalenie procesów logistycznych nie kończy się z chwilą wprowadzenia zmian i osiągnięcia zamierzonych wartości wskaźników i mierników, ale jest procesem ciągłym. Ważne jest zdobywanie nowej wiedzy i prawidłowe oraz świadome zarządzanie nowymi technologiami i dostępnymi narzędziami. Obecnie przedsiębiorstwa, które potrafią lub dążą do kreowania swojej wartości są przedsiębiorstwami konkurencyjnymi.

## LITERATURA

- [1] **ABT S. 1998.** Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 19-21.
- [2] **BERNAIS J., INGRAM J., KRAŚNICKA T. 2010.** ABC współczesnych koncepcji i metod zarządzania, wydanie drugie zmienione, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice, 11-207.
- [3] **BORKOWSKI S. 2008.** Zarządzanie produkcją. Systemy produkcyjne, Oficyna Wydawnicza „Humanitas”, Sosnowiec, 128-135.
- [4] **CIURLA M., HOPEJ M. 1996.** *Nowe koncepcje w zarządzaniu*, Przegląd Organizacji nr 6, Warszawa, 16.
- [5] **DRUCKER P. F. 2009.** Zarządzanie XXI wieku – wyzwania, Wydawnictwo MT Biznes, Warszawa, 128.
- [6] **ENCYKLOPEDIA ZARZĄDZANIA** [http://mfiles.pl/pl/index.php/Lean\\_management](http://mfiles.pl/pl/index.php/Lean_management) (dostęp na dzień 04.02.2014).
- [7] **GOLEMBSKA E. (red.) 2006.** Współczesne kierunki rozwoju logistyki, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 11-27.
- [8] **GRZYBOWSKA A. 2012.** *Przedsiębiorczość jako determinanta konkurencyjności*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Nr 724 Ekonomiczne Problemy Usług Nr 97, 359-369.
- [9] **JOKIS A., JAROSZYŃSKI J. 2008.** *Outsourcing logistyczny*, Logistyka nr 6, Poznań.
- [10] **KNAP-STEFANIUK A. 2010.** *Innowacje a konkurencyjność przedsiębiorstw. Zarządzanie zmianami*. Biuletyn POU Wyższa Szkoła Zarządzania, nr 5(39), Warszawa. [http://www.wszpou.edu.pl/biuletyn/druk.php?p=&strona=biul\\_innowac&nr=39](http://www.wszpou.edu.pl/biuletyn/druk.php?p=&strona=biul_innowac&nr=39) (dostęp na dzień 02.02.2014).
- [11] **KRAWCZYK S. 2001.** Zarządzanie procesami logistycznymi, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 68.
- [12] **KRUPSKI R., NIEMCZYK J., STAŃCZYK-HUGIET E. 2009.** Koncepcje strategii organizacji, Wydawnictwo PWE, Warszawa.
- [13] **KUKLIŃSKI, A. (red.) 2001.** Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie dla Polski XXI wieku, Wydawnictwo KBN, Warszawa, 167-168.
- [14] **KULIŃSKA E., RUT J. 2013.** Kategoria efektywności jako kluczowa determinanta usprawnienia procesów. Red. Kulińska Ewa: Logistyka w zarysie – wybrane problemy badawcze. Opole Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, 117-125 [Studia i Monografie, Politechnika Opolska, z. 371].
- [15] **KULIŃSKA E., RUT J. 2013.** Kreatywna logistyka jako koncepcja niekonwencjonalnego podejścia do zarządzania procesami logistycznymi. Red. Kulińska Ewa: Logistyka w zarysie – wybrane problemy badawcze. Opole Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, 112-115 [Studia i Monografie, Politechnika Opolska, z. 371].
- [16] **KULIŃSKA E. 2009.** The meaning of processes orientation in creation and realization of the added value Foundations of Management, Vol. 1, No. 2, p. 81-94, ISSN 2080-7279.
- [17] **LENDEL V., VARMUS M. 2011.** Creation and Implementation of the Innovation Strategy in the Enterprise, „Economics and Management“ No. 16, p. 819.
- [18] **LIMAŃSKI A. 2011.** Rola innowacyjności w budowaniu przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa w gospodarce opartej na wiedzy. Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy. Społeczeństwo informacyjne-regionalne aspekty rozwoju, z. 23, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, 135-147.
- [19] **MAZURKIEWICZ A. 2011.** *Paradygmaty zarządzania we współczesnym przedsiębiorstwie (wybrane aspekty)*. Zeszyty naukowe Uniwersytetu Rzeszowskiego, (red.) Woźniak M.G. Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy, z. 19, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, 408-418.

- [20] **MICHLOWICZ E. 2012.** Zarys logistyki przedsiębiorstwa, Wydawnictwo AGH, Kraków, 120.
- [21] **MIKULSKI H., MIKULSKAA. 2006.** Benchmarking jako nowoczesna metoda zarządzania przedsiębiorstwem, [w:] Monitor Rachunkowości i Finansów, nr 6/2006, [http://www.mrf.pl/index.php?mod=m\\_artykuly&cid=87&id=1&p=1](http://www.mrf.pl/index.php?mod=m_artykuly&cid=87&id=1&p=1) (dostęp na dzień 10.02.2014).
- [22] **MIKUŁA B., PIETRUSZKA-ORTYL A., POTOCKI A. 2002.** Zarządzanie przedsiębiorstwem XXI wieku wybrane koncepcje i metody, Wydawnictwo Difin, Warszawa, 9-36.
- [23] **PODRĘCZNIK OSLO 2008.** Zasady gromadzenia i interpretacji dotyczących innowacji, wydanie trzecie, Wspólna publikacja OECD i Eurostatu, 2005, Wydawnictwo MNiSW, Departament Strategii i Rozwoju Nauki, Warszawa, 48-49.
- [24] **POKUSA T. 2001.** Logistyczna obsługa i lojalność klienta jako orientacje rynkowe, Wydawnictwo WSZiA, Opole, 7.
- [25] **SKRZYPCZYK L. 2014.** Analiza i ocena skuteczności nowoczesnego systemu zarządzania logistycznego w gastronomii na wybranym przykładzie. Praca dyplomowa inżynierska, Opole.
- [26] **STANIEWSKI M.W. 2008.** Zarządzanie zasobami ludzkimi a zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo Vizja Press & IT, Warszawa.
- [27] **SZYMCZAK F. 2014.** Zarządzanie firmą w gospodarce opartej na wiedzy. <http://newpr.pl/wp-content/uploads/Zarz%C4%85dzanie-firm%C4%85-w-gospodarce-opartej-na-wiedzy.pdf> (dostęp na dzień 06.02.2014).
- [28] **TABASZEWSKA E. 2007.** Nowoczesne koncepcje zarządzania - wyniki badań, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław, 17-145.
- [29] **TAIICHI O. 2008.** System Produkcyjny Toyoty. Więcej niż produkcja na dużą skalę, Wydawnictwo Prod-Press.com, Wrocław, 22.
- [30] **WOJCIECHOWSKI T. 2011.** Marketingowo – logistyczne zarządzanie przedsiębiorstwem, Wydawnictwo Difin, Warszawa, 26-207.
- [31] **ZIMNIEWICZ K. 2009.** Współczesne koncepcje i metody zarządzania, wydanie III zmienione, Wydawnictwo PWE, Warszawa, 11-124.

Dr Kazimierz Piotr MAZUR  
 Dr Marek PAWŁOWSKI  
 Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
 Artur PIĄTKOWSKI  
 Uniwersytet Warszawski

# WPŁYW RÓŻNIC KULTUROWYCH NA ODMIENNE POSTRZEGANIE POJĘCIA MOTYWOWANIA NA PRZYKŁADZIE: JAPONII, KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ ORAZ STANÓW ZJEDNOCZONYCH AMERYKI PÓŁNOCNEJ®

Impact of cultural differences in the perception of the concept of different motivation for example: Japan, European Union countries and the United States of America®

**Słowa kluczowe:** empowerment, kultura narodowa, kultura organizacji, motywacja, motywowanie, zarządzanie japońskie, zarządzanie międzykulturowe.

*Celem artykułu jest zaprezentowanie najważniejszych aspektów postrzegania pojęcia motywowania definiowanego w różnych kręgach kulturowych. Stanowi on, opartą o wybrane pozycje literatury przedmiotu, analizę perspektyw Japonii oraz UE i USA w sprawie postrzegania motywacji, zatrudnienia, przynależności do organizacji oraz stylów zarządzania. Autorzy starali się pokazać czytelnikowi wpływ japońskich technik zarządzania na motywację pracowników Unii Europejskiej oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej.*

## WSTĘP

Kwestie dotyczące motywacji do pracy były i są rozpatrywane przez praktyków i teoretyków zarządzania od wielu lat. Istnieje mnóstwo teorii dotyczących motywacji i motywowania, a każda z nich wnosi jakieś nowe, ważne zagadnienie. Jednak podczas ich analizy należy zwrócić uwagę na fakt, że efektywność człowieka w pracy nie zależy tylko i wyłącznie od motywacji (jej nadmiar może zaszkodzić), ale również od tego jak postrzega on swoją osobę w organizacji, jak jest przygotowany do realizacji powierzonych zadań i jakie posiada uzdolnienia. Każdy człowiek ma różne potrzeby i w różnym stopniu czuje ich nasilenie. Jedni oczekują akceptacji, przynależności do grupy, inni będą pragnęli wyższych dochodów, jeszcze inni będą liczyli, że poprzez bardziej intensywną pracę osiągną awans zawodowy. Potrzeba (bądź cel), jest więc poczuciem braku czegoś, co wywołuje napięcia w organizmie i pobudza aktywność człowieka w kierunku zaspokojenia tej potrzeby [6, s. 126-132].

Hofstede [4] po przeprowadzeniu badań w 40 krajach świata doszedł do wniosków dotyczących związków między charakterem narodowym a motywacją do pracy. Stwierdził

**Key words:** empowerment, national culture, organizational culture, motivation, motivating, Japanese management, intercultural management.

*The purpose of this article is to present the most important aspects of the perception of the concept of motivating defined in different cultures. It is based on the selected items of literature, analysis of the prospects for Japan and the EU and the U.S. on the perception of motivation, employment, membership in the organization and management styles. The authors tried to show the reader the impact of Japanese management techniques motivation in the European Union and the United States of America.*

on, że występują duże różnice między ludźmi, co w znacznym stopniu podwyższa uniwersalność skutecznych zasad postępowania opartych na zachodnich teoriach. Hofstede wymienia cztery aspekty zagadnień, które wyznaczają ważne elementy kultury narodowej i pozwalają identyfikować różnice między kulturami organizacji. Są nimi:

- ◆ indywidualizm (charakterystyczny dla kultury północnoamerykańskiej) i kolektywizm (charakterystyczny dla społeczeństwa japońskiego);
- ◆ dystans władzy (mały w kulturze austriackiej, izraelskiej i duńskiej; duży w kulturze ekwadorskiej, gwatemalskiej, wenezuelskiej i panamskiej);
- ◆ konfucjański dynamizm, czyli stopień unikania niepewności (mały w społeczeństwie izraelskim, austriackim i duńskim; duży w społeczeństwie panamskim, gwatemalskim i malezyjskim);
- ◆ męskość (charakterystyczna dla kultury japońskiej, austriackiej i wenezuelskiej) i kobiecość (charakterystyczna dla kultury szwedzkiej, norweskiej, duńskiej i holenderskiej) [4, s. 47-260; 5, s. 423-424; 10, s. 160-161; 16, s. 70-72].



**Celem artykułu jest przedstawienie wpływu różnic kulturowych na odmienne postrzeganie motywacji do pracy na przykładzie pracowników Japonii, krajów Unii Europejskiej oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej.**

## SKUTECZNOŚĆ JAPOŃSKIGO SPOSOBU ZARZĄDZANIA

Po przegraniu Drugiej Wojny Światowej Japonia znalazła się w największym kryzysie w historii. Kraj stanął przed trudnościami kryzysu ekonomicznego oraz demograficznego. Jednak po około 60 latach od chwili podpisania aktu bezwarunkowej kapitulacji Cesarstwa Japonii, kraj ten posiada jedno z najwyższych PKB na świecie, a korporacje, takie jak: Sony, Honda, Nintendo, Seiko, Panasonic czy Mitsubishi, są światowymi liderami swoich branż [8].

Można powiedzieć, że Japonia dużo zawdzięcza amerykańskiemu teoretykowi zarządzania. Firmy japońskie odkryły w czasie powojennej okupacji, że ich produkty na tle standardów międzynarodowych wypadły niekorzystnie. Idee jakości zainspirowały Japończyków do wynalezienia systemu „szczupłej produkcji”, produkcji „na czas” i „sterowania popytem”. Już z nastaniem lat osiemdziesiątych firmy japońskie zdominowały amerykańskie we wszystkich dziedzinach, od ceny po jakość [7, s. 269-271].

W czasie największych sukcesów japońskiej gospodarki, pod koniec XX wieku, nastąpił gwałtowny wzrost zainteresowania menadżerów z Europy i Stanów Zjednoczonych stosowanymi tam metodami zarządzania i motywowania pracowników. Wielu amerykańskich i europejskich dyrektorów CEO oraz menadżerów zasiadających na najwyższych szczeblach zarządzania pragnęło poznać tajniki sukcesu Kraju Kwitnącej Wiśni [9].

Ouchi W.G. był jednym z naukowców, którzy badali japońskie przedsiębiorstwa z nadzieją, że znajdą w nich rozwiązania niektórych problemów amerykańskich [10, s. 161]. Autor ten definiował i kontrastował ze sobą styl japoński („J”) i amerykański („A”), poszukując modelu pośredniego („Z”), wykorzystującego japońskie doświadczenia i dające się zastosować w przedsiębiorstwach USA. Model „Z” zawierał takie elementy jak: system awansu zygzakowatego, opracowanie filozofii organizacji, która byłaby angażująca i ważna dla wszystkich pracowników, projektowanie struktury organizacyjnej ułatwiającej i wymuszającej społeczną komunikację, współpracę oraz kontakt kierownictwa ze związkami zawodowymi [5, s. 418-419]. Zachodni menadżerowie zainspirowani wysoką motywacją i skutecznością japońskich pracowników zaczęli w latach 70-tych i 80-tych masowo wprowadzać japońskie praktyki zarządzania. Techniki, takie jak: Kaizen, Just in Time, Kanban, 5S, Total Quality Management czy Lean Management zaczęły być masowo wdrażane w amerykańskim General Motors, General Electric czy europejskim Fiacie lub Philipsie. Niestety szybko zauważono, że pomimo wiernego odwzorowania japońskich technik zarządzania rezultaty są niezadowolające. Europejscy i amerykańscy menadżerowie zapomnieli o różnicach kulturowych oraz odmiennym postrzeganiu pojęcia pracy przez kulturę zachodnią oraz azjatycką. Japończycy

inaczej postrzegają stosunek pracy oraz motywację do wykonywania pracy. Są nastawieni na osiąganie wyników z perspektywy grupy, organizacji czy całego społeczeństwa. Japońscy kierownicy bardziej troszczą się o długofalowe konsekwencje swoich decyzji i działań oraz są bardziej skłonni do ponoszenia bieżących „ofiary” na rzecz przyszłych korzyści. W większym też stopniu zachęcają podwładnych do udziału w podejmowaniu decyzji oraz chętniej przyjmują i uwzględniają ich uwagi i propozycje [10, s. 161]. Tymczasem na zachodzie, a w szczególności w USA, istnieje kult wolności, kult jednostki (indywidualizm) oraz koncentracja na osobistych sukcesach [2, s. 185]. Z tego powodu systemy zarządzania i motywowania idealnie sprawdzające się w Japonii niekoniecznie muszą równie dobrze funkcjonować w Europie czy Stanach Zjednoczonych Ameryki.

Moda na japońskie zarządzanie przechodziła kryzys w połowie lat dziewięćdziesiątych. Wówczas to firmy kraju kwitnącej wiśni musiały walczyć z przedłużającą się recesją i ciężarem drogiego jena. W tym samym czasie firmy zachodnie, a w szczególności amerykańskie, zaimplementowały do swojego systemu, wszystko to, co najlepsze w japońskim zarządzaniu. Teraz, zdaniem krytyków, to znowu Japończycy – musieli uczyć się od Zachodu. Można wymienić dwie dziedziny, w których japońskie zarządzanie okazało się odporne na zmiany: dożywotnie zatrudnienie i zarządzanie wielokulturowe. Nonaka I. i Takeuchi H. – uważani za nowe pokolenie japońskich teoretyków zarządzania – sądzą, że Japończycy mają wciąż określoną przewagę. Firmy zachodnie, co prawda, zdecydowanie wyprzedzają japońskie w zarządzaniu rodzajem formalnej, oczywistej wiedzy, którą da się przesłać faksem czy pocztą elektroniczną, jednak Japończycy lepiej sobie radzą z zarządzaniem wiedzą „nie spisana” – nieformalną tradycją zawodową. Tworzą ją, pracownicy firmy rozwiązujący codzienne problemy, dzieląc się tą wiedzą w nieformalnych rozmowach podczas przerw w pracy. W praktyce przecucie jednego człowieka może zaważyć na konkurencyjnej przewadze całego przedsiębiorstwa [7, s. 270-286].

## ANALIZA PORÓWNAWCZA POJĘCIA MOTYWOWANIA W JAPONII, UNII EUROPEJSKIEJ ORAZ STANACH ZJEDNOCZONYCH AMERYKI

Wśród menadżerów najwyższego szczebla problematyka motywowania oraz możliwość adaptacji japońskich systemów zarządzania wciąż cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem. Po boomie na japońskie techniki zarządzania pod koniec XX wieku obecnie nasila się nowy trend, przenoszenia produkcji z Japonii do filii w Europie. Może się on szczególnie uwidocznić po podpisaniu umowy o strefie wolnego handlu pomiędzy Unią Europejską a Japonią. W związku z tym europejscy menadżerowie ponownie otwierają się na azjatyckie środowiska kulturowe, a co za tym idzie na odmienne postrzeganie motywacji, wynagradzania oraz zarządzania organizacją.

W tradycyjnej japońskiej filozofii zarządzania istnieją ściśle przestrzegane reguły i zasady. Po pierwsze istnieje o wiele większa formalizacja w porównaniu z zachodnim

stylem zarządzania. Podręczniki operacyjne i regulaminy organizacji są traktowane w kategoriach istotnych artefaktów organizacji. Pracownicy wnikliwie je analizują i powszechnie się do nich odwołują. Menedżerowie otrzymują podręczniki operacyjne ze szczegółowym opisem postępowania w danych sytuacjach oraz sposobami działania z poszczególnymi zadaniami. Dodatkowo niezwykle istotnym aspektem jest funkcja przełożonego – kierownika/menedżera wyższego szczebla. Większość decyzji należy z nim konsultować i omawiać. Nieuzgodnione uprzednio działania nie są akceptowane. Przez zachodnich menedżerów taka filozofia jest uważana za nieefektywną i pozbawiającą motywacji. Szczególnie menedżerowie amerykańscy są przyzwyczajeni do większej swobody i co za tym idzie aktywnie poszukują szans na wykazanie się w oczach przełożonych. Tymczasem dla przeciętnego Japończyka szczegółowy nadzór to coś naturalnego, z czym mają do czynienia od chwili rozpoczęcia edukacji. Brak ścisłych wzorców zachowań może powodować dyskomfort i niepewność. W praktyce zachodnia filozofia zarządzania pozbawia motywacji japońskich pracowników oraz zmniejsza ich ogólną wydajność.

Zdaniem Mority [8, s. 155] w amerykańskim systemie zarządzania przy podejmowaniu decyzji w przedsiębiorstwie za bardzo polega się na osobach z zewnątrz. Wynika to z faktu, że amerykańscy decydenci czują się bardziej zagrożeni niż większość japońskich menedżerów najwyższego szczebla. Prawny obowiązek informowania o wynikach przedsiębiorstw prowadzi do kwartalnej oceny skuteczności menedżera: aż nazbyt często ocena ta jest oparta na takich krótkookresowych wynikach. W Japonii stanowiska kierownicze powierza się osobom darzonym zaufaniem.

Innym aspektem japońskiej szkoły zarządzania jest ciągłość zatrudnienia oraz lojalność wobec pracodawcy. W typowym japońskim przedsiębiorstwie pracownik rozpoczyna pracę zaraz po skończeniu studiów i kończy ją z chwilą przejścia na emeryturę. Jest on zatrudniony nieprzerwanie (dożywotnio) w jednej firmie, z którą jest bardzo związany emocjonalnie. Rozwiązanie umowy o pracę występuje niezwykle rzadko. Najczęstszymi powodami są: poważne przewinienie pracownika, jego śmierć lub bankructwo firmy. Pracownicy japońscy również rzadko z własnej woli zmieniają miejsce zatrudnienia, nawet w obliczu ciężkiej sytuacji finansowej firmy. W przypadku kłopotów z wypłacaniem wynagrodzeń pracownicy są skłonni pracować za mniejsze honorarium byle tylko uratować organizację. Według japońskich menedżerów, pracownik jest bardziej zmotywowany i pracuje wydajniej, jeśli nie musi się obawiać o utratę pracy. Dodatkowo według japońskiej myśli zarządzania najcenniejszym zasobem firmy są jej pracownicy oraz ich „ukryta” wiedza. Pod tym pojęciem kryją się wszystkie umiejętności pracownika, które już opanował z chwilą przystąpienia do organizacji oraz wszystkie umiejętności, które nabędzie podczas pracy w niej. W zamian za przywiązanie pracowników do firmy otrzymują oni od niej liczne świadczenia, również po przejściu na emeryturę. Często zdarza się, że w przypadku śmierci pracownika, firma opiekuje się jego dziećmi do uzyskania przez nie pełnoletniości, a po zakończeniu przez nie edukacji zatrudnia je w swoich strukturach [8].

Z drugiej strony na zachodzie występuje zjawisko wysokiej fluktuacji kadr. Szczególnie na najwyższych kierowniczych stanowiskach wykwalifikowany menedżer jest w stanie zmieniać pracę nawet kilka razy w roku. Wiąże się to w dużej mierze z odmiennym podejściem do stosunku pracy. W USA menedżerowie są przeświadczeni, że na danym stanowisku nie będą pracować dłużej niż rok. Dochodzi do sytuacji, że pomimo trwania umowy o pracę u starego pracodawcy, poszukują oni już nowego. Według zachodnich menedżerów zbyt długie pozostawanie u jednego pracodawcy świadczy o wypaleniu zawodowym pracownika, jego niezdolności do podejmowania nowych wyzwań i niskiej elastyczności [1].

Poczucie przynależności do większej grupy jest kolejnym istotnym aspektem japońskiej szkoły zarządzania. Wysokość wynagrodzenia oraz atrakcyjność bonusów takich jak służbowy samochód, mieszkanie czy wycieczki na koszt firmy nie są najważniejsze według japońskiej filozofii. Dla japońskiego pracownika decydujące znaczenie ma akceptacja przez grupę. Dlatego każdy pracownik za wszelką cenę stara się trzymać ze swoimi kolegami z pracy, zarówno w czasie jej wykonywania, jak i poza nią. Często w czasie wieczornych spotkań w gronie kolegów z pracy następują debaty o tym jak usprawnić działalność firmy oraz jak przyczynić się do poprawy funkcjonowania całego zespołu [2, s. 113]. W Japonii pracownicy wspólnie spędzają wiele czasu, co sprzyja ich motywowaniu do wydajniejszej pracy. Tu prawdziwą dynamikę pracy nadają młodzi pracownicy [8, s. 131].

Pracownik, który jest szczególnie ambitny i wyróżnia się na tle innych, może zyskać akceptację i uznanie swoich kolegów. Od takich jednostek oczekuje się, że będą pobudzać do efektywnej działalności resztę zespołu. Indywidualiści są w japońskich firmach bezwzględnie piętnowani. Takie podejście jest zakorzeniane w japońskim społeczeństwie już od pierwszych klas szkoły podstawowej. W japońskich szkołach powszechne są rankingi klas, a nie poszczególnych uczniów, jak ma to miejsce w placówkach europejskich i amerykańskich. Idea kolektywizmu pozwoliła Japonii w czasie około dwudziestu lat po zakończeniu Drugiej Wojny Światowej wyjść z głębokiego kryzysu, a w ciągu kolejnych dwudziestu stać się światową potęgą gospodarczą [8].

W korporacjach zachodnich podstawą jest indywidualizm, dążenie jednostki do osiągnięcia własnych celów. Dobro grupy jest często na wtórnym miejscu w porównaniu z własnymi celami. Takie podejście ma podstawy w kulturze amerykańskiej, w której pojedyncze jednostki odnosiły spektakularne cele i wybijały się ponad przeciętność, często kosztem otoczenia. Idea „Amerykańskiego Snu”, gdzie pucybut dzięki wierze we własne umiejętności i koncentracji na własnych celach staje się milionerem, naznaczyła piętno w korporacjach europejskich na skutek globalizacji i amerykanizacji społeczeństwa. W zachodnich korporacjach dobro firmy nigdy nie będzie ponad dobrem pracowników. Porównanie sposobów postrzegania: motywacji, zatrudnienia, przynależności do organizacji oraz stylów zarządzania zostały zaprezentowane w tabeli 1.

Z poniższej tabeli wynika, że różnice kulturowe w sposób istotny wpływają na odmienne postrzeganie motywacji w Japonii oraz w krajach zachodnich. Pomimo rosnącego na

**Tabela 1. Perspektywa Japonii oraz UE i USA w sprawie postrzegania motywacji, zatrudnienia, przynależności do organizacji oraz stylów zarządzania**

**Table 1. The prospect of Japan and the EU and the U.S. on the perception of motivation, employment, membership in the organization and management styles**

|                              | PERSPEKTYWA JAPONII   | PERSPEKTYWA KRAJÓW UE ORAZ USA   |
|------------------------------|---|--|
| STYL ZARZĄDZANIA             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Istnienie ściśle przestrzeganych zasad i reguł.</li> <li>2. Duża formalizacja.</li> <li>3. Człowiek w centrum zainteresowania.</li> <li>4. Przestrzeganie drogi służbowej.</li> <li>5. Konsultowanie z bezpośrednim przełożonym większości decyzji.</li> <li>6. Menadżerowie nie mają wolnej ręki przy wykonywaniu swoich zadań.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menadżerowie mają większą swobodę działania i szansę wykazania się przed bezpośrednimi przełożonymi.</li> <li>2. Dążenie do zmniejszenia formalizacji i decentralizacji.</li> <li>3. Droga służbowa nie zawsze jest przestrzegana.</li> <li>4. Konsultacje z bezpośrednimi przełożonymi jedynie w kwestiach najistotniejszych.</li> </ol>  |
| ZATRUDNIENIE                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciągłość zatrudnienia w jednym miejscu, najczęściej od zakończenia edukacji do przejścia na emeryturę.</li> <li>2. Pracownik jest lojalny wobec pracodawcy. Praca jest stawiana ponad własnymi ambicjami.</li> <li>3. Duże więzy emocjonalne z firmą.</li> <li>4. Rzadkie rozwiązanie umowy o pracę.</li> <li>5. Podstawą funkcjonowania organizacji jest wykorzystanie „ukrytej” wiedzy pracowników.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Duża fluktuacja kadry (szczególnie na kierowniczych stanowiskach).</li> <li>2. Im wyższe stanowisko w firmie tym mniejsza lojalność wobec niej.</li> <li>3. Małe więzy emocjonalne pracownika z korporacją, w której pracuje.</li> <li>4. Umowy o pracę są często rozwiązywane, zarówno przez pracowników jak i zatrudniające ich korporacje.</li> <li>5. Podstawą funkcjonowania organizacji jest wykorzystanie wiedzy „jawnej”, która została sformalizowana.</li> </ol>   |
| PRZYNALEŻNOŚĆ DO ORGANIZACJI | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Najważniejsze znaczenie dla japońskiego pracownika ma poczucie przynależności do grupy zawodowej.</li> <li>2. Pracownicy często spotykają się po pracy w gronie kolegów z firmy. Często takie spotkania przybierają formę rytuałów.</li> <li>3. Powszechnym tematem rozmów jest temat poprawy efektywności funkcjonowania firmy.</li> <li>4. Indywidualizm jest piętnowany. Najważniejsze jest powodzenie całego zespołu oraz organizacji, w której pracują.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Najistotniejsze znaczenie ma prestiż wykonywanej pracy, rodzaj bonusów oraz wysokość wynagrodzenia.</li> <li>2. Spotkania po pracy w gronie pracowniczym są o wiele rzadsze. Jeżeli następują to mają charakter formalny lub czysto zawodowy.</li> <li>3. Powszechne jest zjawisko rywalizacji oraz działania na własny rachunek.</li> <li>4. Indywidualizm jest postrzegany jako coś naturalnego. Każdy pracownik stawia cele osobiste ponad celami organizacji.</li> </ol> |
| MOTYWACJA                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stałość zatrudnienia wpływa pozytywnie na motywację pracowników.</li> <li>2. Wyższą motywację uzyskuje się dzięki akceptacji przez kolegów z pracy oraz powszechnemu uznaniu za dobrze wykonane zadania.</li> <li>3. Motywacja jest zakorzeniona w kulturze, w której dobro ogółu jest stawiane ponad dobrem jednostki.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Duża fluktuacja kadr i niebezpieczeństwo zwolnienia wpływają motywująco na pracowników.</li> <li>2. Wyższą motywację osiąga się dzięki bodźcom finansowo-materialnym oraz możliwości awansu.</li> <li>3. Motywacja jest umiejscowiona w jednostce, która dąży do realizacji swoich celów.</li> </ol>   |

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie [11; 12; 13; 14]

świecie wpływu amerykańskiej kultury, głównie za pośrednictwem procesów globalizacji, różnice kulturowe są nadal widoczne. Należy pamiętać, że Japończycy pomimo przyjmowania niektórych wzorów z Zachodu starają się za wszelką cenę zachować odmiennosc od krajów UE i USA. Jest to spowodowane przekonaniem, że kultura Wschodu i wypracowane przez nią rozwiązania są bardziej wartościowe niż te ze Starego Kontynentu oraz Ameryki. Te poglądy nie są otwarcie propagowane, ale żaden Japończyk nigdy nie uzna wyższości zachodniej kultury nad własną spuścizną. Dodatkowo w japońskim społeczeństwie, pomimo prowadzenia przyjaznej i otwartej polityki zagranicznej względem USA, panuje wrogość i niechęć do Amerykanów, którzy przyczynili się do upadku Cesarstwa Japonii. Jest ona szczególnie widoczna wśród osób, które urodziły się zaraz po zakończeniu II Wojny Światowej.

Pomimo przekonania o wyższości własnej kultury Japończycy często wykorzystują rozwiązania wypracowane

przez zachodnią szkołę zarządzania, ulepszają je i przystosowują do swoich realiów. Dobrym przykładem jest wykorzystanie filozofii zarządzania Total Quality Management. Opracował ją amerykański „guru” zarządzania jakością Joseph Juran. Jednak dopiero Kaoru Ishikawa, po wizycie w Stanach Zjednoczonych, zmodyfikował ją i zaczął masowo wdrażać w japońskich przedsiębiorstwach. Uwidoczniała się tu różnica pomiędzy japońską a zachodnią szkołą zarządzania. Japońska szkoła wdrażania nowej techniki zarządzania składa się z następujących etapów:

1. Dogłębna analiza zachodnich technik zarządzania.
2. Modyfikacja techniki i dostosowanie jej do lokalnych realiów.
3. Implementacja zmodyfikowanej techniki do organizacji.

Amerykańscy menadżerowie po zapoznaniu się i zrozumieniu japońskiej techniki zarządzania natychmiast ją



**Tabela 2. Wpływ japońskich technik zarządzania na motywację pracowników Unii Europejskiej oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej**

**Table 2. Effect of Japanese management techniques motivation in the European Union and the United States of America**

| TECHNIKI ZARZĄDZANIA SPOPULARYZOWANE PRZEZ JAPOŃCZYKÓW  | WPŁYW JAPOŃSKICH TECHNIK ZARZĄDZANIA NA MOTYWACJĘ PRACOWNIKÓW UE ORAZ USA   |
|---|---|
| <p><b>Just In Time</b> – dokładnie na czas. Technika polegająca na zsynchronizowaniu momentu dostawy produktu oraz momentu zaistnienia popytu na ten produkt. Koncepcja JIT zakłada likwidację wszelkich przejawów marnotrawstwa w firmie np. marnotrawstwa materiałów czy marnotrawstwa czasu. Dodatkowo koncepcja dąży do minimalnego poziomu zapasów w magazynach.</p>   | <p>Istotą koncepcji JIT, często niezauważaną przez zachodnich menadżerów, jest konieczność współuczestnictwa załogi organizacji w procesie wprowadzania tej techniki zarządzania. Z tego wynika, że koncepcja JIT powinna być wprowadzana oddolnie. Od pracowników oczekuje się: większego zaangażowania w funkcjonowanie firmy oraz większej dbałości w trakcie wykonywania pracy. Technika dobrze sprawdza się w Japonii, ponieważ japońscy pracownicy są głęboko zaangażowani w funkcjonowanie firmy, a JIT pomaga im przełożyć zaangażowanie na realne efekty. Tymczasem menadżerowie zachodu starali się narzucić założenia JIT odgórnie, powodując spadek motywacji europejskich i amerykańskich pracowników.</p>   |
| <p><b>Kaizen</b> – proces nieustannego doskonalenia pracy. Jest to system, który powoduje powolną poprawę funkcjonowania przedsiębiorstwa. Usprawnienia wprowadzane według techniki Kaizen są drobne i mają niewielki zasięg.</p>   | <p>Amerykańscy i Europejscy menadżerowie są najbardziej zmotywowani kiedy mają do czynienia z realnymi, mierzalnymi celami. Tymczasem efekty wprowadzenia Kaizen są widoczne po latach. Brak natychmiastowych rezultatów powoduje spadek motywacji menadżerów. Menadżerowie japońscy są przyzwyczajeni do realizacji celów drobnymi krokami. Menadżerowie zachodni wolą realizować spektakularne cele, których efekty pozwolą im poprawić swoją pozycję w oczach kierownictwa firmy.</p>  |
| <p><b>Total Quality Management</b> – technika zarządzania, która jest oparta na udziale wszystkich członków organizacji w procesie poprawy jakości procesów. Autorem koncepcji jest Amerykanin Joseph Juran, jednak po raz pierwszy wdrożył ją z sukcesem japoński praktyk zarządzania Kaoru Ishikawa. TQM to koncepcja udoskonalenia elastyczności i efektywności całej firmy. Podstawą TQM jest zaangażowanie kierownictwa oraz menadżerów średniego szczebla w kontrolowanie i motywowanie podwładnych do stosowania założeń Total Quality Management.</p> | <p>Kluczem do sukcesu tej techniki jest dobra komunikacja na linii menadżer – podwładny. Filozofia TQM zakłada, że pracownicy są nieustannie kontrolowani oraz motywowani przez swoich przełożonych. Jak już zostało wspomniane, Japończycy uważają częste kontrole oraz liczne konsultacje z przełożonymi za coś naturalnego. K. Ishikawa postanowił wykorzystać ten fakt podczas modyfikowania i wdrażania Total Quality Management. W kulturze zachodniej zbyt częste kontrole ze strony przełożonych nie są dobrze widziane. Zmniejszają one motywację pracowników. Nieustannie kontrolowany pracownik utwierdza się w przekonaniu, że nie jest w stanie samodzielnie poradzić sobie z powierzonym mu zadaniem. Jego samoocena gwałtownie spada. Również amerykańscy i europejscy top-menedżerowie nie lubią być zbyt intensywnie kontrolowani przez wierzchołek strategiczny. Nadmierna kontrola jest postrzegana jako brak zaufania ze strony kierownictwa, a to przyczynia się do spadku motywacji menadżerów.</p> |
| <p><b>Lean Management</b> – technika zarządzania, która po raz pierwszy została zastosowana w japońskim koncernie samochodowym Toyota. Koncepcja Lean Management polega na znacznym zmniejszeniu elementów organizacji: materiałów, ilości stanowisk pracy, wysokości wynagrodzeń czy wielkości parku maszynowego. Na koncepcję składa się również odchudzenie struktury organizacyjnej poprzez zmniejszenie liczby szczebli zarządzania oraz ograniczenie ilości procedur.</p>   | <p>Sukces koncepcji Lean Management w KKW polega na przekonaniu japońskich pracowników o wyższości dobrej firmy nad dobrem jednostki. Dzięki temu pracownicy nie tracą motywacji pomimo zmniejszenia wysokości wynagrodzenia czy zmiany zakresu obowiązków z powodu likwidacji obecnego stanowiska pracy. Filozofia Lean Management polega nie tylko na redukcji zasobów organizacji, ale również na zwiększeniu zaangażowania pracowników. Niestety ta technika zarządzania wpływa bardzo negatywnie na motywację wśród zachodnich pracowników. Każde zmniejszenie wynagrodzenia lub przyznanie dodatkowych obowiązków na nowym stanowisku pracy powoduje zmniejszenie efektywności. Z tego powodu Lean Management jest na zachodzie uważane za technikę restrukturyzacyjną o negatywnym wpływie na pracowników.</p>   |

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie [3, s. 64-92; 11; 12; 13; 14]

wdrażali, bez dostosowania jej do lokalnych warunków. Innymi słowy pomijali drugi etap, który jest niezbędny do efektywnego wdrożenia techniki. Przekładało się to na spadek motywacji i efektywności pracowników spowodowany nie dostosowaniem metody zarządzania do lokalnych realiów. Wpływ japońskich technik zarządzania na motywację pracowników UE i USA został przedstawiony w Tabeli 2.

Błąd pominięcia etapu dostosowania koncepcji zarządzania do lokalnych warunków został dostrzeżony przez zachodnich menadżerów w latach 80-tych XX wieku. W tym

okresie, po gwałtownym boomie, nastąpił spadek zainteresowania japońską szkołą zarządzania.

Obecnie następuje ponowne zbliżenie pomiędzy europejskimi a japońskimi organizacjami. Dzieje się tak, ponieważ Unia Europejska i Japonia rozpoczęły negocjacje w sprawie umowy o wolnym handlu. Podpisanie umowy może spowodować przeniesienie części japońskiej produkcji na Stary Kontynent. Wiąże się to również z przeniesieniem części japońskich pracowników do Europy. Dlatego niezmiernie ważne jest, aby europejscy menadżerowie, zatrudniani





Rys. 1. Części organizacji, mające udział w zarządzaniu organizacją w Niemczech, Japonii oraz USA.

Fig. 1. Parts of the organization, which contribute to the management of the organization in Germany, Japan and the USA.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [15]

w japońskich filiach, zapoznani się z odmienną kulturą i zwyczajami obowiązującymi w Kraju Kwitnącej Wiśni oraz z odmiennym pojmowaniem zarządzania organizacją. Części organizacji mające udział w zarządzaniu z perspektywy europejskiej, japońskiej i amerykańskiej zostały przedstawione na rysunku 1.

Z powyższego rysunku wynika, że:

1. W Niemczech kwestie udziału pracowników w zarządzaniu są uwarunkowane prawnie. Na podstawie prawa istnieje rada pracowników, która uczestniczy w procesie zarządzania.
2. W Japonii w procesie zarządzania uczestniczy pośrednio cała organizacja. Jest to uwarunkowane kulturowo, ponieważ wszyscy pracownicy czują się odpowiedzialni za losy organizacji.
3. W USA powszechne jest zjawisko empowermentu, czyli rozwijania realnego wpływu pracowników na działalność organizacji. Pracownicy mają zdecydowanie największą swobodę decyzyjną w porównaniu z pracownikami japońskimi czy niemieckimi. Istotny jest również mały wpływ pracowników na menedżerów w organizacji. Zarządzanie w amerykańskich organizacjach to proces jednostronny, który polega na zaprezentowaniu celów przez menedżerów oraz zostawieniu pracownikom swobody w jego realizacji.

## PODSUMOWANIE

Kultura firmy, która staje się niefunkcjonalna powinna być jak najszybciej zmieniona. Japończycy realizując model totalnej jakości dostrzegli, że wiele firm amerykańskich przystąpiło do zmiany swoich kultur, aby osiągnąć poprawę jakości usług i towarów [16, s. 88].

Cała logika amerykańskich szkół zarządzania dla A. Maturity wydaje się zimna i pomniejszająca znaczenie czynnika ludzkiego. W Japonii przedsiębiorstwa są inaczej prowadzone. Tam wychodzi się z założenia, że „jeśli chce się osiągnąć wielką efektywność i wydajność, to konieczne są bliskie, serdeczne stosunki z pracownikami, prowadzące do wysokiego

morale” [8, s. 174]. W japońskim systemie zarządzania dużą uwagę przywiązuje się do działań skierowanych na przyszłość i na pracę zespołową [8, s. 156].

Różnice kulturowe w sposób istotny wpływają na odmienne postrzeganie motywacji przez pracowników z różnych kręgów kulturowych. Międzynarodowe korporacje, takie jak Motorola, Google, Sony, Nintendo, General Motors czy Toyota powinny brać pod uwagę podczas tworzenia swojej strategii odmienną kulturę, ponieważ zatrudniają setki tysięcy pracowników z różnych kontynentów. Menedżerowie, którzy zarządzają pracownikami z różnych krajów powinni dobrze zaznajomić się z kulturą swoich podwładnych, aby móc oddziaływać na nich w sposób najbardziej motywujący. Należy pamiętać, że zastosowanie jednej techniki zarządzania, która jest szczególnie motywująca i efektywna np. w kulturze japońskiej, nie zawsze będzie się sprawdzać równie efektywnie w europejskiej czy amerykańskiej. Niezbędne są modyfikacje dostosowujące metody zarządzania do realiów panujących w danym państwie.

W odpowiedzi na różnice kulturowe pomiędzy pracownikami swój renesans przeżywa dziedzina zwana zarządzaniem międzykulturowym. Jest to filozofia, która ułatwia zarządzanie zagranicznymi filiami korporacji międzynarodowych. Jest to dziedzina, do której sięga się także wtedy, gdy menedżerowie z jednego kraju chcą nauczyć się nowych metod i technik zarządzania od efektywnych kolegów z innych państw. Zarządzanie międzykulturowe poszukuje skutecznych rozwiązań także takich problemów jak wykorzystanie kultury narodowej jako specyficznego zasobu do poprawienia efektywności zarządzania, poszukiwanie krajów interesujących z punktu widzenia inwestorów międzynarodowych [5, s. 418-419]. W skali makro zarządzanie międzykulturowe pomaga wkomponować w jedną całość, w globalną strategię przedsiębiorstwa, różne, czasem sprzeczne ze sobą elementy kulturowe. W skali mikro pozwala menedżerom międzykulturowym skutecznie wprowadzać zagraniczne narzędzia zarządzania oraz motywować obcokrajowców do efektywnej pracy na rzecz organizacji.

## LITERATURA

- [1] **CONNIFF R. 2006.** Korporacyjne zwierzę, Wyd. CIS, Warszawa.
- [2] **DE MENTE B.L. 2006.** Samuraje a współczesny biznes. Podręcznik życiowego sukcesu, Bellona, Warszawa.
- [3] **HAMROL A. 2007.** Zarządzanie jakością z przykładami. WN PWN, Warszawa.
- [4] **HOFSTEDE G. 2000.** Kultury i organizacje, PWE, Warszawa.
- [5] **KOŹMIŃSKI A.K., PIOTROWSKI W. (RED.) 1995.** Zarządzanie. Teoria i praktyka, WN PWN, Warszawa.
- [6] **KUŁAKOWSKA A., PAWŁOWSKI M., PIĄTKOWSKI Z., ŻEBROWSKI W. 2010.** *Motywowanie pracowników w świetle badań ankietowych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Nr 1.
- [7] **MICKLETHWALT J., WOOLDRIDGE A. 2000.** Szamani zarządzania, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań.
- [8] **MORITA A., REINHOLD E.M., SHIMOMURA M. 1996.** Made in Japan. Akio Morita i Sony, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [9] **SMYTHE J. 2009.** CEO – dyrektor do spraw zaangażowania, Oficyna a Wolters Kluwer business, Kraków.
- [10] **STONER J.A.F., FREEMAN R.E., GILBERT D.R. (JR.) 1997.** Kierowanie, PWE, Warszawa.
- [11] Subtle Factors That Motivate Workers Differ In Japan and the West, <http://www.japanintercultural.com/en/news/default.aspx?newsid=6>
- [12] Motivating Employees, <http://www.onken.com/classroom/internationalmanagement/Japan/Motivation.html>
- [13] Motivating Japanese Subordinates, <http://www.japanintercultural.com/en/news/default.aspx?newsid=102>
- [14] Zderzenie kultur biznesowych, <http://www.log24.pl/artykuly/zderzenie-kultur-biznesowych,2250>
- [15] “Ye shall know them by their fruits”: American workplace evangelization and the continental European jurisprudence origins of Japanese management practice [http://www.emeraldinsight.com/content\\_images/fig/1580150205001.png](http://www.emeraldinsight.com/content_images/fig/1580150205001.png)
- [16] **ZBIEGIEŃ-MACIĄG L. 2005.** Kultura w organizacji. Identyfikacja kultur znanych firm, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Dr inż. Jan MACIEJEWSKI

Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania w Warszawie

# CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT W KSZTAŁTOWANIU STRATEGII BIZNESOWEJ WSPÓŁCZESNEGO PRZEDSIĘBIORSTWA®

The role of customer relationship management within business  
strategy development in the modern enterprise®

**Słowa kluczowe:** Customer Relationship Management, strategia biznesowa, marketing relacji, lojalność klienta.

Artykuł ma wykazać, że Customer Relationship Management jako współczesne narzędzie marketingowe skierowane do klienta, to nie tylko system informatyczny, ale przede wszystkim systemowe podejście, bądź jak mówią praktycy z zakresu zarządzania przyjęcie pewnej filozofii działania przedsiębiorstwa. Uzasadnieniem takiego podejścia jest wykazanie znaczenia w kształtowaniu strategii biznesowej przedsiębiorstwa, zarządzania relacjami z klientami z wykorzystaniem nowych form w zarządzaniu marketingowym w tym marketingu relacji, marketingu interaktywnego czy marketingu baz danych. Customer Relationship Management stanowi kompletne od strony organizacyjnej i technologicznej rozwiązanie informatyczne dla przedsiębiorstw, wspierające pracę wszystkich działów organizacji pracujących w bezpośrednim kontakcie z klientem. System taki umożliwi zamknięcie „pętli obsługi klienta”, zaczynając od poszukiwań związanych z typowaniem potencjalnego klienta, akcjach marketingowych, sprzedaży, produkcji, logistyce, finansach na wsparciu klienta kończąc. Funkcjonalność architektury tego systemu jak i wykorzystanie nowoczesnej technologii teleinformatycznej pozwala na takie zarządzanie informacją i wiedzą o kliencie, że staje się ono wręcz strategicznym elementem w tworzeniu strategii biznesowej przedsiębiorstwa. System taki, wyposażony w centralne repozytorium danych, jakim jest hurtownia danych zarządczych z systemami Business Intelligence i Data Mining jest w stanie dostarczyć pełne kompendium informacji i wiedzy w zakresie kreowania strategii rozwoju.

**Key words:** Customer Relationship Management, business strategy, consumer loyalty, relationship marketing.

The article states that in current times Customer Relationship Management is also an innovative marketing feature. Today, the well-developed CRM should lead an enterprise not only to properly manage the customers, but should be used to deliver high quality and transparent data to design and execute a long term corporate strategy. Such approach is fundamentally proven by the following determinants: customer loyalty, profitability, fragmentation and by accidental or regular consumer's strength. The aforementioned, all together, implies a long term business strategy on a competitive and dynamic market. CRM allows customer satisfaction or current trends, behaviors to be measured - what is extremely important for a growing business in a competitive sector.

Well-tailored CRM comprises the analysis and systematic evaluation of customer data using business intelligence functions. The aim is to filter out the key facts from gathered information and gain customer knowledge. Implementing a robust CRM strategy delivers vastly improved effectiveness in marketing programs. Customer Relationship Management as a strategy and as a technology has gone through an amazing evolutionary journey. Nowadays CRM represents a strategy, a set of tactics, and a technology that have become indispensable in the modern economy.

## WPROWADZENIE

**„Marketing posiada tak fundamentalne znaczenie, że nie może być rozpatrywany jako oddzielna funkcja zarządzania. Jest to cały biznes widziany z punktu jego ostatecznego wyniku, to jest z punktu widzenia Klienta...Powodzenie biznesu zależy nie od producenta, lecz Klienta”**  
.....Peter Drücker.

To motto jest dziś wyzwaniem dla każdej organizacji funkcjonującej na globalnym i konkurencyjnym rynku. Lojalny klient to marzenie każdej firmy, bez względu na profil działalności, charakter świadczonych usług i pozycję na rynku. Współczesna organizacja nie istnieje bowiem bez klientów.

A. Pabian twierdzi „Bez klientów firma nic nie znaczy – jest tylko i wyłącznie skomplikowaną maszyną do robienia kosztów” [8, s. 38], a „wierny” klient to pewność, że będzie on korzystał cyklicznie z naszej oferty, zapewniając tym samym stabilność i płynność finansową oraz zainteresowanie naszą działalnością. Podstawą zorientowanej na klienta i odnoszącej sukcesy firmy jest zdolność pozyskiwania i utrzymywania klientów zwiększających jej wartość dodaną. Jednym z istotnych sposobów osiągnięcia tego celu jest umiejętność efektywnego zarządzania relacjami z klientami. W polskich przedsiębiorstwach dbanie o zarządzanie relacjami z klientami i budowanie wzajemnych, opartych na lojalności relacji, to temat wciąż niewystarczająco realizowany w prakty-

ce.

W dzisiejszych czasach niemal wszystkie rynki są bardzo konkurencyjne, zatem o klienta walczyć można na szerokim polu komunikacji marketingowej. Budując relacje z klientem, nie ma jednak możliwości tworzenia związku partnerskiego, jak to bywa u ludzi. Tu musi być strona dominująca, która zbada potrzeby, zaspokoi je i złagodzi ewentualne konflikty. Tą stroną będzie przedsiębiorstwo, a rolę wybrednej „żony” w tym mezaliansie spełni konsument. Klient bowiem to pierwsze i ostatnie ogniwo łańcucha działań marketingowych i dlatego dbałość o niego staje się obecnie dominującą misją wielu przedsiębiorstw działających na turbulentnych i konkurencyjnych rynkach.

Cechą współczesnego przedsiębiorstwa w zakresie tworzenia jego strategii rozwoju, jest umiejętność pozyskania i utrzymania klientów, rentownych pod względem ekonomicznym jak i lojalnych wobec firmy o określonej sile związku z nią. Działania w tym obszarze obejmują nie tylko i wyłącznie etap sprzedaży, lecz sięgają dalszych czynności związanych między innymi z obsługą posprzedażową, reklamacyjną, działaniami marketingowymi, logistyką, itp. Zarządzanie relacjami z klientami, zajęło istotne miejsce w walce o względy klientów, dając funkcjonującym według jego zasad firmom perspektywę na zwiększenie i utrzymywanie przewagi konkurencyjnej. Koniecznością dla współczesnych przedsiębiorstw działających na dynamicznym i konkurencyjnym rynku staje się efektywność wykorzystywania aplikacji CRM-owych wspierających tworzenie i zarządzanie relacjami z klientami, wyposażonych w repozytoria danych zarządczych, tworzących nieoceniony kapitał informacji i wiedzy w zakresie zarządzania relacjami z klientem, spójnych i pozostających ze sobą w korelacjach w zakresie sprzedaży, marketingu i serwisu.

Customer Relationship Management można więc uznać systemowym podejściem do kształtowania relacji z klientami, pozwalającym na sprawne i kompleksowe zarządzanie zbiorem informacji o klientach w ramach całego przedsiębiorstwa. W obecnych czasach przedsiębiorstwo staje przed dość istotnym wyzwaniem, po pierwsze musi wyprodukować produkt, bądź świadczyć usługę, które mają sprostać oczekiwaniom klientów a więc wywołać ich zadowolenie i satysfakcję i po drugie świadczyć te usługi na znacznie wyższym poziomie niż konkurencja, również w okresie posprzedażowym.

Ze względu na zmienność nastrojów jak i potrzeb konsumenckich, kanały dotarcia do nich jak i sposoby komunikacji stają się coraz bardziej wyszukane. Koncentracja sił wokół klienta, zarówno kadry zarządzającej jak i personelu, są wyznacznikiem długookresowego sukcesu. Customer Relationship Management jest więc tą platformą w ujęciu systemowym, „która umożliwia określenie wartości klientów i ich rentowność, zapewniając jednocześnie odpowiednie środki, za których pomocą motywuje się najlepszych klientów do lojalności – czyli ponownych zakupów” [2]. Systemy tej klasy posiadają bowiem w swej architekturze programowej potencjał do zdobywania, tworzenia jak i przetwarzania informacji o klientach i rynku. Powinny więc być stosowane jako niezbędne instrumenty do jak

najlepszego wykorzystania kapitału informacyjnego w zakresie utrzymania rentownych klientów poprzez rozpoznanie rynku i ich potrzeb. Wykorzystywane są w tym względzie badania marketingowe, które pozwalają na tworzenie programów lojalnościowych, określanie grup klientów docelowych, dokonywanie segmentacji klientów i rynku oraz wykorzystywanie odpowiednich mierników do szacowania rentowności oraz badania siły związku z firmą [12, s.71].

Jest to zestawienie procesów, które mają za zadanie sprawnie zrozumieć klienta z różnych perspektyw, tak żeby móc go następnie scharakteryzować, pozyskać i utrzymać. Odpowiednie wykorzystanie narzędzi zawartych w platformie programowej CRM jak i wiedzy oraz pełnego kompendium informacji może przynieść wymierne efekty w realizowanych przez firmę procesach zarządczych, bowiem umożliwi zwrócenie uwagi nie tylko na procesy przywiązania klienta do firmy, (tzw. polityka lojalnościowa) ale również na sposób jego obsługi i interakcji wykorzystując do tego nie tylko kontakt telefoniczny Call Center, ale również możliwości jakie daje Contact Center w tym witryny WWW, pocztę elektroniczną, czat internetowy, aplikacje mobilne, portale społecznościowe itp..

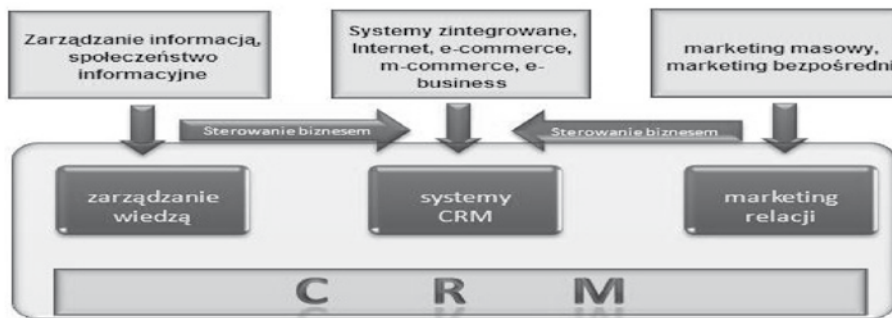
Jak zatem przebiegała ewolucja koncepcji zarządzania relacjami z klientami z wykorzystaniem systemowego podejścia do tworzonych kontaktów i ich jakości oraz możliwości współczesnych platform teleinformatycznych? Z przedstawionego poniżej rysunku wynika, że już samo zarządzanie informacją ewoluowało w kierunku zarządzania wiedzą, zaś systemy zintegrowane typu e-commerce, m-commerce, e-business to obecnie systemy klasy CRM o elastycznej architekturze w zakresie nowych wyzwań w zarządzaniu marketingowym. Z kolei marketing masowy podążał w kierunku marketingu relacji, bowiem na dzisiejszym rynku każde przedsiębiorstwo powinno być ukierunkowane na budowanie długotrwałych relacji z klientami, ponieważ to klient stał się dla nich najbardziej poszukiwanym dobrem.

Dynamika zmian otoczenia i coraz bardziej wyrafinowane podejście klienta w stosunku do produktów czy też usług, stwarza sytuację, w której żadne przedsiębiorstwo nie może czuć się stabilne (bezpieczne w aspekcie tworzenia wartości dodanej), bowiem nie wiemy co robi konkurencja i jak zabiega o względy naszych klientów i jak będzie ewaluował rynek. Dlatego też, systemy klasy CRM powinny dać możliwość bezpośredniego dostępu do zgromadzonego kompendium informacyjnego o rynku i klientach, gdzie poprzez spójność i personalizację danych jak i ich integrację tj. połączenia procesów front-office i back-office pozwolą na monitoring i adaptację procesów zarządczych w aspekcie korzyści dla firmy i klienta.

Współczesne realia gospodarcze wymuszają wręcz aby przedsiębiorstwa zdawały sobie sprawę z tego, że ich bogactwem są właśnie klienci i starały się ich zdobyć i zatrzymać, albowiem ich zadowolenie i satysfakcja to szansa na przywiązanie do firmy a to z kolei staje się istotnym kryterium powodzenia w tworzeniu wartości dodanej.

Współczesny rynek jest dziś silnie konkurencyjny, rozwija się, zmienia i coraz trudniej jest na nim przetrwać. Sprawia to, że strategicznym punktem w stabilności działania przedsiębiorstwa jest utrzymanie rentownego i lojalnego





Rys. 1. Ewolucja koncepcji zarządzania relacjami z klientem.

Fig. 1. CRM conception development.

Źródło: Węgorkiewicz W., „Customer Relationship Management”, Wyd. Marketing w Praktyce 2001 [17]

klienta, zdając sobie sprawę z tego, że dzisiejszy konsument jest coraz bardziej krytyczny i coraz więcej wymagający. Nikt i nic nie zagwarantuje, że dany klient będzie nieustannie zaopatrywał się w jednej z tej samej firmie. Wymusza to na współczesnych firmach dynamiczne dostosowania się do wymagań i potrzeb potencjalnych nabywców. Mogą to one uczynić między innymi przez budowanie wieloletnich relacji i tworzenie związków, które opierają się na wzajemnych korzyściach obu stron, z wykorzystaniem efektywnego repozytorium danych zarządczych o klientach i rynku, gromadzone w aplikacjach CRM. Aplikacje tej klasy, poprzez kompendia informacji i wiedzy, dają szerokie możliwości monitorowania trendów i szacowaniu prognoz w zakresie potrzeb i zachowań klientów, wpływając na dostosowanie się do aktualnych uwarunkowań rynku z jednej strony, z drugiej zaś na zwiększenie bądź stabilizację zysków. Dlatego też CRM określić można, jako strategię biznesową, która wzbogacona została współczesnymi rozwiązaniami z zakresu technologii teleinformatycznej i procesowego ujęcia w zarządzaniu marketingowym, przekładającym się na realizację zarządzania relacjami z klientami, budującą tym samym zaufanie do przedsiębiorstwa w zakresie kreowania wartości dodanej.

**Celem artykułu jest przedstawienie Customer Relationship Management (CRM) jako systemowego podejścia do kształtowania relacji z klientami, pozwalającego na sprawne i kompleksowe zarządzanie zbiorem informacji o klientach w ramach całego współczesnego przedsiębiorstwa.**

## SYSTEM OBSŁUGI KLIENTA JAKO PODSTAWOWA FORMA TWORZENIA RELACJI Z KLIENTEM

Orientacja na klienta w przedsiębiorstwie jest wynikiem zmian rynkowych zachodzących na całym świecie. Zmiany te wymusiła globalizacja gospodarki, rosnąca konkurencja i dynamiczne zmiany otoczenia jak i poszukiwanie nowych źródeł przewagi rynkowej. Stawianie klienta i jego potrzeb w centrum zainteresowania stało się koniecznością i warunkiem osiągnięcia długookresowego sukcesu [6, s.11]. Przedsiębiorstwa zorientowane na klienta, stawiają jego potrzeby wysoko w hierarchii działań i dzięki temu łatwiej dostosowują ofertę do wymagań nabywców i osiągają wyższy

poziom spełnienia tych oczekiwań. Obecnie nie wystarczy deklarowanie orientacji na klienta, ale przede wszystkim konieczne jest stosowanie systemowego podejścia w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa i stosowanie na każdym szczeblu struktury organizacyjnej metod zarządzania w ujęciu procesowym.

W praktyce orientacja na klienta może oznaczać gotowość i umiejętność monitorowania rynku i klienta poprzez zdobywanie informacji i tworzenie wiedzy w zakresie kreowania misji firmy oraz kształtowanie na tej podstawie „oferty rynkowej dla określonych segmentów rynku, koncentrację działań w zakresie jakości produktów, budowanie relacji z klientami, szczególnie z klientami kluczowymi, zaangażowanie wszystkich pracowników w kreowanie rosnących wartości dla klienta, powoływanie w przedsiębiorstwach służb prokonsumenckich jak i systematyczne mierzenie poziomu jakości świadczonych usług oraz poziomu zadowolenia klientów” [6, s.18].

Zwiększające się zdolności produkcyjne, w połączeniu z rozkwitem technologii informatycznych, doprowadziły do tego, iż to podaż towarów i usług wzięła górę nad popytem. Dla większości przedsiębiorstw największym bogactwem, stał się narzucający warunki klient. Można więc rzec, że wyzwaniem przed którym postawione są współczesne przedsiębiorstwa jest zbudowanie polityki biznesowej zorientowanej na klienta. Najnowsze trendy w dziedzinie marketingu w coraz większym stopniu opierają się na marketingu relacji interpretowanym jako proces współdziałania przedsiębiorstwa z pracownikami i innymi grupami interesariuszy na rzecz rozwoju zyskowych relacji z klientami, które opierają się na ich satysfakcji i zaangażowaniu emocjonalnym [6].

Współczesna technologia informacyjna staje się dziś siłą napędową nowego typu marketingu oznaczonego jako 3.0 a więc ery nakierowanej na wartości. Dla zarządzających współcześnie biznesem nie ma już pojęcia konsumenta – jest człowiek i kiedy robi zakupy, to również spełnia się duchowo co świadczy, że w większym stopniu przyczynia się do doskonalenia świata w którym żyje – a więc powiedzieć można, że celem nowego podejścia do marketingu jest zapewnienie rozwiązań problemów społecznych w układzie – dobry produkt, zadowolony klient i co jest najistotniejsze w tej koncepcji to spełniony człowiek. Takie podejście do marketingu w zakresie działań biznesowych wprowadza szerokie holistyczne spojrzenie na klienta, w której to koncepcji klient jest człowiekiem wyznającym konkretne wartości, którego można traktować jako rzeczywistego partnera [4].

W praktyce założeń tej nowej koncepcji marketingu, od strony technologicznej jest stosowana – technologia nowej fali, która pozwala na łączenie się i interaktywność zarówno jednostek jak i grup. Na jej platformę funkcjonalną składają się trzy podstawowe elementy do których zaliczamy:

- tanie i powszechnie używane komputery i telefony komórkowe jako media informacyjno-komunikacyjne,
- niskie koszty połączeń internetowych,
- coraz bardziej dostępne otwarte oprogramowanie.

Takie podejście powoduje, że konsumenci są dobrze poinformowani i mogą bez problemu dokonywać porównań kilku podobnych ofert co pozwala im na stanie się prosumentami. Wynika z tego, że powstaje nowa era określana jako era współczesnictwa, gdzie ludzie nie tylko konsumują wiadomości, idee i rozrywkę ale je również współtworzą. Z punktu widzenia mobilności technologii CRM-owych do technologii nowej fali zaliczyć należy ekspresywne media społecznościowe, takie jak blogi, Twitter, YouTube, Facebook, oraz kooperacyjne media społecznościowe, a wśród nich znaną wszystkim Wikipedię i inne podobne repozytoria.

Jedną z ważniejszych cech, która charakteryzuje marketing relacji jest rezygnacja z wymiany koncentrującej się jedynie na danej transakcji, na rzecz wymiany uwarunkowanej ścisłą współpracą sprzedającego z nabywcą.

Centralnym elementem w tej koncepcji staje się klient oraz porozumiewanie się z nim w aspekcie jego przywiązania do przedsiębiorstwa, produktu czy marki, co jak wiadomo jest oznaką prestiżu i pewnością bezpieczeństwa finansowego. Coraz częściej firmy zdają sobie sprawę z tego, że ich bogactwem są właśnie klienci i starają się, aby ich zatrzymać, albowiem zadowolenie klientów jak również przywiązanie do firmy staje się dla nich kryterium powodzenia.

**Tabela 1. Różnice między tradycyjnym a współczesnym konsumentem**

**Table 1. Difference between regular and modern consumer**

| Tradycyjny konsument   | Współczesny konsument   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• dostosowany do rynku</li> <li>• mniej zaangażowany</li> <li>• konformistyczny</li> <li>• gorzej poinformowany</li> <li>• mała świadomość konsumencka</li> <li>• szuka wygody</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podkreśla indywidualność</li> <li>• zaangażowany</li> <li>• niezależny</li> <li>• dobrze poinformowany</li> <li>• duża świadomość konsumencka</li> <li>• szuka autentyczności</li> </ul> |

**Źródło:** P. Krzak, Studia i Materiały, Gospodarowanie zasobami w regionie w warunkach zagrożenia, Wydział Zarządzania i Administracji Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach, Kielce 2010, s. 113, [5].

Zestawienie cech charakteryzujących tradycyjne i współczesne postawy konsumenta, wskazuje na dużą ich rozbieżność w zakresie interpretacji i wykorzystania w praktyce, co może stwarzać trudności w tworzeniu strategii biznesowej.

Wystarczy zwrócić uwagę na dwie wybrane przykładowo cechy: tradycyjny konsument (dostosowany do rynku), a współczesny (podkreśla indywidualność) oraz drugą cechę – klient konformistyczny i klient niezależny, aby odpowiedzieć na pytania jakie stwarza to wyzwania dla współczesnych przedsiębiorstw w kreowaniu strategii rozwoju.

Trudno jednoznacznie określić i poddać procesowi segmentacji w zakresie określenia grupy docelowej klienta kluczowego, czy tak klasyfikowanych konsumentów, przede

wszystkim ze względu na to, że trendy i tendencje stale się zmieniają i mają charakter dynamiczny. Dynamika tych zmian skłania przedsiębiorstwa do stałego monitorowania i wychwytywania nowo powstających tendencji rynkowych, by nie zostać ze starymi przekonaniami i by móc z pełną świadomością swoich mocnych stron walczyć z konkurencją. Nowocześni konsumenci są dla wielu przedsiębiorstw nie lada wyzwaniem, skłaniają je do bycia elastycznym wobec swoich potrzeb, które są dynamiczne i zmienne.

Jak już wspomniano, nie jest wystarczające deklarowanie orientacji na klienta, trzeba ją stosować na każdym szczeblu struktury organizacyjnej. Stosowane już wcześniej techniki perswazyjne, stawiające na „wciskanie” towaru klientowi, ustąpiły metodom opartym na miękkich kompetencjach sprzedawców i na humanitaryzmie procesu sprzedaży.

Obecnie obsługa klienta to coś więcej niż tylko uprzejmość i spełnianie jego życzeń. Polega ona przede wszystkim na zrozumieniu, kim jest klient, co myśli i czuje, co go drażni lub denerwuje, a co zadowala, jakie są jego oczekiwania i potrzeby oraz na znalezieniu najlepszego sposobu ich zaspokojenia [10, s.7]. Idealnym stanem byłoby wywołanie u klienta poczucia, że kontakty z firmą to sama przyjemność. Dlatego też, zwrot w kierunku profesjonalnej obsługi klienta spowodowany jest wieloma prawidłowościami istotnymi z punktu widzenia realizacji strategii biznesowej danej firmy aby mogła ona szybciej odpowiadać na wymagania i potrzeby nabywców poprzez budowanie z nimi wieloletnich relacji, które opierają się na wzajemnych korzyściach obu stron [18 s. 9].

Można więc powiedzieć, że klient zadowolony z obsługi to najczęściej klient lojalny. Amerykańskie badania [14] wykazują, że 25 klientów na 100 jest niezadowolonych z obsługi, a co więcej są przez to skłonni przejść do konkurencji, pomimo porównywalnej oferty, lecz lepszej obsługi a tylko jeden z tych 25 klientów wyraża swoje niezadowolenie. Oznacza to, że klienci odchodzą nie mówiąc co jest przyczyną rezygnacji z usług firmy (migracja klientów ma swoje przyczyny i skutki dla kształtowania zysku firmy a jej podłoże jest bardzo zróżnicowane).

Analizując kierunki obsługi klienta w aspekcie jego lojalności, satysfakcji, rentowności jak i wielu innych czynników wpływających na kształtowanie wartości dodanej przedsiębiorstwa należy stwierdzić, że to nie wskaźniki sprzedaży a stałe relacje z klientami dają firmie przewagę konkurencyjną zaś profesjonalna obsługa ma duży udział w budowaniu lojalności a tym samym zyskowności.

## ZARZĄDZANIE RELACJAMI Z KLIENTEM Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU CRM I JEGO UWARUNKOWANIA

Mówiąc o zarządzaniu relacjami z klientem mamy na myśli zarządzanie relacjami partnerskimi pomiędzy przedsiębiorstwem i jego klientami. Relacje te najczęściej rozpatrywane powinny być w kontekście długiego okresu, gdyż przede wszystkim na stałych klientach buduje się przyszłość firmy. Umiejętność utrzymywania kontaktów z klientem zależy w głównej mierze od trafnego rozpoznania jego

potrzeb i upodobań. Ażeby to nastąpiło, należy stworzyć profil klienta a więc zbiór cech i informacji charakteryzujących poszczególne grupy docelowe i znaleźć lub stworzyć taką ofertę, która będzie dla niego atrakcyjna i wzbudzi chęć dalszej współpracy na polu handlowym bądź usługowym.

W realizacji tego celu, na pierwszy plan wychodzą zazwyczaj pracownicy obsługi klienta, doradcy bądź przedstawiciele handlowi. To na nich zazwyczaj spoczywa odpowiedzialność za budowanie pozytywnego wizerunku firmy, to oni wychwytyją niuanse związane z zachowaniami i potrzebami klientów i to za ich sprawą dzieją się zmiany w podejściu do odbiorców. Wykorzystując w tym względzie CRM jako systemowe podejście do zarządzania relacjami z klientami tworzą oni strategię postępowania z klientami, która ma prowadzić do osiągnięcia założonych celów [17].

Sam akronim CRM (Customer Relationship Management) jak podaje literatura przedmiotu definiowany jest różnie przez autorów, w zależności od sposobu aspektu jego ujęcia a więc wymiaru biznesowego, marketingowego oraz informatycznego [17].

W ujęciu biznesowym: określaną jest jako „filozofia i strategia, pozwalająca firmom tworzyć długotrwałe, korzystne dla obu stron relacje z klientami, rezultatem których jest zwiększona lojalność i wyższe zyski” oraz przenikająca kulturę całej organizacji „filozofia prowadzenia biznesu, mająca na celu zwiększenie długoterminowej wartości rynkowej firmy poprzez maksymalne wykorzystanie potencjału leżącego w relacji łączącej firmę z jej klientami”. Kolejną definicją to w szerokim ujęciu „filozofia prowadzenia biznesu, której nadrzędnym celem jest zapewnienie wierności wybranej grupie najcenniejszych, kluczowych dla firmy klientów” [17].

W ujęciu marketingowym z kolei to: „strategia marketingowa polegająca na identyfikowaniu, zjednywaniu i wykształcaniu lojalności w klientach przynoszących największe dochody, a w szczególności na gromadzeniu, integrowaniu, przetwarzaniu i upowszechnianiu informacji o klientach we wszystkich zainteresowanych komórkach organizacyjnych poprzez możliwe kanały dystrybucji informacji” [14], a także interpretowanie CRM-u jako „obszaru działalności umożliwiającego organizacjom identyfikację potrzeb i możliwości oraz optymalizację kosztów i ryzyka związanych z istniejącymi i potencjalnymi klientami”. Często także akronim ten interpretowany jest jako metoda działania firmy w odniesieniu do klientów, dostawców i pracowników, która zakłada takie traktowanie klienta, by podczas każdego kontaktu utwierdzał się w przekonaniu, że dokonał właściwego wyboru a także jako zdolność firmy do zdobywania klientów, poznawania ich, odnawiania kontaktów z nimi, upewniania się, że firma dostarcza im dokładnie tego, czego oczekują oraz tego, do czego się zobowiązała, i wreszcie – realizowania zysków dzięki tym działaniom [13].

W ujęciu informatycznym interpretując CRM wskazuje na „infrastrukturę umożliwiającą określenie i zwiększenie wartości klientów oraz odpowiednie środki, za których pomocą motywuje się najlepszych klientów do lojalności czyli ponownych zakupów”. Często podawane jest także określenie, że jest to „zintegrowany i kompletny system, którego zadaniem jest standaryzacja i wsparcie całego procesu: od

marketingu poprzez sprzedaż do obsługi i serwisu po sprzedaży”, bądź, że jest to, „zbiór aplikacji zintegrowanych ze sobą, obsługujących wszystkie kanały dystrybucji, posiadających jedną, wspólną dla całej firmy bazę danych informacji o klientach, produktach, usługach” [7].

Jak widać z powyższych definicji akronim CRM ma wiele znaczeń lecz odnosi się do systemowego podejścia istotnego problemu jakim jest zarządzanie relacji z klientami z wykorzystaniem współczesnych rozwiązań technologii informatycznej.

## ZAKRES FUNKCJONALNY CRM W KSZTAŁTOWANIU STRATEGII BIZNESOWEJ

Analizując ewolucję marketingu zauważamy, że dawniej działania marketingowe przedsiębiorstw skupiały się przede wszystkim na okresie poprzedzającym czynność zakupu, było to m.in. ukazanie rynkowi produktu (oznajmienie klientom jego istnienia) oraz zachęcanie do kupowania. Gdy produkt został zakupiony, firmy przestawały interesować się klientem. Obecnie taki obraz działania jest coraz mniej zauważalny w praktyce, bowiem współczesne ujęcie systemowe przy stosowaniu strategii CRM wymaga, aby badać poziom zadowolenia klienta, interesować się oceną zakupionego przez klienta produktu, badać jego preferencje, badać, czy jeszcze kiedyś zechce coś u nas kupić i jak zrobić wszystko, aby nadal był naszym klientem [11, s. 71].

Poza powyższymi wytycznymi, stosowanie CRM to jak podaje K Węcel [16, s. 246] również:

- „mierzenie kosztów w zakresie marketingu, sprzedaży i usług (danych wejściowych) oraz zysków z poszczególnych klientów,
- nabywanie i ciągła aktualizacja wiedzy o potrzebach klientów, ich motywacji i zachowaniu,
- wykorzystanie wiedzy o kliencie do ciągłego polepszania wyników organizacji, w procesie uczenia się na podstawie sukcesów i porażek,
- integracja działań marketingu, sprzedaży i usług dla osiągnięcia wspólnych celów,
- implementacja odpowiednich systemów, które wspierają nabywanie i współdzielenie wiedzy o kliencie oraz mierzą efektywność CRM”.

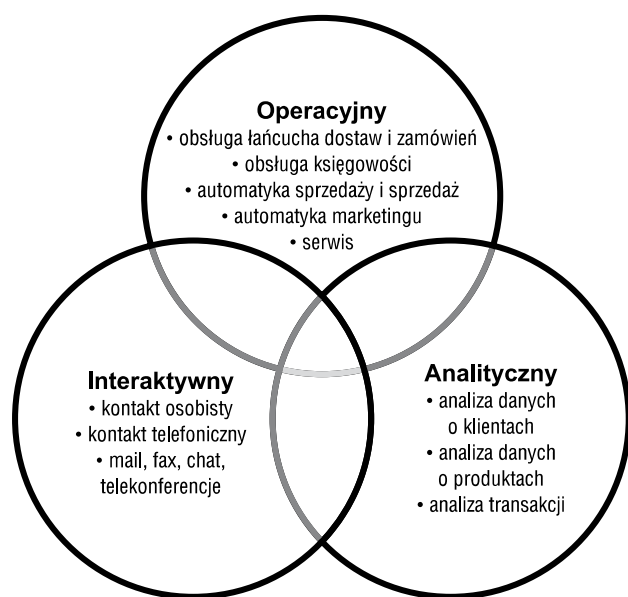
Jaki jest zatem informacyjny wymiar aplikacji CRM z wykorzystaniem możliwości współczesnej technologii w zarządzaniu relacjami z klientem? Najczęściej w praktyce system CRM nie jest samodzielnie działającym modulem informatycznym stanowiącym zwartą zintegrowaną całość, ale współdziała lub jest współtworzony przez różne podsystemy. W architekturze systemu CRM można wyróżnić trzy podstawowe jego elementy: operacyjny, analityczny i transakcyjno-komunikacyjny, nazywany również interakcyjnym.

Charakterystyka funkcji poszczególnych części składowych dla CRM operacyjnego (operational CRM) to między innymi: zdobywanie i gromadzenie danych dotyczących klientów i rynku, informacje o przeprowadzonych przez nich transakcjach, posiadanych produktach, konkurencji,



zachowaniach klientów i innych, niezbędnych do zapewnienia automatyzacji procesów zachodzących na styku przedsiębiorstwo – klient. Dla CRM analitycznego (analytical CRM), istotne funkcje to analiza danych gromadzonych w CRM operacyjnym i przekształcenie ich w wiedzę pozwalającą na wyciąganie wniosków o rynku i klientach, możliwość prognozowania przyszłych konsumenckich zachowań, a więc wiedza pozwalająca na wspomaganie procesu decyzji w zakresie optymalizacji relacji z klientami. Podstawowe funkcje dla CRM interakcyjno-transakcyjnego (collaborative/interactive CRM) to między innymi, umożliwienie komunikacji z klientem za pośrednictwem wszelkich możliwych dróg kontaktu z wykorzystaniem Contact Center.

Powiązania wyszczególnionych elementów funkcjonalnych systemu klasy CRM wraz z realizowanymi funkcjami prezentuje poniższy rysunek 2.



Rys. 2. Obszary zastosowań systemów CRM.

Fig. 2. Areas of CRM usage.

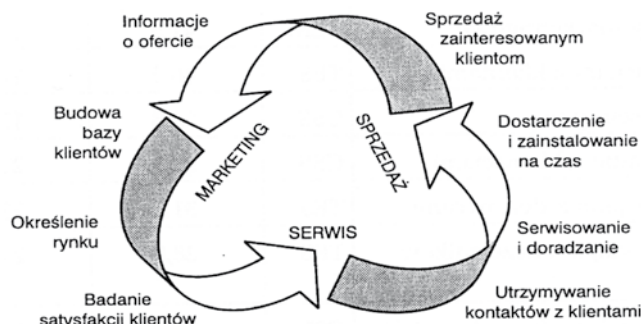
Źródło: Opracowanie na przykładzie: A. Sagan, Marketing relacyjny, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Katedra Analizy Rynku i Badań Marketingowych, Wydawnictwo StatSoft, Kraków 2003, s. 8, [9]

W ramach wymienionych modułów przedstawionych na powyższym rysunku, system klasy CRM może wspierać także aspekty funkcjonalne współczesnej organizacji jak:

- zarządzanie sprzedażą – poprzez tworzenie historii kontaktów, przyjmowanie zamówień, tworzenie ofert, analizę przepływu towarów, prognozowanie, analizę cyklu sprzedaży,
- umożliwiać obsługę i wsparcie klienta poprzez takie funkcje jak; przypisywanie, śledzenie, raportowanie incydentów, tworzenie bazy rozwiązań często występujących problemów, zarządzanie gwarancjami, co pozwala na zarządzanie kampaniami reklamowymi, badanie rynku, segmentację rynku, określanie grup docelowych,
- zapewniać realizację handlu elektronicznego w tym przyjmowanie zleceń z wykorzystaniem interfejsu WWW, tworzenie aplikacji business-to-business,

- realizować efektywną pracę marketerów i handlowców w terenie w tym tworzenie elektroniczne zleceń, wysyłkę towarów, informowanie sprzedawców terenowych w czasie rzeczywistym za pomocą zdalnej komunikacji oraz telemarketing/telesprzedaż – poprzez budowę list rozmów, automatyczne odpowiedzi, przyjmowanie zamówień, itp.

W kontekście analizy funkcjonalnej systemów CRM istotne jest ujęcie trzech głównych filarów strategii biznesowej CRM w układzie pełnego cyklu „życia klienta” z firmą w zakresie wspierania sprzedaży, marketingu i obsługi klienta. Przedstawia to rysunek 3. Wynika z niego, że powinien być to proces ciągły, tworzący zamkniętą pętlę. Uwytkła on poszczególne funkcje, jakie mają do zrealizowania owe moduły tak rozumianej strategii CRM. Marketing to przede wszystkim określenie rynku bądź jego segmentu, grupy docelowej, badanie lojalności, satysfakcji klientów oraz utworzenie bazy danych klientów do kontaktów z nimi w aspekcie kampanii reklamowych, promocji, itp. działań. Sprzedaż zaś, to z kolei sporządzenie oferty sprzedaży/usług, wybór kanałów dystrybucji, analiza rynku i jego dynamiczne badanie. Serwis to przede wszystkim utrzymywanie kontaktów z klientami poprzez Contact Center bądź Call Center, serwisowanie i doradzanie oraz dostarczanie i instalacja na konkretny czas.



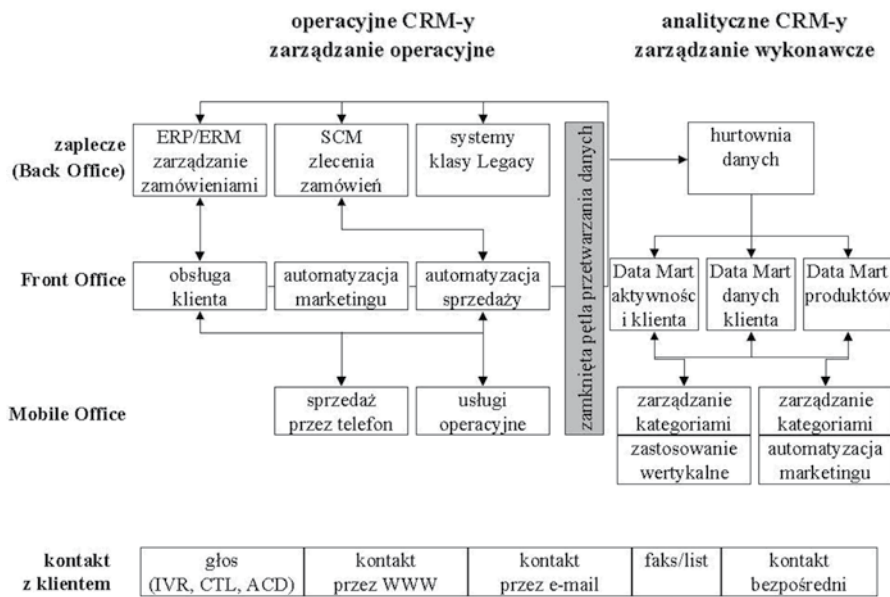
Rys. 3. Elementy procesu obsługi klienta wspierane przez oprogramowanie CRM.

Fig. 3. Consumer services process supported by CRM.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Stachowicz-Stanusch A., Stanusch M. Serwis CRM, <http://crmexpert.pl>, 03.04.2004, [13]

Systemy klasy CRM najczęściej nie są jedynymi systemami informatycznymi wspomagającymi procesy zarządcze w przedsiębiorstwie i dlatego tak istotna jest ich pełna integracja. Przyczynia się ona do ograniczenia kosztów, np. powtórnego wprowadzania danych do systemu, przez co stwarza pełniejszy obraz rynku i klienta. Jednym z kluczowych elementów oprogramowania wspierającego zarządzanie relacjami z klientami jest CRM analityczny (a-CRM), który służy do analizy danych zebranych przez inne aplikacje wykorzystywane przez przedsiębiorstwo w zakresie wiedzy o rynku i klientach, takie jak Call Center, systemy sprzedaży, zakupów, logistyki, itp. Jest to istotny zestaw analitycznych narzędzi mających wspierać ocenę, prognozowanie oraz optymalizację relacji przedsiębiorstwa z klientami.





Rys. 4. Powiązanie CRM-u operacyjnego i analitycznego w strategii biznesowej.

Fig. 4. Operational and analytical CRMs correlation.

Źródło: Węgorzkiewicz W., „Customer Relationship Management”, Wyd. Marketing w Praktyce 2001, [17]

Jedną z głównych funkcji CRM analitycznego jest wielowymiarowa analiza klientów, w celu wytypowania najbardziej rentownych dla przedsiębiorstwa i opracowania odpowiedniej dla nich oferty.

Innym, istotnym z punktu widzenia przedsiębiorstwa zadaniem modułu analitycznego systemu klasy CRM, jest realizacja segmentacji klientów w oparciu o listę kryteriów, co do wartości i rentowności z jednej strony, a lojalności i satysfakcji z drugiej. Celem takiego działania jest wyłonienie specyficznych grup nabywców ze względu na określone potrzeby, wrażliwość na akcje marketingowe, czy poziom

związania z firmą. Dzięki segmentacji wielokryterialnej możliwe jest przewidywanie zachowań klientów, budowanie indywidualnych programów lojalnościowych, czy też skupianie się na potrzebach tych najbardziej wartościowych.

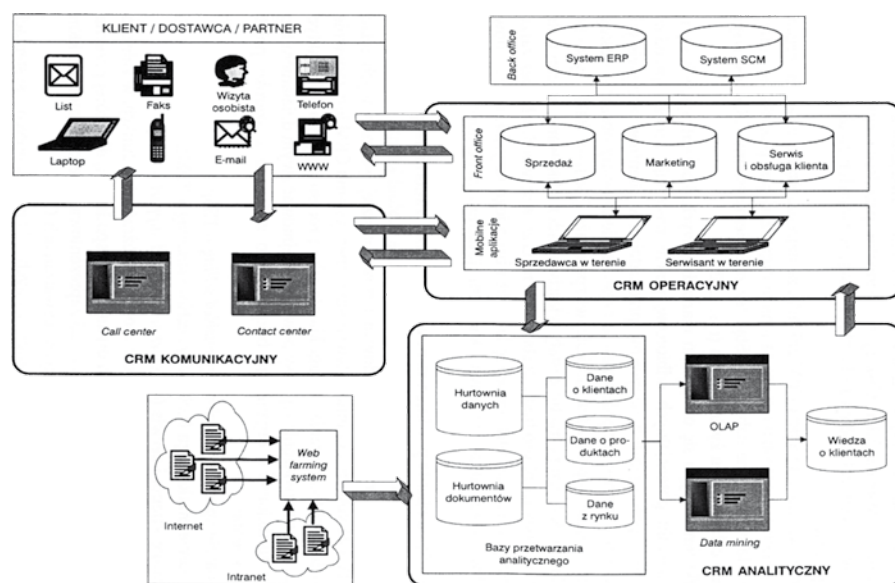
Efektywność funkcjonalna systemów klasy CRM zależy w głównej mierze od konfiguracji architektury modułów CRM operacyjnego i analitycznego, gdyż to one w zasadniczym stopniu determinują jakość uzyskiwanych rezultatów w zakresie informacji i wiedzy niezbędnej do efektywnych procesów decyzyjnych (rysunek 2). Specjaliści Gartner Group twierdzą, że przyczyną niskiej skuteczności tej klasy systemów CRM jest przede wszystkim zła jakość gromadzonych tam danych (informacje niepełne, błędne, nieaktualne) a także „ślepe” kanały dystrybucji informacji. Wynika to z niedoskonałości gromadzenia informacji, która pozbawiona cech semantycznych staje się

mało użyteczna w procesach decyzyjnych istotnych z punktu tworzenia strategii biznesowej organizacji. Zintegrowanie informacyjne modułu operacyjnego CRM z modułem analitycznym tego systemu pozwoli na zapewnienie realizacji ciągłego efektywnego procesu decyzyjnego przez wykorzystanie centralnego repozytorium danych.

W zależności od posiadanych danych, system CRM może wspierać analizę różnych zagadnień wpływających na funkcjonalność organizacji takich jak: badanie zachowań i preferencji klientów, podaż na wybrane produkty czy usługi w pewnym okresie, grupy kontrahentów, czy też towarów. Analiza taka ułatwia tworzenie oferty, odpowiedniej na konkretny wymiar czasu, optymalnie dostosowanej do potrzeb poszczególnych grup klientów w celu maksymalizacji zysków i zmniejszenia kosztów.

Najczęściej wykonywane analizy i osiągnięte dzięki nim korzyści przedstawiono w tabeli 2.

Ze względu na dużą różnorodność dostępnych na rynku rozwiązań CRM wynikającą z braku jednoznaczności definicji systemu tej klasy oraz odmienność stawianych mu wymagań, nie można ich wszystkich opisać za pomocą jednej uniwersalnej architektury. Specjaliści – praktycy z zakresu wdrożeń tej klasy systemów proponują wyodrębnienie w ramach aplikacji CRM tylko modułu CRM operacyjnego i analitycznego jako tych



Rys. 5. Przykładowa architektura systemu klasy CRM.

Fig. 5. CRM system architecture example

Źródło: Buchnowska D., CRM – strategia i technologia. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2006, [1]

**Tabela 2. Najczęstsze zastosowania CRM analitycznego**  
**Table 2. The most frequent areas of CRM application**

| Rodzaj analizy  | Sposób wykonania  | Cel analizy   |
|---|---|---|
| <b>Analiza wartości klienta</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>określenie oczekiwanych kosztów i korzyści płynących ze współpracy z poszczególnymi klientami;</li> <li>wykrycie grup klientów najbardziej rentownych, klientów niedochodowych oraz przynoszących straty;</li> <li>zdefiniowanie działań poprawiających rentowność poszczególnych związków.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>maksymalizacja rentowności poszczególnych klientów, a tym samym zwiększanie zysku przedsiębiorstwa;</li> <li>skuteczniejsze inwestowanie w rozwój poszczególnych segmentów rynku;</li> <li>zwiększenie zysków przedsiębiorstwa dzięki rezygnacji z klientów niedochodowych i przynoszących straty.</li> </ul>                      |
| <b>Wielowymiarowa segmentacja klientów</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>identyfikacja jednorodnych grup klientów, charakteryzujących się podobnymi cechami, zachowujących się w ten sam sposób, kupujących podobne produkty, mających podobną wartość dla firmy, itp.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>lepsze poznanie i zrozumienie klientów;</li> <li>indywidualizacja oferty i personalizacja form kontaktu z klientem;</li> <li>przewidywanie zachowań klientów, a tym samym skuteczniejsze działania zapobiegające ich odchodzeniu.</li> </ul>   |
| <b>Analiza potrzeb klientów</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>identyfikacja oczekiwań i potrzeb poszczególnych klientów;</li> <li>określenie działań niezbędnych do zaspokajania potrzeb klientów najbardziej wartościowych.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>większa skuteczność przewidywania potrzeb klientów;</li> <li>większe prawdopodobieństwo zaspokojenia potrzeb klientów.</li> </ul>  |
| <b>Analiza koszykowa</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>określenie grup produktów i/lub usług, które kupowane są przez klientów jednocześnie lub w określonej sekwencji.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>zwiększenie sprzedaży poprzez efektywne rekomendowanie produktów i usług, które klient chętnie kupi z obecnie kupowanymi lub w następnej kolejności.</li> <li>lepsze planowanie ofert.</li> </ul>  |
| <b>Analiza sprzedaży</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>obliczenie podstawowych wskaźników sprzedaży w różnych przekrojach (np. w podziale na handlowców, regiony);</li> <li>prezentacja wskaźników analiz w formie graficznej.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>zwiększenie sprzedaży dzięki znajomości czynników wpływających na jej poziom;</li> <li>efektywne planowanie zapotrzebowania na poszczególne produkty/usługi.</li> </ul>  |
| <b>Analiza zadowolenia klientów</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>określenie poziomu zadowolenia klientów;</li> <li>wykrycie czynników decydujących o poziomie satysfakcji klientów;</li> <li>ocena zmian satysfakcji zaistniałych wskutek reakcji na poszczególne działania firmy.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>podniesienie poziomu zadowolenia klientów dzięki wychodzeniu naprzeciw ich oczekiwaniom, na przykład poprzez projektowanie produktów/usług zgodnych z ich wymaganiami czy też wprowadzenie właściwych zmian w obsłudze klientów;</li> <li>poprawa skuteczności programów lojalnościowych i redukcja wskaźnika retencji.</li> </ul> |
| <b>Analiza lojalności klientów</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>określenie poziomu lojalności klientów (najczęściej na podstawie takich kryteriów, jak czas trwania relacji czy liczba utraconych klientów);</li> <li>wyznaczenie czynników mających wpływ na trwanie klientów;</li> <li>zdefiniowanie grup klientów, którzy mogą odejść do konkurencji</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>stabilizacja portfela klientów;</li> <li>zwiększenie skuteczności działań wpływających za zatrzymanie klientów;</li> <li>opracowanie skutecznych, zindywidualizowanych programów lojalnościowych;</li> <li>personalizacja ofert skierowanych do klientów.</li> </ul>   |
| <b>Badanie skuteczności kampanii marketingowych</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>określenie odbiorców poszczególnych programów marketingowych;</li> <li>zdefiniowanie działań zwiększających skuteczność akcji marketingowych.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>zwiększenie efektywności programów marketingowych poprzez oferowanie produktów zgodnych ze skłonnościami zakupowymi klientów oraz zwiększenie poziomu odpowiedzi na oferty</li> </ul>  |
| <b>Analiza punktów zwrotnych w relacjach z klientem</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>identyfikacja zdarzeń w życiu klienta lub w jego współpracy z firmą, powodujących istotne zmiany we wzajemnych relacjach.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>przewidywanie zmian w zachowaniu klientów, dostosowywanie się do nich, aktywne występowanie z działaniami trafiającymi w przewidywane potrzeby.</li> </ul>   |

**Źródło:** Węgorzkiewicz W., „Customer Relationship Management”, Wyd. Marketing w Praktyce 2001 [17]

najbardziej niezbędnych do realizacji strategii biznesowej organizacji wzbogaconych o najnowsze rozwiązania informatyczne, jakimi są w tym względzie systemy analityczno-raportujące Business Intelligence i systemy drążenia danych Data Mining. Według nich system CRM operacyjny obejmuje wszystkie obszary, na których następuje zetknięcie klienta z firmą a więc przejmuje funkcje CRM komunikacyjnego. Inni z kolei uważają, że „sercem” CRM-u i siłą napędową w aspekcie efektywności funkcjonalnej jest CRM komunikacyjny gdyż to on kreuje kontakty z klientem i daje niezbędne kompendium wiedzy dla CRM-u analitycznego do procesów decyzyjnych [1].

Przykładową architekturę systemu klasy CRM, która wiąże wszystkie moduły aplikacji w funkcjonalną całość a jednocześnie uwypukla stosowane narzędzia przedstawia rysunek 5.

Terminem związanym z analizą danych w systemach klasy CRM – module analitycznym jest wykorzystywana jak wspomniano wcześniej metodyka Business Intelligence (BI). Jest to, zgodnie z definicją wprowadzoną przez Gartner Group, „skoncentrowane na użytkowniku procesy eksploatacji danych, odkrywanie związków między danymi, określanie trendów, a przez to pomagające podnieść ogólną trafność podejmowanych decyzji.” Systemy tej klasy powstały

jako wynik zapotrzebowania kierownictw przedsiębiorstw na dane aktualne, kompletne, pełne (przekrojowe tematycznie i czasowo) oraz szybko i łatwo dostępne.

## ZARZĄDZANIE WARTOŚCIĄ KLIENTA W KSZTAŁTOWANIU STRATEGII BIZNESOWEJ CRM

Przedsiębiorstwo tworząc swoją strategię biznesową dobiera właściwe dla siebie strategie zarządzania jak i marketingowe dążąc do maksymalizacji wartości relacji z klientami. Jedną z złotych zasad marketingu głosi, aby oddać nierentownych klientów konkurencji, bowiem utrzymanie baz danych o klientach jest kosztowne, podobnie jak komunikacja z nimi i realizacja wielu innych przedsięwzięć z tym związanych, a w tym również programów lojalnościowych. Wpływy z relacji nie zawsze pokrywają koszty jej utrzymania. O tym, czy przedsiębiorstwo powinno dążyć do przedłużenia współpracy z klientem decyduje jej wartość.

Niezbędna jest więc pogłębiona analiza relacji, gdyż na wartość związku z klientem mają wpływ tak istotne elementy jak między innymi rentowność związku (różnica pomiędzy przychodami generowanymi przez klienta a kosztami utrzymania związku), przychody z relacji (podstawowy element oceny wartości związku), jak i czas trwania związku. Na czas trwania związku wpływa postrzegana alternatywa, siła relacji oraz kluczowe zdarzenia.

Strategia zarządzania relacjami z klientem zakłada, że do każdego klienta trzeba mieć stosunek indywidualny, dlatego też należy przyjąć strategię zarządzania nim. Storbacka K. oraz Lehtinene J.R. którzy w swojej książce określają to jako „przyjęty przez firmę sposób kształtowania związku, mający na celu maksymalizację jego wartości” [14].

Oczekiwany rezultatem krótkotrwałych relacji z klientami jest niska rentowność tych związków a z praktyki wynika, że długotrwałe związki mają natomiast cechę wysokiej rentowności. Wszelkie odstępstwa od tej reguły są niepożądane z perspektywy przedsiębiorstwa ukierunkowanego na długotrwałe relacje z klientami. Wysoka rentowność krótkotrwałego związku może być spowodowana dużą koncentracją produktów po zbyt wysokich cenach. Konsekwencją może stać się odejście klienta. Niska rentowność długotrwałego związku może być natomiast spowodowana wysokim kosztem podtrzymywania relacji, jaki ponosi firma, bądź też zbyt niskimi cenami oferowanymi klientowi. W każdym z wymienionych przypadków niezbędna jest modyfikacja relacji. Istotnym elementem w kształtowaniu tych relacji jest udział w koszyku zakupów klienta, gdzie zwiększenie wartości tego parametru realizuje się poprzez poszerzenie związku (zachęcenie klienta do zakupu dodatkowych produktów firmy, mogą one być oferowane klientowi jako produkty towarzyszące, lub całkiem nowe nabywane na wyjątkowo korzystnych warunkach), bądź poprzez pogłębianie związku (nakłonienie klienta do rezygnacji z zakupów u konkurencji na rzecz koncentracji zakupów w danym przedsiębiorstwie).

Zasadniczym elementem jest jednak siła związku – z modelu rentowności relacji wynika bowiem, że na wartość

tego parametru bezpośredni wpływ ma rodzaj więzi łączących klienta z firmą, jego zaangażowanie oraz satysfakcja.

Wyróżnia się trzy rodzaje zaangażowania klienta: pozytywne – najbardziej pożądane przez firmę, brak zaangażowania – obojętny stosunek klienta do firmy, negatywne – nie wyklucza powtórnych zakupów, ale jedynie ze względu na silną więź. Związek, jaki łączy klienta z firmą może być zatem dwojakiego rodzaju. Po pierwsze to więź, na którą firma może oddziaływać (więź prawna, techniczna, ekonomiczna, itp.) oraz po drugie, więź związana z preferencjami nabywcy, czyli więzi kulturowe, psychologiczne itp. Na siłę relacji ma również wpływ satysfakcja klienta. Konsekwencją niezadowolenia klienta z usług firmy jest słaby z nią związek, z kolei gdy klient odczuwa znaczną satysfakcję siła relacji jest relatywnie większa. Mocną więź, mimo braku zadowolenia z usług możemy wytłumaczyć dużym znaczeniem więzi. Natomiast wysoka satysfakcja owocująca słabą siłą relacji może być spowodowana przez niedocenianie przez klienta relacji bądź wyraźny brak jego zaangażowania w związek. Biorąc po uwagę powyższe sugestie można stwierdzić, że:

- pozytywna opinia o firmie – powoduje, że parametr ten staje się coraz bardziej istotny przy wyznaczaniu wartości związku. Wpływ na to ma spadek podatności klientów na wszelkie działania marketingowe. Pozytywna opinia przekazywana sobie w gronie znajomych staje się jedyną skuteczną reklamą.
- kwalifikacje, które firma zdobywa dzięki związkowi – powodują z kolei, że wymagający klient może zmusić firmę do zdobywania nowych kwalifikacji i szybkiego dostosowania się do nowych wyzwań. W tym sensie klient może stać się przyczyną i motywacją do rozwoju organizacji.

Celem wyznaczania wartości relacji poszczególnych klientów jest dążenie do ich segmentacji. Zróżnicowana rentowność zdefiniowanych w ten sposób grup powinna prowadzić do zróżnicowania strategii do nich skierowanych. Skuteczne strategie powinny uwzględniać podstawowe wartości ważne dla klienta oraz miary służące ocenie efektywności prowadzonych działań. Ważne jest uwzględnienie tak finansowych jak i pozafinansowych mierników efektywności. Wśród najpopularniejszych wymienia się, jakość (stopień dostosowania cech użytkowych produktu/usługi do oczekiwań klienta), szybkość reagowania oraz koszty działań.

Badania przedsiębiorstw wskazują, że wszystkie trzy wskaźniki obsługi klienta są ważne dla efektywności i rentowności. Nie można też maksymalizować jakości i czasu obsługi klientów bez liczenia kosztów, gdyż ma to wpływ na generowane zyski. Jest to szczególnie ważne i widoczne, gdy podniesienie jakości produktu łączy się z potrzebą zaangażowania dodatkowych zasobów, a więc wzrostu kosztów.

U podstaw systemowego budowania trwałych relacji z klientem leży teza, że każda relacja z klientem w długim czasie musi być dochodowa. Jeśli więc długotrwała współpraca z klientem nie przynosi pożądanego zysku, wynika to z nieprawidłowości w zastosowanej strategii. Jeśli utrzymywanie relacji generuje wysokie koszty może to oznaczać, że np. struktura związku jest zbyt rozbudowana. Jeśli



natomiast klient generuje zbyt małe przychody może to oznaczać nieodpowiednio dobraną do niego strategię cenową.

Przedsiębiorstwa, które koncentrują się na rentowności relacji z klientami powinny zwrócić uwagę na kilka istotnych procesów jak: [13, s.151]

- lokalizacja potencjalnych klientów- określenie rynku docelowego, wykorzystanie narzędzi komunikacyjnych w celu wytypowania kandydatów oraz ich kwalifikowanie;
- doprowadzenie do pierwszej transakcji z klientem – model AIDA – zwrócenie uwagi klienta, wzbudzenie zainteresowania, wywołanie potrzeby zakupu, spowodowania działania, sprawienie, aby klient potencjalny stał się klientem lojalnym;
- zatrzymanie klienta – wykorzystanie metod i środków na tyle atrakcyjnych dla klienta, aby zachęciły go do korzystania z ofert firmy, pielęgnowanie relacji z klientem.

Inaczej proces trwania relacji klienta z firmą prezentuje Storbacka K [14]. Píše ona o występowaniu trzech faz relacji, które obrazuje rysunek 6.



**Rys. 6. Elementarne fazy utrzymywania więzi klienta z firmą.**

**Fig. 6. Elementary phases of consumer lifecycle management.**

**Źródło:** Storbacka K., Customer Relationship Profitability In Retail Banking, Research Report: No. 29., Swedish School of Economics and Business Administration, Helsingfors 1993, s. 36, podaje za: W. Wereda, Zarządzanie relacjami z klientem (CRM) a postępowanie nabywców na rynku usług, Difin, Warszawa 2009, s. 159, [14]

Określając aspekt funkcjonalny poszczególnych faz możemy powiedzieć, że faza wstępna obejmuje moment, w którym klient zapoznaje się z ofertą firmy, a kończy się gdy dokona on zakupu i z klienta potencjalnego staje się klientem rzeczywistym. Ważną rolę odgrywa tutaj marketing mix i jego cztery instrumenty: produkt, cena, dystrybucja, promocja. Z kolei faza kontynuacji związku jest to czas trwania relacji z klientem, podczas którego korzysta on z usług firmy, wymieniane są cenne informacje, następuje umacnianie relacji. Kończącą fazą lecz bardzo istotną, jest faza zakończenia relacji oznaczająca dla firmy utratę klienta. Klient

odchodzi do konkurencji, następuje ocena usług firmy oraz innych aspektów takich jak: jakość obsługi, reklamacji, przydatność produktów. Klient odchodząc od naszej firmy wchodzi w fazę wstępną w firmie konkurencyjnej. Można starać się odzyskać takiego klienta, lecz jest to bardzo trudne i kosztowne [15, s.85].

Klienci należący do grupy nierentownych zmuszają daną organizację do wzrostu efektywności działań na rzecz osiągania zadawalających efektów pozyskiwania klientów. Jednak w ich przypadku nie może odbywać się to kosztem obniżenia poziomu obsługi, ale wzrostu sprzedaży. Innym sposobem zwiększenia rentowności tej grupy klientów jest znalezienie tańszych dostawców, od których możliwy będzie zakup produktów na korzystniejszych, niż dotychczas, warunkach. Współcześnie walka o klienta nie powinna prowadzić do działań w kierunku pozbywania się nierentownych klientów, lecz zmiany strategii biznesowych w tym marketingowych ukierunkowanych na uczynienie ich klientami rentownymi dla firmy. W skrajnych przypadkach, z klientów nierentownych należy rezygnować, jeśli nie rokują oni w wyznaczonym horyzoncie czasowym perspektywy dochodowości.

Aby określić, do której grupy zakwalifikować klienta należy określić jego wartość a to z kolei przekłada się na kształtowanie strategii biznesowej. Najpopularniejszymi obecnie metodami wyznaczania tej wielkości są:

- ✓ RFM (ang. Recency-Frequency-Monetary Value) bazująca na częstotliwości i wielkości (w zł) najczęściej dokonywanych przez klienta zakupów.
- ✓ LTV (ang. Live Time Value) – jedyny wskaźnik, który pozwala powiązać ze sobą jednocześnie retencję (liczbę utrzymanych klientów), referencję (liczba zarekomendowanych klientów) oraz koszty programu z długoterminowymi przychodami. W zależności od charakteru działalności, do tego celu można zastosować następujące wielkości: rentowność, obroty, długość związku, udział w wydatkach klienta, siła związku (zadowolenie klienta), pozytywna opinia lub zdobywanie nowych kwalifikacji. Wskaźnik ten wydaje się być najważniejszym dla oceny wartości klienta w przedsiębiorstwie, którego działania zmierzają do długoterminowych relacji z odbiorcami.
- ✓ CVI (Customer Value Index) – indeks ten opiera się na wszystkich transakcjach, jakie zawarł klient – nie tylko z danym przedsiębiorstwem, ale również z konkurencją.

Pełny obraz klienta – analiza jego dotychczasowych zachowań, prognoza przyszłych jak i segmentacja klientów oraz rynku umożliwiają zatem skuteczniejsze zarządzanie w kształtowaniu strategii biznesowej. Skutkuje to zwiększeniem sprzedaży – dzięki lepszemu poznaniu potrzeb klienta jak i rynku, zwiększenie skuteczności kampanii marketingowych – poprzez oferowanie produktów odpowiadających klientom oraz zwiększenie poziomu odpowiedzi na oferty. Wymienione elementy przekładają się na wzrost rentowności klienta a tym samym wzrost zysku przedsiębiorstwa.

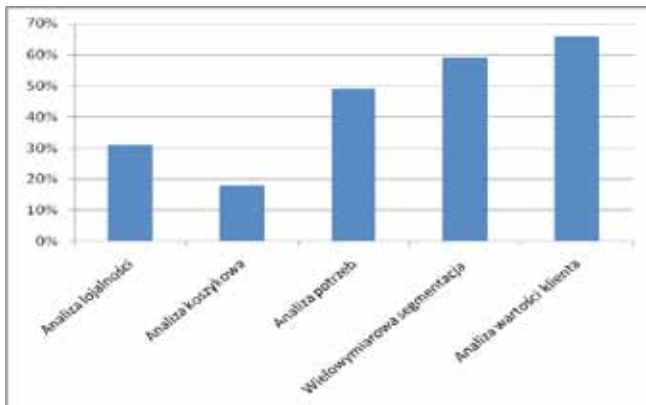
Analiza pozwalająca firmie w pełni określić pełny obraz wartości klienta jest stosunkowo trudna i wymaga szerokiego kompendium informacji i wiedzy. Pomocą służy więc technologia teleinformatyczna poprzez elastyczną



architekturę systemu klasy CRM wspierającego zarządzanie relacjami z klientem. CRM bowiem jako wyspecjalizowana aplikacja jest zestawem analitycznych rozwiązań, które wspomagają ocenę, prognozowanie oraz optymalizację relacji z klientem. Pozwala to na wielokryterialną segmentację rynku i klientów, której efektem jest wyłonienie zuniifikowanej, pod względem potrzeb lub wrażliwości na bodźce marketingowe grupy rentownych i przynoszących zyski w analizowanych determinantach czasu klientów.

Z praktyki menedżerskiej wynika, że analizą najczęściej wykonywaną przy pomocy analitycznych systemów CRM, jest właśnie analiza wartości klienta stanowiąca podstawę w kształtowaniu strategii biznesowej przedsiębiorstwa. W przeprowadzonym przez Buchnowska D., [1] badaniu, którego wynik przedstawiono na wykresie (rys. 7), aż 66% analizowanych organizacji zadeklarowało, że wykorzystuje CRM analityczny do obliczeń, mających na celu wykazanie zysku generowanego przez poszczególnych klientów, prognozowanie przyszłego zysku oraz wykazanie działań, jakie należy podjąć w celu zwiększenia wartości życiowej klienta. Ponad połowa (59%) przedsiębiorstw dokonuje segmentacji klientów, niecała połowa (49%) – analizy potrzeb klienta. Analizę lojalności klientów przeprowadza 31% badanych przedsiębiorstw. Niespełna jedna piąta (18%) wykorzystuje analizy umożliwiające modelowanie grup produktów, które kupowane są przez klienta równocześnie lub w określonej sekwencji.

Przeprowadzona analiza wykazała także, że 10% badanych przedsiębiorstw wykorzystywało wszystkie wymienione analizy uzyskując pełny obraz i prognozę relacji z klientem zaś 13% badanych przedsiębiorstw nie stosowało żadnej z wymienionych analiz.



**Rys. 7. Analizy wykonywane przez użytkowników systemów klasy CRM.**

**Fig. 7. Analysis performed by CRM users.**

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie Buchnowska D., CRM – Strategia i Technologia Wyd. UG 2006, [1]

Mimo istotnego znaczenia, jakie mają analizy danych o klientach i rynku, systemy tej klasy nie znajdują powszechnego zastosowania w polskich firmach. Główną przyczyną jest koszt, z jakim wiąże się wdrożenie rozwiązania CRM zawierającego dodatkowe narzędzia takie jak Business Intelligence oraz Data Mining umożliwiające analizę jak i nie docenianie znaczenia analizy rentowności poprzez wielu menedżerów kreujących strategię biznesowe firmy.

## PODSUMOWANIE

Najsilniej zaznaczający się obecnie trend we współczesnych metodach i technikach zarządzania to ukierunkowanie przedsiębiorstw na zarządzanie oparte na procesach i orientacji na klienta, zgodnie z koncepcją biznesową CRM. Doświadczenie wielu przedsiębiorstw potwierdza, że jest to strategia skuteczna, gdyż pozyskanie nowego klienta jest wielokrotnie droższe od podtrzymywania relacji z już „zdobytym klientem”. Wymaga to jednak posiadania dodatkowo wielu danych związanych z charakterystyką klienta, kontaktem z nim, produktami, które zakupił, szacowaniem jego wartości, określeniem siły związku z firmą itp. Budując, zatem niezbędną dla firmy ofertę produktową i cenową wraz z określonymi segmentami docelowymi klientów możemy dotrzeć do odbiorców przy pomocy odpowiednio skonstruowanej i efektywnej kampanii marketingowej realizowanej na platformie CRM. Pomyślne wdrożenie systemu CRM, jako nowej koncepcji zarządzania relacji z klientami na dynamicznym i konkurencyjnym rynku, pozwoli przy budowie strategii jednoznacznie określić, że wartość dodana dla firmy pochodzi:

- ✓ nie od pojedynczej transakcji, a od całości interakcji z klientem, czyli już od chwili nawiązania pierwszego kontaktu, poprzez akcje marketingowe, zakupy poszczególnych produktów, itd.,
- ✓ od zadowolonego z obsługi klienta, który chętniej sięgnie po następne produkty, a jednocześnie będzie mniej skłonny rozważać oferty konkurencji,
- ✓ od klienta, który nie będzie, z własnej inicjatywy, narzekał na swojego dostawcę w gronie znajomych i swego otoczenia.

Biorąc pod uwagę całość problemów, z jakimi spotyka się dzisiejsza organizacja, można jednak stwierdzić, że koncepcja biznesowa CRM pomaga, w kompleksowym pojmowaniu klienta, a w szczególności określeniu zdolności firmy, co do realizacji produktu, usługi i ich kombinacji, które będą atrakcyjne dla klientów, zdolności firmy do pozyskania nowych i utrzymania lojalnych klientów, podnoszenia stopnia ich satysfakcji i wzmacniania lojalności.

Systemowe ujęcie koncepcji CRM i aplikacje informatyczne wspierające realizowanie tej idei jako strategii biznesowej rozwoju są przydatne dla konkretnej grupy przedsiębiorstw. Cechuje je duża liczba klientów i transakcji przez nich zawieranych oraz działanie na rynku umożliwiające konkurowanie poziomem obsługi. Ważna a nawet dość istotna w tym względzie jest istniejąca w danej firmie kultura organizacji. Kultura organizacyjna jest wartością pozwalającą na sprawne funkcjonowanie, właściwe relacje zarówno wewnątrz firmy jak i z otoczeniem oraz osiągnięcie jak największej sprzedaży a tym samym zysku.

## LITERATURA

- [1] **BUCHNOWSKA D. 2006.** CRM – strategia i technologia. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- [2] **DEJNAKA A. 2002.** CRM – Zarządzanie kontaktami z klientami, Helion, Warszawa.

- [3] **FRĄCKIEWICZ E., RUDAWSKA E. 2004.** Zarządzanie Relacjami z klientem z wykorzystaniem koncepcji Customer Relationship Management, „Przegląd organizacji”, Warszawa.
- [4] **KOTLER P., KARTAJAYA H., SETIAWAN I. 2010.** Marketing 3.0 – marketing i PR, MT Biznes, Warszawa.
- [5] **KRZAK P. 2010.** Studia i Materiały, Gospodarowanie zasobami w regionie w warunkach zagrożenia, Wydział Zarządzania i Administracji Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach, Kielce.
- [6] **MAZUREK K., ŁOPACIŃSKA 2002.** Orientacja na klienta w przedsiębiorstwie, PWE, Warszawa.
- [7] **MITRĘGA M. 2008.** „Marketing Relacji, teoria i praktyka”, Wydawnictwa CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa.
- [8] **PABIAN A. 2001.** *Profesjonalne zarządzanie zadowoleniem klientów*, „Marketing w Praktyce”, nr 1/2001.
- [9] **SAGAN A. 2003.** Marketing relacyjny, Akademia Ekonomiczna w Krakowie Katedra Analizy Rynku i Badań Marketingowych, Wydawnictwo StatSoft, Kraków.
- [10] **SOBCZAK J., MATYSIAK. 1997.** Psychologia kontaktu z klientem, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, Poznań.
- [11] **SOŁTYSIK A., PIORUNKIEWICZ 2008.** Zarządzanie relacjami z klientem z wykorzystaniem techniki Customer Care – charakterystyka systemów CRM, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas, Sosnowiec.
- [12] **SOŁTYSIK A., PIORUNKIEWICZ. 2009.** Znaczenie systemów informatycznych klasy ERP w nowoczesnym przedsiębiorstwie. [w:] Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP w gospodarce wirtualnej, pod red. H. Sroki, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
- [13] **STACHOWICZ-STANUSCH A., STANUSCH M. 2004.** Serwis CRM, <http://crmexpert.pl>, 03.04.2004.
- [14] **STORBACKA K. 2009.** Customer Relationship Profitability In Retail Banking, Research Report: No. 29., Swedish School of Economics and Business Administration, Helsingfors 1993, podają za: W. Wereda, Zarządzanie relacjami z klientem (CRM) a postępowanie nabywców na rynku usług, Difin, Warszawa.
- [15] **WEREDA W. 2009.** Zarządzanie relacjami z klientem (CRM) a postępowanie nabywców na rynku usług, Difin, Warszawa.
- [16] **WĘCEŁ K. 2005.** *Istota, cele i główne elementy CRM*. „Gazeta IT” 2000, nr 3, podają za: A. Stecyk, *Wykorzystanie systemów klasy CRM w komunikacji z klientem*, Zeszyty naukowe nr 414 Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- [17] **WĘGORKIEWICZ W. 2001.** „Customer Relationship Management”, Wydawnictwo, Marketing w Praktyce, Warszawa.
- [18] **ZEMKE R. 2006.** Jak zapewnić znakomitą obsługę klientów, Oficyna Wydawnicza Wolters Kluwer, Kraków.

# 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.  $\beta$  – 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:

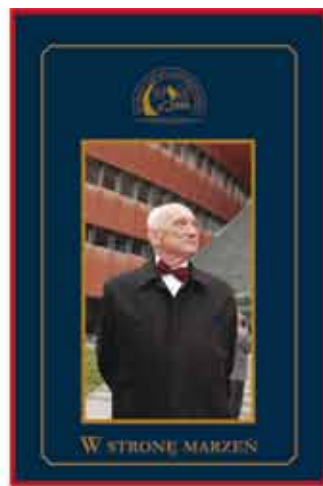
WYŻSZA SZKOŁA MENEDŻERSKA  
Redakcja czasopisma „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”  
ul. Kawczyńska 36, 03-772 Warszawa

### 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).
- ▶ **RYСУNKI** – 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 Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie

poleca czasopisma naukowe:

- „*Nauka. Gospodarka. Społeczeństwo*”  
– 5 pkt. na liście rankingowej MNiSW –  
lp. 1442
- „*Studia Prawnicze i Administracyjne*”  
– 3 pkt. na liście rankingowej MNiSW –  
lp. 2177
- „*Studia Społeczne*”  
– 5 pkt. na liście rankingowej MNiSW –  
lp. 2195
- „*Zarządzanie. Teoria i Praktyka*”  
– 5 pkt. na liście rankingowej MNiSW –  
lp. 2492

Celem wydawnictwa jest twórcza wymiana myśli, informacji i poglądów, umożliwienie publikacji kadrze naukowej Uczelni polskich i zagranicznych oraz współpraca z czasopismami uczelnianymi ogólnopolskimi i zagranicznymi.

